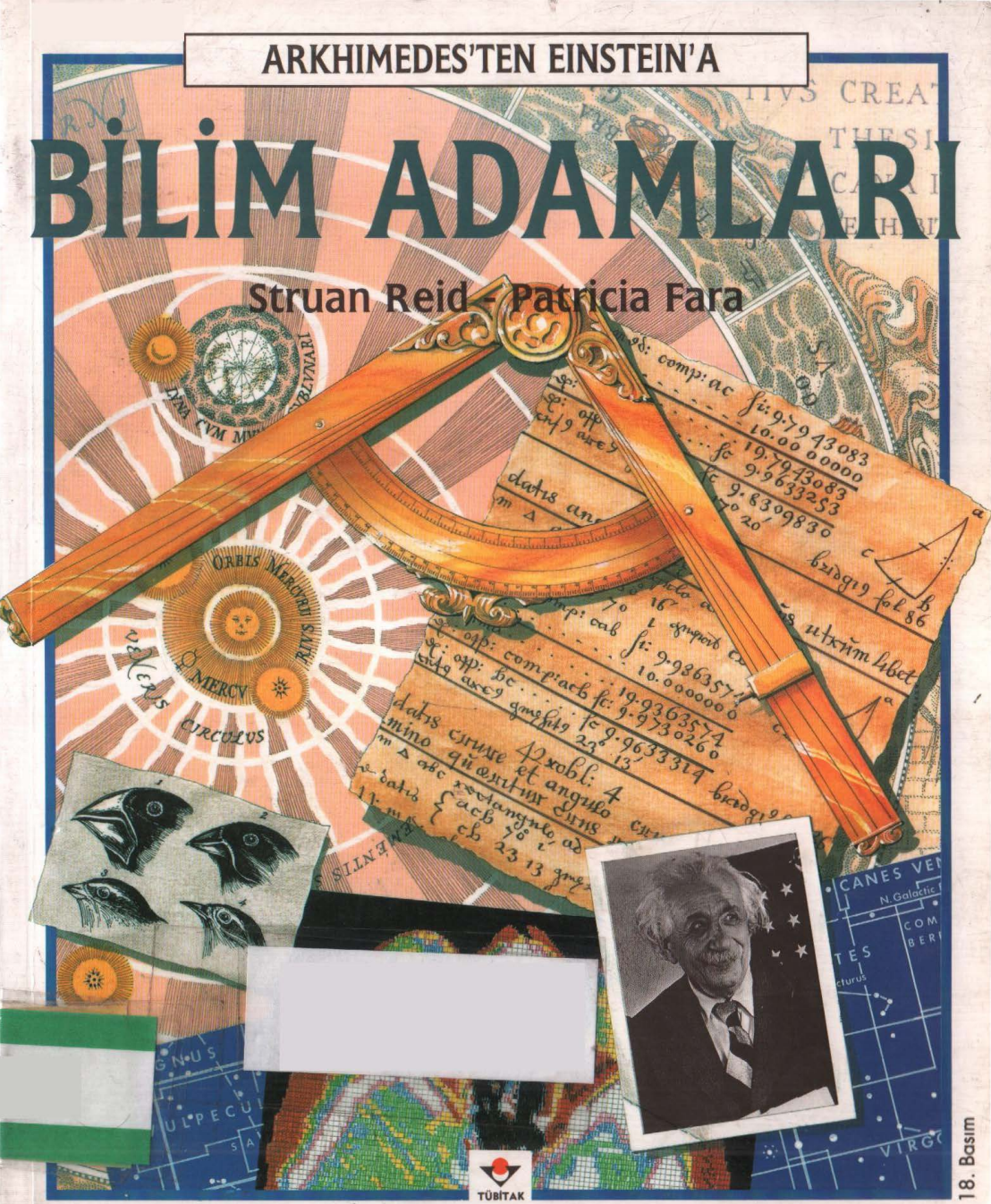
ARKHIMEDES'TEN EINSTEIN'A

BİLİM ADAMLARI

Struan Reid - Patricia Fara



TÜBİTAK

18. Basım

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları 63
Gençlik Kitaplığı 3

Arkhimedes'ten Einstein'a Bilim Adamları
Scientists From Archimedes to Einstein
Struan Reid - Patricia Fara
Çeviri: R. Levent Aysever

© Usborne Publishing Ltd. 1992
© Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 1997

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

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

ISBN 975 - 403 - 101 - 0

İlk basımı Ocak 1998'de yapılan
Bilim Adamları
bugüne kadar 42.500 adet basılmıştır.

18. Basım Şubat 2003 (2500 adet)

Yayınlar ve Tanıtım Daire Başkanı
Şefik Kahramankaptan

İşletme Müdürü
M. Kemal Bostancıoğlu

Yayına Hazırlayan: Zuhal Özer
Uygulama: Seval Özgül

TÜBİTAK
Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere 06100 Ankara
Tel: (312) 427 33 21 Faks: (312) 427 13 36
e-posta: kitap@tubitak.gov.tr
İnternet: kitap.tubitak.gov.tr

Yorum Matbaacılık - Ankara

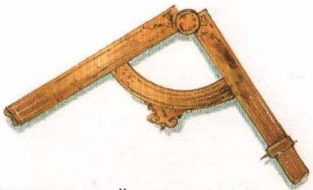
Bilim Adamları Milli Eğitim Bakanlığı [Eylül 1998 tarih ve 2492 sayılı Tebliğler Dergisi, sayfa 1192] tarafından lise ve dengi okullara tavsiye edilmiştir.

ARKHIMEDES'TEN EINSTEIN'A

BİLİM ADAMLARI

Struan Reid
Patricia Fara

ÇEVİRİ
R. Levent Aysever



TÜBİTAK POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

İçindekiler


3 Giriş

4 İlk bilimsel düşünceler

6 Eski Yunan'da bilim

8 Eski dünyada tıp

10 İslam dünyasında bilim

12 Ortaçağ Avrupasında bilim

14 Dünya ve Güneş

16 İnsan vücudunun keşfi

18 Rönesans süresince bilim

20 Bilim kurumları

22 Deneyin yükselişi

24 Doğadaki varlıkların sınıflandırılması

26 Dünya'nın yaşı

28 Evrim

30 Modern kimyanın gelişimi

32 Elektrikle ilgili araştırmalar

34 Hastalıklarla savaş

36 Dalgalar ve ışınım

38 Yaşam bilimi

40 Atomun iç yapısı

42 Evrenin başlangıcı

44 Bilim dünyasında kadınlar

46 Bilim tarihinde dönüm noktaları

48 Dizin

Giriş

Bu kitabın konusunu, dünyanın en büyük bilim adamlarından bazılarının yaşamları ve eserleri oluşturuyor. Kitap, gökle ilgili en eski gözlemlerden çağdaş evren kuramlarına dek uzanıyor. Kapsamlı bir bilim tarihi değil, ama çağlar boyu insanların yaşamları üzerinde son derece etkili olmuş atılımları ve buluşları ayrıntılı olarak anlatıyor.

Bilim adamı kimdir?

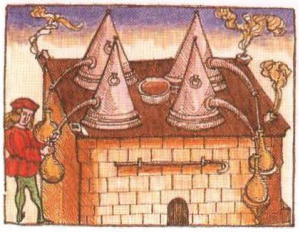
Bilim adamları, dünya ve onun işleyişi hakkında bilgi toplayan insanlardır. Bunu yapmak için sorular sorar, ardından gözlem ve deneyi kullanarak, bu soruları yanıtlamaya çalışırlar. Bugün birçok farklı dalda çalışan bilim adamı vardır, ama 200 yıl öncesine kadar insanlar bilim dalları arasında bir ayırım yapmıyordu. Aslında, 'bilim adamı' sözü de 1830'dan önce kullanılmıyordu.



Yukarıdaki 16. yüzyıl gravürünün de gösterdiği gibi, binyıllar boyunca insanların çoğu, Dünya'nın evrenin merkezinde olduğuna inandı.

Bilim nasıl başladı?

Bilim, yaşamı sürdürme ihtiyacının ortaya çıkardığı bir bilgi arayışı olarak başladı. Örneğin, ilk avcılar avladıkları hayvanların alışkanlıklarını ve türlerini incelediler. Bitkilerle otların yiyecek ve ilaç olarak yararlarını keşfettiler. Maden ve mineral gibi doğal maddelerden nasıl yararlanabileceklerini bulmaya çalıştılar. İnsanlar, ellerindeki bu malzemelerle deneyler yaparak yaşamlarının niteliğini artıracak yollar geliştirdiler.



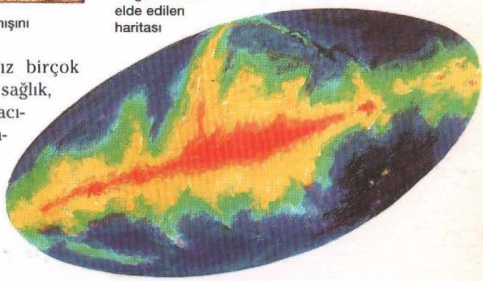
Sıvıların ısıtılarak şişelerde toplanışını gösteren bir 16. yüzyıl resmi

Bugün sıradan saydığımız birçok şey için, rahat bir yaşam, sağlık, eğlence için bilime ihtiyacımız var. Bu kitap, bu bilimsel gelişmeleri olanaklı kılan insanların birçoğunu konu ediniyor.

Sınırların genişlemesi

Bilginin sınırları hep genişler; bir çağın doğruları çoğu zaman sonraki çağın insanları tarafından sorgulanır. Bugün bilim adamları, kuramlarının gelecekte değişikliğe uğrayabileceğini genellikle kabul ederler. Yeni icatlar ve yeni buluşlar, dünyaya bakış açımızı da etkiler. Örneğin, birçok 15. yüzyıl Avrupalısı göğün, Dünya'nın çevresindeki yıldızlarla gezegenleri taşıyan kristal kürelerden meydana geldiğine inanıyordu. Fakat teleskopun icadının olanaklı kıldığı buluşlar, insanları bu fikri bir tarafa bırakmaya itti. Evreni, önceleri düşündüklerinden daha geniş olarak tasarlamaya başladılar. Bu da insanların, evrendeki yerleriyle ilgili fikirlerini değiştirdi.

Gökadamızın radyo dalgalarından elde edilen haritası



Tarihsel Sıralama

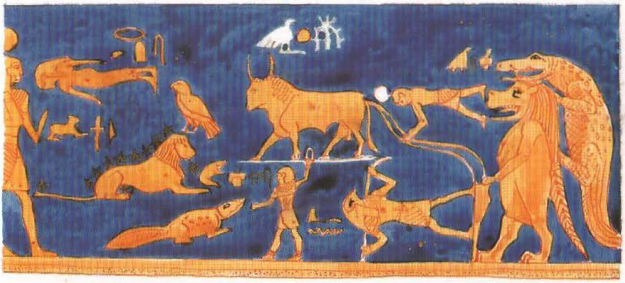
Tarihsel bir sıra izlenmiş olan bu kitap, en eski bilimsel düşüncelerle ve eski dünyada kullanılan tıp sanatlarıyla başlıyor. Ardından Ortaçağ Arap düşünürleri ve bu düşünürlerin, klasik bilgilerin korunup geliştirilmesinde ve Rönesans Avrupasına aktarılmasında oynadıkları önemli rol gözden geçiriliyor. Bu noktadan sonra kitap, bilimin, bugün bildiğimiz dallara adım adım ayrılışı yönündeki gelişimini gözler önüne seriyor. Bilimle din arasındaki değişen ilişkiler, ilk başlarda birçok bilim adamının karşı karşıya kaldığı güçlükler irdeleniyor. Kitapta, bilim kurumlarıyla ve bilim kadınlarının çok önemli, ama küçümsenen rolleriyle ilgili sayfalar da bulunuyor. 46. ve 47. sayfalarda ise kitapta anlatılan başlıca olaylar özetleniyor.

Tarihler

İsa'nın doğumundan önceye rastlayan tarihler M.Ö., İsa'nın doğumundan biraz sonraya rastlayan tarihler ise, M.S. harfleriyle gösterildi. Kimi tarihlerin başında 'c' kısaltması göreceksiniz. Bu, "dolaylarında, yaklaşık" anlamına gelen Latince *circa* sözcüğünü temsil eden bir kısaltmadır. Tarihçiler onu, bir olayın tam olarak ne zaman meydana geldiğini bilmediklerinde kullanırlar.

İlk bilimsel düşünceler

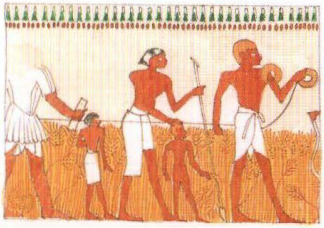
Bilim, dünya ve dünyanın işleyişi hakkında bilgi toplama ve bunlarla ilgili sorulara yanıt verme sürecidir. Bugün bilim, kimya ve biyoloji gibi farklı dallara ayrılmıştır. Fakat eski zamanlarda insanlar, bilim ile öteki araştırma alanları arasında bir ayırım yapmıyordu. Bugün bilimsel diye kabul edeceğimiz birçok soruya, o zamanlar, dinsel ve felsefi açıklamalar getirilmekteydi. İlk "bilim adamları"nın çoğunun adını bilmiyoruz, ama düşünceleri konusunda elimizde birtakım bilgiler var.



Bu Mısır resminde, takımyıldızlar (yıldız kümelenmeleri) birer Tanrı olarak resmedilmiştir.

Eski Mısırlılar

Dünya tarihindeki en eski uygarlıklardan biri Eski Mısır uygarlığıydı. Bu uygarlık, 5000 yılı aşkın bir süre önce başladı ve 3000 yıldan fazla sürdü. Mısırlılar çok becerikliydi ve özellikle yapı sanatında usta zanaatkârlardı. Ama aynı zamanda da çevrelerindeki dünya hakkında kuramları olan büyük düşünürlerdi.



Bu duvar resminde, ölçüm yapan Mısırlı bir kadastro memuru görülüyor.

Mısırlı rahip-gökbilimciler, dini bayramların zamanını belirlemek için, Ay'ın ve yıldızların konumunu dev bir saat gibi kullandılar. Bu, Nil Nehri'nin her yıl ne zaman taşacağını bulmalarını sağladı. Nil Nehri'nin taşması tarım açısından yılın en önemli olayıydı. Yıldızlar konusundaki bilgilerini çeşitli takvimler geliştirmek için de kullandılar. Yılı 365 güne ayıran ilk takvimin İmhotep adında bir Mısırlı (Bkz. s. 8) tarafından önerildiği sanılıyor.

Mezopotamyalılar

Mezopotamya bölgesi (bugünkü Irak), Sümer ve Babil uygarlıkları da içinde olmak üzere birkaç eski uygarlığın ortaya çıktığı bir yerdi. Sümerlerin yıldızı, M.Ö. yaklaşık 4000 yılında parlamaya başladı. Usta birer gökbilimci ve matematikçiydiler. Ziggurat denen kocaman tapınaklar yapmışlardır.

Sümerler, çiviyazısı diye bilinen bir yazı sistemi de bulmuştur. Bu, sesleri göstermek için nesne resimleri yerine soyut işaretlerin kullanıldığı ilk yazıydı. Sümerler ayrıca, biri onluk birimlere dayanan, diğeri ise altmışlık birimlere dayanan iki sayı sistemi kullanmışlardır.

Babil uygarlığı, M.Ö. 1900'den başlayarak 1300 yıldan uzun bir süre Mezopotamya'da boy gösterdi. Babilli gökbilimciler Güneş ve Ay tutulmalarıyla, Ay, Venüs ve Merkür gezegenleriyle ilgili birçok gözlem yaptılar. Takımyıldızlara Tanrılarının adlarını verip göğü bölgelere ayırdılar. Bu, daha sonra Yunan astrolojisine temel oluşturdu.

Babilliler, yıllar boyunca topladıkları bilgileri kullanarak gezegenlerin devinimlerini gösteren ayrıntılı tablolar hazırlamışlardı. Bu tablolara bakarak gezegenlerin gelecekteki devinimlerini önceden kestirebiliyorlardı. Bu çabanın amacı, gezegenlerin devinimlerini açıklamak değildi; daha çok, takvimler oluşturmak ve geleceği önceden görmekti. Babilliler Dünya'yı denizlerde yüzen düz bir disk olarak düşünüyorlardı. Babil de onlara göre, dağlar tarafından kuşatılmıştı.



M.Ö. 600 dolaylarından kalma, Babillilere ait, taş üzerine kazınmış bir dünya haritası

Orta Amerika

M.Ö. 2000 dolaylarından sonra, Meksika ile Orta Amerika bölgesinde birkaç uygarlık gelişmeye başladı. Bunların en büyüklerinden biri Mayaların yarattığı uygarlıktı (M.Ö. 300-M.S. 900). Onu Toltek ve Aztek uygarlıkları izledi.



Meksika, Chichen Itza'daki Maya gözlemevi



Yıldızların ve gezegenlerin resmedildiği bir Aztek taşı. Aztekler (c. 1300-1521), Maya takvimini benimsemişlerdi.

Mayalar Dünya'yı, her birine bir ağaç ve bir kuş yakıştırdıkları dört "yön"e ya da bölüme ayırırlardı. Onların inancına göre Dünya, gölde yüzen dev bir timsahın sırtından başka bir şey değildi.

Bir Maya takviminden bölüm. Mayalar noktaları, tireleri ve eğri çizgileri, tarihi belirtmek için kullanırlardı.



En eski Yunan bilimi

Eski Yunan'da bilginler, "bilgi aşığı" anlamına gelen filozof adıyla bilinirlerdi. Bugün felsefe (kavram araştırması) olarak adlandırdığımız alandan ayrı olarak matematik, biyoloji, gökbilim, coğrafya gibi bilim alanlarında da araştırmalar yapmışlardır. Araştırmalarına yardım edecek, olabildiğince çok bilgiyi özenle toplamışlardır.

Miletoslu Thales

İlk önemli Yunan bilim okulu Doğu Akdeniz'de ortaya çıktı. Okulun en etkili filozoflarından biri, bugün Türkiye sınırları içinde bulunan eski liman kenti Miletos'tan (Milet) Thales'ti. Bir matematikçi ve gökbilimci olan Thales, her şeyin ana

Miletoslu Thales (M.Ö. c. 624-546)

maddesinin su olduğunu, bir disk biçiminde olan Dünya'nın da suda yüzdüğünü söylüyordu. İnsanın kafasını karıştıran olaylara, doğada olup bitenlere bakarak bir açıklama getirmeye çalıştığı için Thales'in yaptığı çok önemlidir. Örneğin, depremlerin nedeninin kızgın Tanrılar değil, okyanuslardaki sıcak su püskürmeleri olduğunu ileri sürmekteydi.

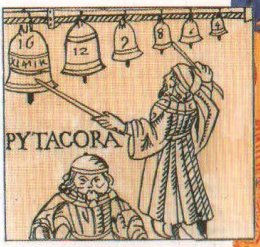
Pythagoras

Samos (Sisam) adasında doğan Pythagoras, eski Yunan filozoflarının en fazla saygı gösterilenlerinden biriydi. Gençken Mısır'a, Babil'e gitmiş, orada öğrendikleri, üzerinde derin izler bırakmıştır. Önemli bir din önderi olmuş, izinden gidenlerin oluşturduğu topluluğa Pythagorasçı Tarikat denmiştir.



Üzerinde Pythagoras'a yer veren bir Atina parası (M.Ö. c. 560-480)

Pythagorasçıların evren hakkındaki fikirleri iki temel düşünceye dayanır: Evrende sayıların büyük bir önemi olduğu ve her şeyin bir denge içinde olduğu düşüncesi. O ve onun izinde yürüyenler, güzelliğe ve düzene aşıktı. Bunun için, gezegenlerin devinimlerinin dairesel, gökcisimleri ile Dünya'nın da küre biçiminde olduğuna inanıyorlardı. Bunlar, 2000 yıl sonra bile hâlâ çok önemli düşüncelerdi.



Pythagoras, çanların büyüklüğü ile çıkardıkları sesler arasındaki ilişkiyi buldu.

Eski Yunan'da bilim

Eski Yunan'da insanlar, anlamakta güçlük çektikleri şeyleri açıklamak için Tanrılarıyla ilgili öyküleri kullanırlardı. Örneğin, Poseidon adındaki deniz tanrısına, kızdığında depreme yol açtığını düşündükleri için, "toprağı sarsan" da derlerdi. Fakat M.Ö. 6. yüzyıldan itibaren kimi insanlar, şeylerin, nasıl ve neden oldukları gibi oldukları, nasıl ve neden davrandıkları gibi davrandıkları konusunda daha gerçekçi açıklamalar aramaya başladılar. Bu bilgiye ulaşabilmek için, çevrelerindeki her şey hakkında bir yığın soru sordular, bu şeylerle ilgili birçok gözlemde bulunup hesaplar yaptılar.



Poseidon kabartmalı bir Yunan parası

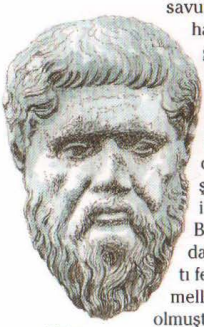
Atina'da Akademia

Platon, Batı felsefesinin kurucusu olarak kabul edilir. Atina'da doğdu, sonra Sokrates adındaki başka ünlü bir filozofun yanında eğitim gördü. 30 yaşlarındayken yabancı ülkeleri gezmeye karar verdi. Akdeniz'e kıyısı olan birçok ülkeyi gezdi, oralarda başka filozoflarla tanıştı.

Platon, M.Ö. 388'de Atina'ya döndüğünde öğretmenlik yapmaya karar verdi. Ertesi yıl, bütün Yunan dünyasında ün kazanan Akademia adında bir okul kurdu. Okul, Roma İmparatoru Justinianus tarafından M.S. 529'da kapatılana kadar, 900 yıldan fazla bir süre faaliyetini sürdürdü.

Platon'un düşünceleri ve etkisi

Platon, Araplar yoluyla bize kadar ulaşan, İdealar Öğretisi diye bilinen bir dizi düşünce geliştirdi. Bu öğreti, bilimsel düşünceyi din ve felsefeyle birleştirdiği için, daha sonraki düşünürler açısından çok önemlidir. Platon, beş duyumuzla (görme, işitme, tat, koku ve dokunma duyularımızla) farkına vardığımız her şeyin yalnızca bir dış görünüş olduğunu savundu. O, hakikatin, asla gözleyemeyeceğimiz, ancak aklımızla bilgisine ulaşabileceğimiz bir şey olduğuna inanıyordu. Bu düşünce, daha sonra Batı felsefesinin temellerinden biri olmuştur. Platon'un kendisinden sonraki filozoflarla bilim adamları üzerinde büyük etkisi olmuştur; ama bugün genellikle onun görüşlerinin, günümüzün deneye önem veren bilimi için bir engel oluşturduğu kabul edilir. Bunun nedeni, Platon'un, gözlemin, saf kuramsal bilgiye giden yolu içinden çıkılamayacak hale getirdiğini düşünmesi, bunun için de deneyi önemsememesidir. Örneğin, gezegenlerin devinimlerinin en iyi akılla anlaşılabileceğine, dikkatli gözlemlerin bu yolda bir işe yaramayacağına inanıyordu. Matematiği her türlü bilgi için anahtar olarak öne çıkarıyor; ancak, Arkhimedes'ten (Bkz. s. 7) farklı olarak, günlük yaşamda matematiğin bize gereken yönleriyle hiç ilgilenmiyordu.



Platon (M.Ö. 427-347)

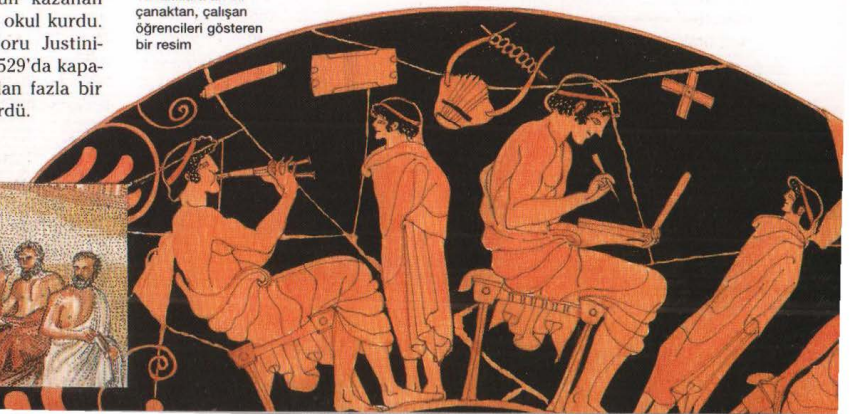
İskender'in öğretmeni

Aristoteles (M.Ö. 384-322) Yunanistan'ın kuzeydoğusunda, Makedonya'da doğdu. Daha çocukken annesiyle babası öldü; o da vasisi tarafından Platon'un Akademia'sına eğitim için gönderildi. Platon'un ölümü üzerine Atina'yı terk etti. Oniki yıl boyuca Yunanistan'da ve Küçük Asya'da dolaştı. M.Ö. 343'te Makedonya'ya geri döndü ve üç yıl Makedonya Prensi İskender'e (daha sonra Büyük İskender adıyla anılacaktır) öğretmenlik yaptı. İskender'in, babasının yerine kral olmasının ardından Atina'ya dönüp kendi okulu Lykeion'u kurdu.



Bu mozaik parçasında, İskender bir savaş sırasında gösteriliyor.

Yunanlılara ait bir çanaktan, çalışan öğrencileri gösteren bir resim



Akademia'da filozofları gösteren bir mozaik



İskender'in ölümünden sonra (M.Ö. 323), son kez Atina'dan ayrılıp Euboia (Eğriboz) adasında, Khalkis'te bulunan malikânesine çekildi ve orada öldü.

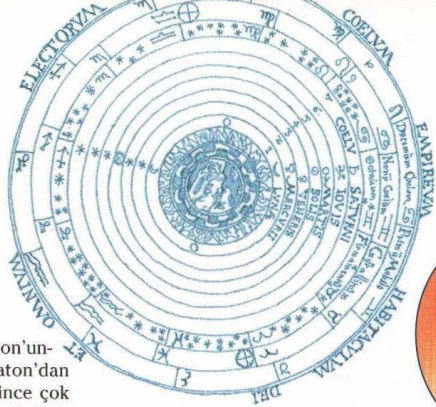
Lykeion'da öğretilenler

Aristoteles'in kanıları Platon'unkilerden çok ayrıydı. Platon'dan farklı olarak, elden geldiğince çok bilgi toplamak gerektiğini düşünüyordu. Yüzyıllar sonra Araplar aracılığıyla bize ulaşan kitaplarında çağdaş bilimin temelleri atılmıştır. Aristoteles'e göre, başımızın üstündeki gökte, ayağımızın altındaki yeryüzünde bulunan her şeye, Tanrılar belli, değişmeyen bir yer ayırmıştır. O, bir şeyin sistemde yer alan bütün öteki şeylerin yeri değişmeden, tek başına değişmeyeceğine inanıyordu. Aristoteles, canlı şeylerin, taş gibi cansız maddelerin üstünde yer aldığı bir "Doğa Merdiveni" tasarlamıştı. İnsanlara hayvanların üstünde bir yer ayrılmıştı. Tanrılara gelince, onlar bütün her şeyin üstünde hüküm sürüyorlardı.



Aristoteles'in Doğa Merdiveni'ni gösteren bir Ortaçağ resmi

Aristoteles, evrenin küre biçimindeki Dünya'nın çevresinde iç içe geçmiş bir küreler topluluğundan meydana geldiğine inanıyordu. Dünya'nın hemen dışında atmosfer küresi yer alıyor, onu toprak, su, hava ve ateş küreleri izliyordu. Ateş küresinin ötesinde *aether* (Yunanca "parlayan" anlamına gelen bir sözcüktür) dediği bir maddeyi içeren bir bölge uzanıyordu. Onun da ötesinde gezegenler ile yıldızları taşıyan küreler, en dışta da hepsini kuşatan ve bütün sistemin hareketini denetleyen bir küre bulunuyordu.



Aristoteles'in evren görüşünün Ortaçağ yorumu

Aristoteles'in etkisi

Aristoteles'in bilime asıl katkısı, dikkatli gözleme ve çok ayrıntılı sınıflandırmaya verdiği önemdir. Düşünceleri 1500 yıl boyunca Avrupa'da son derece etkili olmuş, bu düşünceler ancak Rönesans'ta, en çok da Galileo tarafından (Bkz. s. 18) sorgulanmıştır. Aristoteles'in kurduğu sistemin kendisi aslında katı değildi. Fakat Ortaçağ'da, birçok insan tarafından, kralların soylulara, soylulara da köylülere hükmettiği değişmez bir toplumsal düzen olan feodal sistemi haklı çıkarmak ve sürdürmek için kullanıldı.



Resim, Ortaçağ'daki başlıca üç uğraşı alanını gösteriyor: Rahiplik, askerlik ve çiftçilik.

Matematikçi ve mucit

Arkhimedes, Sicilya'da bir Yunan kolonisi olan Syrakusa'da doğdu. Parlak bir matematikçiydi. Mısır'da, İskenderiye'de Museon adındaki ünlü bir bilim okulunda eğitim aldı. M.Ö. 212'de Romalılar Syrakusa'yı ele geçirdiğinde öldürüldü.



Arkhimedes (M.Ö. 287-212)

En çok Arkhimedes İlkesi denen bir yasa dolayısıyla tanınır. Bu yasa, bir nesnenin sıvıya batırıldığında, yer değiştiren sıvının ağırlığına eşit bir kuvvetle yukarı doğru itileceğini belirtir. Söylendiğine göre, Arkhimedes banyoya girdiğinde vücudunun suyu taşırdığını görünce, *Eureka* ("Buldum") diye bağırmış.



Arkhimedes'i banyoda gösteren bir Ortaçağ resmi

Uygulamalı matematik

Arkhimedes, geometriyi eğrileri, alanları ve katı cisimlerin hacimlerini ölçmek için kullanmıştır. Su alan gemilerden suyu boşaltmak için yararlanılan Arkhimedes burgusu gibi kaldıraç düzenekleri tasarlamıştır. Suyu bir düzeyden başka bir düzeye çıkarmak için hâlâ bu ilkeden yararlanılmaktadır.

Arkhimedes'in Romalı bir asker tarafından öldürülüşünü gösteren bir mozaik



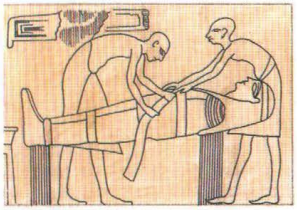


Eski dünyada tıp

İnsanlar her zaman rahatsızlıklarla, hastalıklarla ve ölümle uğraşmak zorunda kalmışlar, ama bunlara getirilen açıklamalar ile uygulanan tedaviler tarih boyunca bölgeden bölgeye değişmiştir. Rahatsızlık, birçok yerde ya bir zehirin ya da büyünün bedeni etkisi altına alması olarak görülmüş ya da kişinin ruhunu çalan kızgın Tanrılara bağlanmıştır. İlk hekimler yarı doktor yarı rahipti. Tıbbi tedavinin rahatsızlıkları giderebileceğine, ama rahatsızlığın asıl nedeninin ancak Tanrılara dua edip kurbanlar sunmakla ortadan kaldırılabileceğine inanırlardı.

Mısır tıbbı

Eski Mısırlılar son derece iyi cerrahlardı. Türlü türlü ilaçlar kullanır, çeşitli cerrahi tekniklerden yararlanırlardı. Mumyalama (ölü bedenin çürümekten korunması) uygulamasından dolayı insan anatomisi konusundaki bilgileri mükemmeldi. Ölen kişinin ruhunun, yani *Ka*'nın beden çürüyüp yok olursa öleceğine inanırlardı. Ruha bir yer sağlamak amacıyla, beden elden geldiği kadar özenle korunurdu.



Bu Mısır duvar resminde, mumyalama işleminin bir bölümü betimleniyor.

Önce ceset temizlenir, sonra beyin ve iç organlar (kalp, karaciğer, akciğer gibi) çıkarılıp şarapla yıkanırdı. Ardından, koruyucu otlarla birlikte kanopos küpü denilen özel küplere yerleştirilirdi. Vücut parfümlerle ve hoş kokulu reçinelerle doldurul-



Parlak renklerle boyanmış bir Mısır kanopos küpü

duktan sonra dikilip kapatılırdı. Natron (nemlendirilmiş bir sodyum karbonat karışımı) ile sıvanır ve yaklaşık 35 gün boyunca kurutulurdu. En sonunda da reçine sürülüp ketene sarılır, ardından hava sızdırmayan bir sandukaya konulurdu. En ünlü Mısırlı doktor, aynı zamanda bir mimar ve yüksek rahip olan İmhotep'ti (M.Ö. 2650 dolaylarında yaşamıştır).



İmhotep

Hint tıbbı

En iyi bilinen eski Hint tıp kitabı, ilk olarak tamamı M.Ö. 700 dolaylarında Hindistan'da derlenen *Ayurveda*'dır. Bu kitapta, hastalık vücutta bulunan maddelerin dengesizliği olarak görülür. Doktorlar, zararlı maddeleri atıp onların yerine vücutla daha uyumlu olanları koymak için ilaçlar kullanırlardı. *Ayurveda*, Hindu doktorların yiyecekleri ve sindirim sistemini iyi bildiklerini göstermektedir.

Hintli doktorlar cerrahi tedavide üstündüler. *Ayurveda* farklı birçok cerrahi aleti ayrıntılı olarak betimler. Hint doktorları, özellikle karın ve mesane bölgesindeki birçok ameliyatın nasıl yapılacağını biliyorlardı. Gözlerdeki perdeyi (katarakt) alabiliyorlardı. Ayrıca, vücudun hasar görmüş bölümlerinin onarılması işinde de ünlüydüler. Yarılmış dudakları dikip birleştirmek için saç kılı kullanıyorlardı.



Buruna uygulanabilecek bir plastik müdahaleyi gösteren Hint resmi

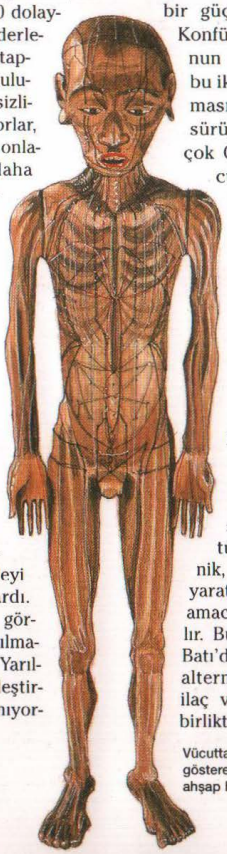
Çin tıbbı

M.Ö. 6. yüzyılda Konfüçyüs (M.Ö. 551-479) adında Çinli bir filozof, insanların *yin* ve *yang* olarak bilinen iki karşıt gücün egemen olduğu bir evrene sıkı sıkıya bağlı olduğunu ileri sürdü. Bunlardan *yin* olumsuz bir güç, *yang* ise olumlu bir güç olarak görülüyordu. Konfüçyüs, evrenin uyumunun ve insanın sağlığının bu iki gücün dengede tutulmasına bağlı olduğunu ileri sürüyordu. Bugün de birçok Çinli, bu iki gücün vücutta ruh ya da sıvı olarak dolaştığına inanır.



Hastanın nabzına nasıl bakılacağını gösteren Çin resmi

Bu iki ruhun uygun akışı, vücutta daha önceden belirlenmiş noktalara iğneler batırılarak sağlanabilir. Akupunktur olarak bilinen bu teknik, cerrahi müdahalelerin yarattığı ağrıları hafifletmek amacıyla ilaç yerine kullanılır. Bugün Çin'de ve giderek Batı'da, akupunktur ve öteki alternatif tıp uygulamaları ilaç ve cerrahi müdahaleyle birlikte kullanılmaktadır.



Vücuttaki akupunktur noktalarını gösteren, 17. yüzyıldan kalma ahşap bir Çin heykeli

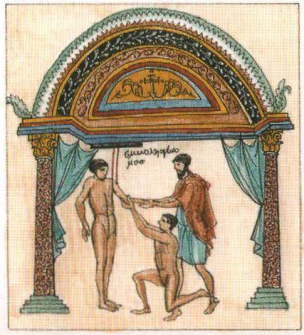
Yunan tıbbı

M.Ö. 5. yüzyılda, küçük bir Yunan adası olan Kos'ta (İstanköy) bulunan bir tıp okulu çok önemli bir okul haline geldi. Kos'taki hekimler kemik kırıklarının tedavisinde çok başarılıydılar, ama iç organlar konusunda çok az şey biliyorlardı. Hastalıkların vücutta dolaşan dört sıvı (kan, kara safra, sarı safra ve tükürük) ve bunlarla ilgili dört nitelik (sıcaklık, soğukluk, kuruluk ve nemlilik) arasındaki dengenin bozulmasından kaynaklandığına inanıyorlardı. Ada, "tıbbın babası" olarak bilinen, doktor Hippokrates'in yurduydu. Çağdaş doktorlar gibi o da tedavinin hangi koşullar altında başarılı olduğu konusunda olduğu kadar, hangi koşullarda başarısız olduğu konusunda da kayıt tutmakta ısrar ediyordu. Hippokrates, vücudu doğal yollardan iyileştirmenin önemini vurgulayanlardandı. Bunun için çok az ilaç kullanıyor, onun yerine rahatlatıcı sıcak banyo ve hafif yiyeceklerle beslenme gibi tedavi yollarını salık veriyordu. O zamanlar birçok insan, sözgelimi epilepsi (sara) hastalığının Tanrıların verdiği bir ceza olduğu düşüncesindeydi. Fakat Hippokrates bunu kabul etmiyor, hastalığın doğal nedenlerden ileri geldiğini söylüyordu.



Hippokrates'in (M.Ö. c. 450-370) 14. yüzyılda yapılmış bir portresi

Yunan tıbbının Ortaçağ ve Rönesans Avrupasına etkisi çok büyüktü. Hippokrates'in derslerini Yunanlılar biraraya getirdi ve *Hippokrates Derlemesi* denen büyük bir tıp kitabı ortaya çıktı. Bu kitabın bölümleri, 19. yüzyılın sonlarında bile Avrupa'daki tıp okullarında hâlâ ders kitabı olarak kullanılmaktaydı. Bugün doktorlar her zaman hasta yararına çalışacakları konusunda bir yemin ederler. Bu yemine, Hippokrates'in anısına Hipokrat Yemini denir.



Bu Ortaçağ resminde, çıkan kolu tedavi edilmekte olan Yunanlı bir hasta görüyorsunuz.

Roma tıbbı

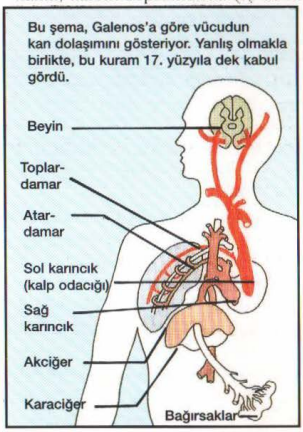
Roma dönemindeki doktorların en ünlüsü Galenos'tur. Küçük Asya'da Pergamon'da (Bergama) doğmuştur. Yunanlı bir mimarın oğludur. M.S. 161'de Roma'ya gitmiş, bütün doktorluk yaşamı orada geçmiştir. Bir tıp geleneği yaratmış ve bunda o derece başarılı olmuştur ki sonunda imparatorluk ailesinin hekimliğine getirilmiştir.

Galenos'un çalışmaları Arap dünyası ve Avrupa'da Ortaçağ boyunca son derece etkili olmuştur. İnsan vücudunun fiziksel yapısı ve işlevleri konusunda önemli araştırmalar yapmıştır. Yasal olmadığı için, kadavraları (insan ölülerini) kesip açarak bilgi edinemediğinden, maymun ve domuz ölülerinden yararlanmak zorunda kalmıştır. Ne var ki hayvanlar insanlardan farklı olduğu için, 16. yüzyılda Vesalius'un (Bkz. s. 16) çalışmalarına kadar doğru kabul edilen insan anatomisi ile ilgili kuramları birçok yanlışı içermekteydi.



Galenos'un (M.S. c. 129-200) büstü

Galenos'un dolaşım sistemi birkaç bakımdan yanlıştı. Kanı kalbe taşıyan toplardamarları vücudun sağ tarafına, kalpten vücudun çeşitli bölümlerine taşıyan atardamarları ise vücudun soluna koymuştur. Ayrıca kanın, kalbin septumunda (iç duvarında) bulunan gözeneklerden sızdığına inanıyordu.



Galenos derslerinde, kalbin atardamarlardan kanı "pneuma" (akciğerlerin havayı içine çektiğinde elde ettiği bir çeşit ruh) dediği bir şeyle karışmış olarak pompaladığını anlatıyordu. Kanın vücutta dolaşmadığını, ancak ihtiyacı olan organlara gönderildiğini ileri sürüyordu. Bu kuram yanlıştı, fakat 17. yüzyılda William Harvey (Bkz. s. 17) adındaki bir İngiliz doktor, kanın sürekli olarak bütün vücudu baştan aşağı dolaştığını saptayana kadar doğru kabul edildi.

İslam dünyasında bilim

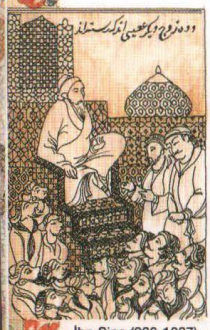
M.S. 7. yüzyılda Arabistan'da Muhammet Peygamber İslamiyet adında yeni bir din kurdu. Ölümünü izleyen yüzyıl içinde ona inananlar (yani Müslümanlar), İspanya'dan Çin sınırına kadar uzanan ülkeleri fethedip büyük bir imparatorluk kurdular. Arap dünyasında, özellikle 900 ile 1200 yılları arasında, sanat ve bilim büyük bir gelişme gösterdi. Araplar bilime kendi katkılarını getirdikleri gibi, kurdukları imparatorluğun farklı halklarından, özellikle de Yunanlılar ile Perslerden birçok bilimsel düşünceyi de aldılar. İslam düşünürleri bu şekilde Eskiçağ dünyasında ortaya atılan fikirlerin Ortaçağ Avrupasına ulaşmasına yardımcı oldular. Onlar olmasaydı bunların pek çoğu unutulup giderdi.



Bu İslam minyatüründe Aristoteles (Bkz. s. 6) bir öğrencisiyle birlikte gösteriliyor.

Büyük bir düşünür

Avrupa'da Avicenna adıyla bilinen İbn Sina, farklı birçok alanda yaklaşık 270 kitap yazmış, son derece bilgili ve çok yönlü bir insandı. Buhara'da doğmuştu. Daha 16 yaşındayken tıp alanında birtakım çalışmalar yapmaktaydı. Yaşamının değişik dönemlerinde kanun adamlığı ve öğretmenlik yapmıştır. Ayrıca politikayla da ilgilenmiş, İran hükümdarlarının danışmanı olmuştur. Kolikten (karın bölgesi iltihabından) ölmüştür, ama zehirlenmiş olabileceği konusunda da birtakım kuşkular vardır.



İbn Sina (980-1037) bir sınıf öğrenciye ders verirken



Bir dişçiyi diş çekerken gösteren İslam elyazması

İbn Sina tıpla ilgili dev bir kitap olan *Kanun*'u yazdı. Bu kitap Avrupa'da tıp öğretimini 17. yüzyıla dek etkiledi. İslam yasaları insan vücudunun kesilip parçalanmasını yasakladığı için, kitap daha çok hastalıkların tanı ve tedavisi ile ilaçların hazırlanışından söz ediyordu. İbn Sina'nın başka bir büyük çalışması da *Şifa* başlıklı, felsefeden, matematik ve fiziğe kadar çok geniş bir alana uzanan büyük bir ansiklopediydi.

Simya ustası

Simya, Arap düşüncesinin önemli bir bölümüydü. Simyacılar, asıl iş olarak demir gibi değersiz madenleri altına çevirmenin yollarını arıyorlardı. Simya araştırmaları, bu araştırmalarda büyüye ve tılsıma başvurulmakla birlikte, deneyden yararlanmayı da gerekli kıldığı için çok önemliydi. Bunlar, kimya ve mineralbilim (madenleri araştıran bilim) de içinde olmak üzere bir iki çağdaş bilime temel oluşturdu.



Damıtmada kullanılan bir imbik

Ortaçağ Avrupasında Rhazes adıyla tanınan Ebubekir Razi (c. 854-935) İran'da, Rey kentinde doğdu. Müslüman simyacıların en büyüğü, 9. ile 10. yüzyıl tıbbının en ünlü simalarından biriydi. Fakat Ebubekir Razi dinsel öğretileri de sorgulayan birisiydi. Bu da onu din adamları arasında sevilmeyen biri haline getirmişti.

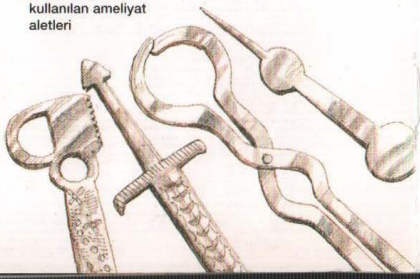
Ebubekir Razi yaşamının ilk bölümünü simyaya ayırdı. Simyacıların yaptıkları büyü ve tılsımların çoğunu kabul etmedi; daha çok onların deneysel düşünceleri üzerinde yoğunlaştı. Kimyasal maddelerin kullanımına yakın ilgi duydu. Simyada kullanılan damıtma (bir sıvıyı gaz haline gelene kadar kaynatma, sonra yeniden sıvı oluncaya kadar soğutma) gibi uygulamaları açık açık betimledi. Ayrıca, alet listesi yaparak bir laboratuvarın donatılması konusunda en eski önerilerde bulunan da o olmuştur.

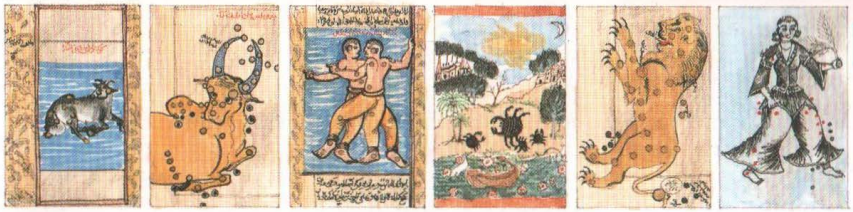


Bu pirinç araç, gelecekten haber verme sanatı olan falcılıkta kullanılıyordu.

Ebubekir Razi önce Rey'deki hastaneye başhekim atandı. Sonra Bağdat'taki hastanede başhekimlik yaptı. Alanında yüzlerce yapıt vererek, Müslüman tıp yazarlarının ilklerinden biri oldu. En ünlü kitabı, Yunan, Hint ve Çin tıp bilimi de içinde olmak üzere, o zaman bilinen bütün tıp uygulamalarını kapsayan *El-Havi*'ydi.

İslam dünyasında kullanılan ameliyat aletleri

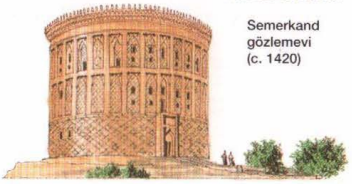




İslam dünyasındaki burç işaretleri. Soldan sağa doğru: Koç, Boğa, İkizler, Yengeç, Aslan, Başak.

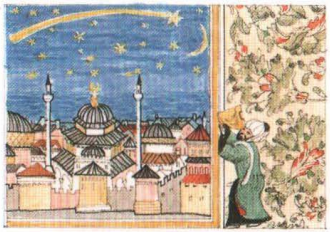
Gökbilimci ve saray adamı

Ebu Reyhan el-Bîrûnî (973-c. 1050) Harezm'de doğdu. Bilimsel araştırmalarına çok küçük yaşlarda başladı. 17 yaşında Güneş'i gözlemek için bir alet yaptı. Fakat 995'teki iç savaş onu ülke dışına kaçmak zorunda bıraktı.



Semerkand gözlemevi (c. 1420)

Bîrûnî iki yıl sonra yurduna döndü ve sarayda birçok resmi görevde bulundu. Bilimsel araştırmalarına, gözlemlerine devam etti. Güneş'i, Ay'ı ve yıldızları gözlemek için birçok alet tasarlayıp yaptı.



Türk gökbilimcisi Bîrûnî, yükseklik ölçme aletiyle bir göktaşını gözlüyor.

Bîrûnî'nin ilgi alanı ve araştırmaları gökbilimle sınırlı değildi. Coğrafya, matematik, ışığı ve gözü inceleyen optik, tıp, ilaçlar, değerli taşlar ve astroloji konularında son derece teknik bilgiler içeren yaklaşık 13 000 sayfa yazı kaleme aldı. Simyaya olan meraklı onu, maden ve metal alaşımları konusunda araştırma yapmaya yöneltti. Bu alanda yazdıkları daha sonra kimya biliminin gelişmesinde çok etkili oldu. Mineralbilim konusunda *Değerli Taşlar Kitabı* adında koca bir kitap da yazmıştır. Uzun yıllar boyunca hasta olmasına rağmen, 80 yaşında öldüğünde, arkasında birçok konuda yazılmış 140'ın üzerinde kitap bıraktı.

Mineralbilimle ilgili bir İslam elyazması

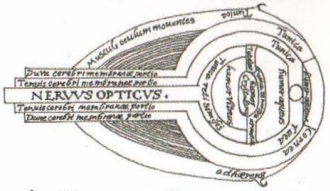


Mercekler ve ışık

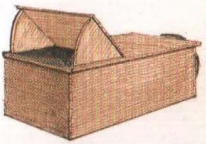
İbnülheysem (965-c. 1040), bütün İslam fizikçilerinin en büyüğüdür. Irak'ta, Basra kentinde doğdu ve Avrupa'da Alhazen adıyla tanındı. Halife el-Hâkim'in (996-1020) döneminde Akademi adı verilen bir okulda çalışmak üzere Kahire'ye gitti.

İbnülheysem, optik, gökbilim ve matematik de dahil değişik konularda kitaplar yazdı. Optik konusundaki yapıtı öyle geniş, öyle ayrıntılıydı ki daha sonra Avrupa'da bu konuda yapılan çalışmaların birçoğuna temel oluşturdu. *Optik Hazinesi* adlı kitabında daha önce Yunanlılarca ileri sürülmüş olan bir düşünceyi, gözün bakılan nesneye doğru ışık ışınları yaydığı düşüncesini reddetti. Onun yerine, ışık ışınlarının bakılan nesneden göze geldiğini ileri sürdü.

İbnülheysem'in gözün yapısı ile ilgili çalışmasını gösteren bir 16. yüzyıl resmi



İbnülheysem, ışığın merceklerden geçişi konusunu da inceledi. Işığın kırılmasının nedeninin, ışık ışınlarının hava, cam ve su gibi farklı ortamlarda farklı hızlarla hareket etmesi olduğu sonucuna vardı. Bu fikir 17. yüzyılda Kepler (Bkz. s.15) ve Descartes (Bkz. s.19) tarafından kullanıldı. İbnülheysem, ayrıca, dışarıdan imgeleri alıp bir duvara yansıtan karanlık kutuyu ilk geliştiren kişidir. Güneş'in tutulma sırasındaki görüntüsünü elde etmek için duvardaki bir deliği kullanmıştır.



İbnülheysem'in ilkelerinden yararlanılarak yapılmış bir 19. yüzyıl İngiliz karanlık kutusu



İslam dünyasındaki burç işaretleri. Soldan sağa doğru: Terazi, Akrep, Yay, Oğlak, Kova, Balık.

Ortaçağ Avrupasında bilim

M.S. yaklaşık 400'den 1400'e dek geçen dönem Avrupa'da genellikle Ortaçağ olarak bilinir. Bu zaman diliminin büyük bölümünde Hıristiyan Kilisesi çok güçlüydü ve yaşamın her alanını yönetti. Bilimle uğraşanların çoğu aynı zamanda birer Hıristiyan keşişiydi. Bunlar Kilise'nin öğretilerini izlemek zorundaydılar. Kilise'nin görüşleriyle çatışan insanlar genellikle işkenceden geçirilirdi.



Papa III. Innocentius (1198-1216) çok güçlü bir kilise önderiydi.

11. yüzyılın sonlarından başlayarak, çok sayıda Eski Yunan, Roma ve Arap yapıtı Müslüman İspanya yoluyla Kuzey Avrupa'ya ulaştı (Bkz. s. 10). Piskoposlar bu kitaplarda yer alan yeni bilgilerin, *Kitab-ı Mukaddes*'te dünyanın yaratılışıyla ilgili söylenenleri insanların sorgulamasına yol açmasından korktular. Fakat, Yunan ve Roma dünyası ile Arap dünyasından gelen bilim ve felsefe, zaman içinde Hıristiyan öğretisiyle barıştı.

Din ve felsefe

Aquinolu Thomas bir İtalyan keşişiydi. 1264'te *Summa contra gentiles* başlıklı bir kitap yazdı ve burada her şeyin Tanrı tarafından yaratıldığını, ama bilgi ile hakikatin başka kaynaklardan da gelebileceğini belirtti. Dinsel konularda Kilise ile *Kitab-ı Mukaddes*'in tek otorite olduğunu, ama bilim söz konusu olduğunda Yunanlılar ile Arapların yazdığı kitapların da Tanrı'nın yarattığı dünyayı açıklamakta yardımcı olabileceğini söyledi. Bu düşünceler, Kilise'nin Yunan ve Roma dünyasının öğretileriyle barışmasını sağladı.



Aquinolu Thomas (1225-74)

Yeni bilgi merkezleri

12. yüzyılın sonlarından itibaren, bütün Avrupa'da üniversite denilen yeni bilgi merkezleri kurulmaya başladı. Bologna, Oxford, Cambridge ve Paris'tekiler en önemlileriydi. Buralarda eğitim verenlerle okuyanların birçoğu Kilise'ye yakınlık duyan insanlardı. Böylece üniversiteler dinsel konularda yeni fikirler geliştiren önemli birer merkez haline geldiler.



İnsanı Tanrı tarafından kucaklanmış olan evrenin merkezinde gösteren bir resim

Robert Grosseteste (c. 1168-1253) İngiltere'de, Sussex'te doğdu. 13. yüzyılın ilk yarısında bilimsel araştırmalarda önder biri durumuna geldi. Oxford Üniversitesi'nde okudu, ardından 1209'dan itibaren Paris Üniversitesi'nde ders vermeye başladı. 1214'te Oxford'a döndü ve burada aralarında bir keşişler topluluğunun da bulunduğu bir grup öğrenciye öğretmenlik yaptı.

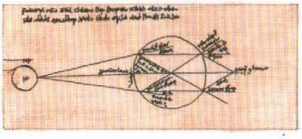
Bologna'daki yeni üniversitede bir sınıf



Bir Aristoteles destekçisi

Grosseteste, her zaman bilimsel önermelerin sınanmasının önemini vurguladı. Bu konuda, dikkatli gözlemlerden ve çözümlemelerden yararlanmayı öğütleyen Aristoteles'i destekliyordu. Gökbilim ve müzik de içinde olmak üzere, çok geniş bir alanda yazılar yazdı. En ünlü yapıtı optik ve ışığın davranışları konusundaydı. Onu yazarken, Arap bilim adamı İbnülheysem'in (Bkz. s. 11) kitabından etkilendi.

Grosseteste'in, ışığın mercekten geçişini gösteren bir çizimi



Grosseteste'in öğrencisi

Roger Bacon (c. 1214-c. 1294) İngiltere'de, Somerset'te doğdu. Oxford Üniversitesi'nde öğrenim görüp 1241'de Paris'e gitti. 1247'de Oxford'a döndü ve burada Grosseteste'in öğrencisi oldu. Yaşamının geri kalan bölümünde İngiltere'de ve Fransa'da dersler verdi.

Bacon'ın kendisi deney yapmadı, ama optik ve göz konularında bazı araştırmalar gerçekleştirdi. İbnülheysem'in, gözü görüntü oluşturan bir araç olarak kabul ettiğini düşündü. Işığın kırılmasının (bükülmesinin) nedenlerini kavrayıp mercekleri büyütme işlemi için kullanmayı öneren ilk insanlardan biri oldu.

1352 tarihli bu resim, merceğin gözlük olarak kullanılışını gösteren, bilinen en eski resimdir.



Kiliseyle çatışma

Bacon yaklaşık 40 yaşlarında Fransisken tarikatına girip keşiş oldu. Kavgacı yaradılışta biriydi. Fransiskenlerin başı Fidanzalı John (daha sonra Aziz Bonaventura) ile gökbilim ve astroloji konularında birçok tartışması oldu.

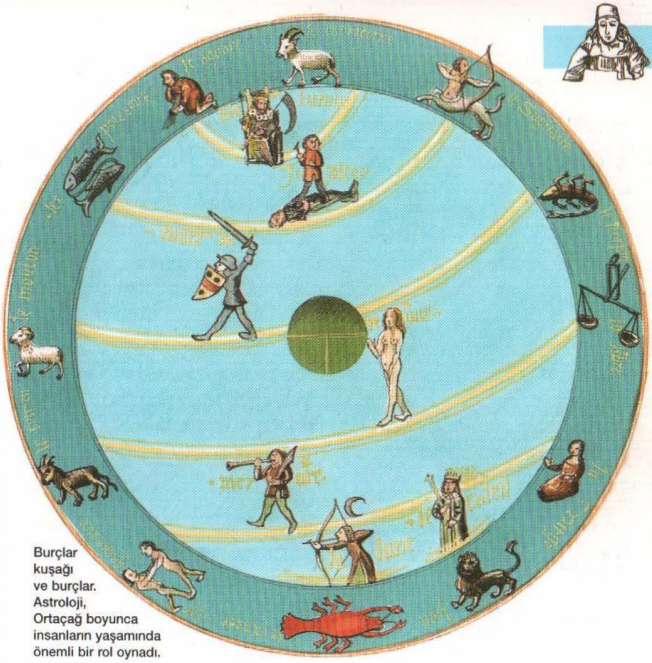
1267'de dostu Papa IV. Clemens'in teşvikiyle bilimin her alanındaki yazılardan oluşan önemli bir yapıt olan *Opus majus*'u yazdı. Bu kitapta ayrıca hem Fransiskenlerin hem de Dominikenlerin eğitim yöntemlerinin çağdışı ve bağnaz olduğunu ileri sürerek kınadı. Bu, onun din otoriteleri arasındaki kötü ününü daha da artırdı; hatta Papa'yı bile kızdırdı. Bacon 1277'de mahkemeye çıkarıldı ve Paris'teki hapishaneye gönderildi. Ona yüklenen suç, aklı ve felsefeyi Hıristiyan Kilisesi'nin yerleşmiş öğretilerinden daha önemli saymaktı.

Dini destekleyen bilim

Bacon, Kilise'nin otoritesine meydan okuduğu için değil, bilimsel yaklaşımı bakımından bilim tarihinin çok önemli simalarından biridir. O, bilimsel araştırmaların ve bilimin ilerlemesinin dini tamamlayıp desteklediğine inanıyordu. Bilimsel incelemelerin, insanların dünyanın bütün yönlerini anlamasını olanaklı kılacağını düşünüyordu. İnsanların, bu şekilde Tanrı'yla ve eserleriyle ilgili daha iyi bilgi edineceklerini savunuyordu.



Bu Ortaçağ resminde, Kilise (tepede), aşağıdaki farklı bilgi alanlarını denetlerken gösterilmektedir.



Burçlar kuşağı ve burçlar. Astroloji, Ortaçağ boyunca insanların yaşamında önemli bir rol oynadı.

Aristoteles'in yapıtları sorgulanıyor

Eskiçağda ileri sürülen birçok düşünce, özellikle de Aristoteles'inkiler 14. yüzyıla dek kabul gördü. Fakat bunlar, katı bir biçimde yorumlandılar. Dünya'nın evrenin merkezinde kımıldamadan durduğu düşünüldü.

Paris Üniversitesi hocalarından Jean Buridan (c. 1300-85) Yunanlılara ait "*impetus* kuramı"nı benimsedi ve Tanrı'nın gezegenler ve yıldızları Dünya'nın etrafında sonsuza dek devam edecek bir hızla döndürdüğünü ileri sürdü. Bu, doğaüstü güçleri bir kenara bıraktığı için, gezegenlerin devinimiyle ilgili fiziksel bir açıklama yolunda atılmış önemli bir adımdı. Buridan, Aristoteles'in tanrısal varlıkların gezegenleri ileri ittiği biçimindeki öğretisi ile çeliştiği için, bu düşüncesini yayımlamaktan çekindi.

Prenslerin dostu

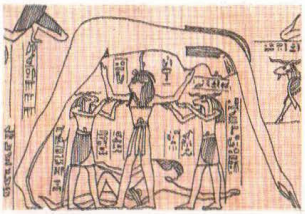
Nicolas Oresme (c. 1320-82) Fransa'da Normandiya'da doğdu. Lisieux Piskoposu oldu. Yaklaşık 1340'tan sonra Paris'te Buridan'ın yanında öğrenim gördü. Oresme, Aristoteles'in düşüncelerini sorgulama konusunda Buridan'dan daha ileri gitti. Dünya'nın sabit olamayacağını, aslında günde bir kez kendi ekseni etrafında dönmesi gerektiğini ileri sürdü. Ayrıca, gezegenlerin devinimlerini çözmek için matematikten yararlandı. Oresme'in düşünceleri daha sonra bilim adamlarının evrenin yapısıyla ilgili yeni fikirler geliştirmelerine yardımcı oldu. En sonunda da Aristoteles sisteminin 17. yüzyılda Galileo ve başkaları tarafından yıkılmasına yol açtı. (Bkz. s. 18).



Bir matematik sınıfını gösteren Ortaçağ gravürü

Dünya ve Güneş

Çok eski zamanlardan beri insanlar yıldızlarla gezegenlerin gizini anlamak istemiştir. İlk uygarlıklar, çeşitli takvimler hazırlamak için Güneş'in ve Ay'ın hareketlerinin çizelgesini çıkarmıştır.



Resimde Mısır gök tanrıçası Nut, yer-tanrı ile hava-tanrının üzerine eğilmiş olarak gösteriliyor.

Eski Mısırlılar bazı yıldızları, çoğunlukla dinsel bir anlam yükledikleri takımyıldız adı altında biraraya getirdiler. İnsanlar bunların ötesindeki dünya konusunda giderek daha fazla bilgi edindikçe gökbilim gelişti. Gökbilimciler, uzay hakkındaki sorularla, yıldızların ve gezegenlerin hareketleri hakkındaki sorulara yanıt bulmak için gökleri araştırdılar.

Ptolemaiosçu sistem

M.S. yaklaşık 150 yılında, İskenderiye'de oturan Yunanlı gökbilimci Ptolemaios, bugün *Almagest* (Yunanca "en büyük [kitap]" anlamına gelen *magistos* [biblos]'un Arapçalaşmış biçimi) diye bilinen önemli bir elkitabı yazdı. Bu kitapta, Dünya'nın kımıldamadan durduğu, Ay, Güneş ve gezegenlerin hep birlikte Dünya'nın çevresinde, yörünge denilen dairesel yollar üzerinde hareket ettikleri bir evren sistemi çizdi. Bütün yıldızlar dönmekte olan bir kürenin yüzeyinde çakılı durmaktaydı. Aristoteles'inkilere (Bkz. s. 6) dayanan bu düşünce, yermerkezli kuram olarak bilinmektedir. Neredeyse 1400 yıl boyunca evrene ilişkin kabul gören tek düşünce olmuştur. Fakat gökyüzünü araştırmak için yeni ve daha güçlü aletler geliştirildikçe, gökbilimcilerin bulguları da giderek sağlamlaşmıştır. Elde edilen yeni kanıtlar Ptolemaios'un yermerkezli kuramını yalanlamaya başlamıştır.



Ptolemaios'un düşüncelerinden yola çıkılarak yapılmış bu pirinç küre, yıldızların konumunu bulup çıkarmak için kullanılırdı.



Ptolemaios'u (M.S. c. 90-170) gösteren bir Ortaçağ gravürü

Kuşkuların belirmesi

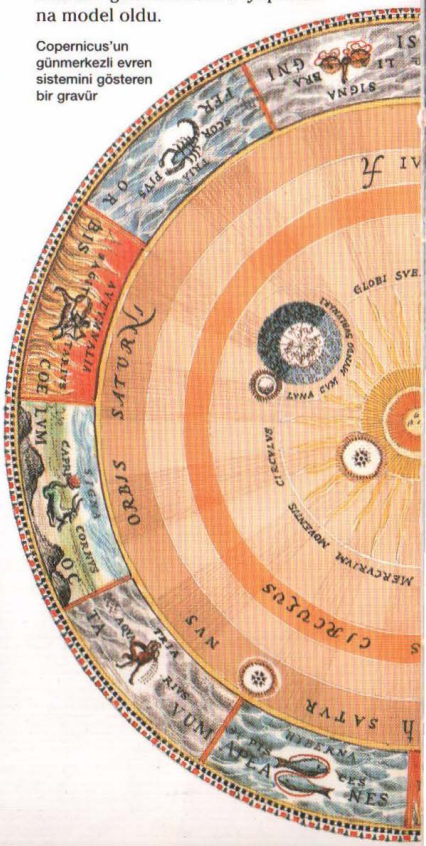
Daha çok Latinceleştirilmiş adıyla Copernicus olarak tanınan Nikolas Kopernik, Polonyalı bir keşişti. Polonya ve İtalya'da matematik, tıp ve hukuk öğrenimi gördükten sonra Polonya'da, Fraunberg Katedrali'nde özel görevli rahip oldu. Orada gökbilim ilgisini çekti ve Dünya'nın evrenin merkezinde bulunduğundan kuşku duymaya başladı. Onun yerine Güneş'in merkezde yer aldığı, Dünya da içinde olmak üzere gezegenlerin onun çevresindeki bir yörünge üzerinde daireler çizerek döndükleri günmerkezli (Güneş'i merkeze koyan) kuram olarak bilinen bir sistem önerdi.



Copernicus (1473-1543)

Copernicus bu kuramı *De revolutionibus orbium caelestium* (Göksel Kürelerin Dönüşleri Üzerine) adlı kitabında anlattı. Ne var ki Kilise, *Kitab-ı Mukaddes*'te ileri sürülen görüşe bağlı kalarak Dünya'nın evrenin kalbi olduğunu söylüyordu. Copernicus bir rahip olduğu için, Kilise tarafından eleştirilip cezalandırılacağından korkarak kitabını yayımlamamaya karar verdi.

En sonunda 1543'te, ölümünden kısa bir süre önce kitabını yayımlama konusunda ikna edildi. Fakat yayıncılar, kendilerini Kilise'nin eleştirilerinden korumak amacıyla, bilgisi dışında kitaba bir önsöz ekleddiler ve burada Copernicus'un tasarısının evrenin gerçek resmi olmadığını, yalnızca bir kuram olduğunu belirttiler. Bu önsöz, kitabın etkisini azalttı. Bugün artık yanlış olduğunu bildiğimiz birçok düşünceye içinde yer verilmekle birlikte kitap, Kepler (Bkz. karşı sayfa) ve Galileo gibi daha sonraki gökbilimcilerin yapıtlarına model oldu.

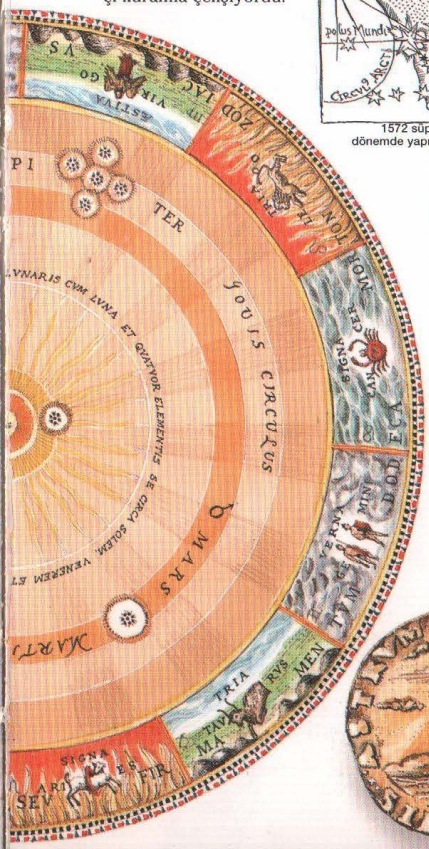


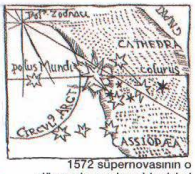
Copernicus'un günmerkezli evren sistemini gösteren bir gravür

Yeni bir yıldız

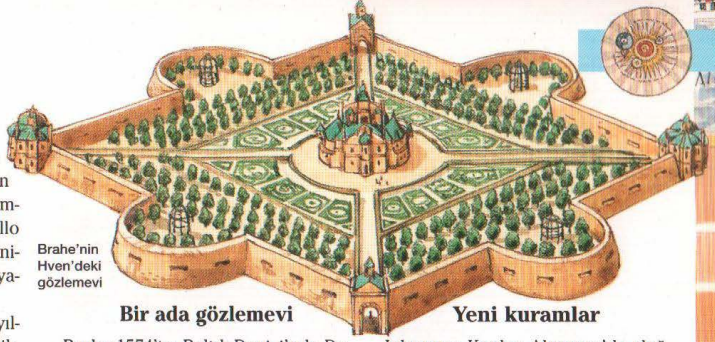
Tycho Brahe o zamanlar Danimarka'ya, bugün İsveç'e ait olan Skåne'de doğdu. Kavgacı bir adamdı. Burnunun bir bölümü bir düello sırasında kopmuştu. Kopenhag Üniversitesi'nde okurken gökbilimle yakından ilgilenmeye başladı.

1572'de gökyüzünde yeni bir yıldızın görünmesi gökbilimcilerin dikkatini çekti (Olasıdır ki bugün süpernova diye bildiğimiz bir gökcismiydi bu). Brahe yeni yıldızın Ay'ın ötesinde olduğunu hesapladı. Bu, gökyüzünün yalnızca Dünya ile Ay arasındaki bölümünün değişebileceğini söyleyen Aristotelesçi kuramla çelişiyordu.





1572 süpernovasının o dönemde yapılmış bir çizimi


Brahe'nin Hven'deki gözlemevi

Bir ada gözlemevi

Brahe 1574'te, Baltık Denizi'nde Danimarka Kralı II. Frederick'in kendisine verdiği Hven adasında bir gözlemevi kurdu. 1577'de bir kuyruklu yıldıza ilişkin gözlemleri (Bkz. s. 23), bu kuyruklu yıldızın Ay'ın ötesindeki gezegenler arasında hareket halinde olduğunu gösterdi. Bu da gökyüzünde değişme olduğunu kanıtlıyordu. Kendi bulguları, Aristoteles'in evren görüşüyle birkaç temel noktada çelişiyordu; ama o, Kilise'nin öğretilerine ters düştüğü için Copernicus'un görüşünü kabul etmeyecekti. Bunun yerine, gezegenlerin Güneş'in çevresinde, Güneş'in ise, evrenin merkezinde duran Dünya'nın çevresinde bir yörüngede döndüğü uzlaştırıcı bir sistem ortaya attı.


Tycho Brahe (1546-1601)

1588'de Frederick ölünce, Danimarka Kraliyet Ailesi, Hven gözlemevinin bakım masrafları için ayrılan parayı kesti. Brahe, bundan bir yıl sonra Prag'a taşındı. Yaşamının geri kalan bölümünde orada kalarak gökbilim çalışmalarını sürdürdü.


1577'nin büyük kuyrukluyıldızının anısına basılan madalyon

Yeni kuramlar

Johannes Kepler Almanya'da doğdu. Avusturya'da, Graz'da matematik dersleri verdi, sonra Brahe'nin asistanı olmak için Prag'a taşındı. Brahe öldüğünde, gökbilimsel bulgularını Copernicus'un kuramlarını çürütmek için kullanmasını vasiyet ederek Kepler'e bıraktı.

Kepler, gezegenlerin yörüngeleri konusunda yıllarca çalıştı, fakat topladığı bilgiler ne Brahe'nin ne de Copernicus'un kuramına uyuyordu. Gezegenlerin Güneş'in çevresinde gerçekten daire çizmekle birlikte, bunun tam bir daire olmadığını, elips olduğunu ortaya çıkardı. Ayrıca, gezegenler yol alırken hızlarının, Güneş'e olan uzaklıklarına bağlı olarak değiştiğini de gördü. Bunlar, Kepler'in gezegenlerin devinimleriyle ilgili üç yasasının temelidir. Bunlardan başka, Güneş'in gezegenlerin hareketi üzerinde çok güçlü bir etkisi olduğunu da anladı.


Johannes Kepler (1571-1630)

Kepler bu kuramlarından birçoğunu, *Yeni Gökbilim* (1609) ve *Copernicus Gökbiliminin Özü* (1621) adlı kitaplarında yayımladı. O sıralarda çoğu insan onun fikirlerinin önemini anlayamadı, fakat yazdıkları daha sonra birçok gökbilimciyi derinden etkiledi. Newton, kendi çekim kuramını formülleştirirken Kepler'in yasalarından yararlandı (Bkz. s. 22).

İnsan vücudunun keşfi

Ortaçağ boyunca Avrupa'da tıp bilimi, Galenos ve ondan öncekilerin (Bkz. s. 8-9) çalışmalarına bağlı kaldı. Ancak, 12. yüzyılda Yunan ve Arap tıp kitapları Latince'ye çevrildikçe, Batı Avrupa'ya yeni fikirler ulaşmaya başladı. Doktorlar ve tıp bilimcileri eski kuramları sorgulamaya, sonra da kendi kuramlarını geliştirmeye başladılar.

Çetin bir kişilik

Aureolus Philippus Theophrastus Bombast von Hohenheim ya da bilinen öteki adıyla Paracelsus, İsviçre'de Zürich yakınlarında doğdu. İtalya'da Ferrara Üniversitesi'nde okudu, sonra orduda cerrahlık yaptı. Paracelsus, en yakın arkadaşlarına bile sert davranan, kırıcı bir insandı. Zengin insanlardan çok fazla ücret alır, buna karşılık yoksulları parasız tedavi ederdi. Romalı hekim Celsus'la ve öteki geleneksel doktorlarla uyuşmadığı çok fazla nokta olduğu için Paracelsus adını aldı (*Para*, Yunancada "karşı" anlamına gelir).



Paracelsus (1493-1541)

Gezgin bir doktor

Paracelsus 1527'de Basel Üniversitesi'nde hoca oldu. Burada bir muayenehanesi vardı. Fakat tıp otoriteleriyle arasında birçok anlaşmazlık vardı. Galenos ve İbn Sina'nın kitaplarını herkesin önünde yakınca Basel'den ayrılmak zorunda kaldı. Yaşamının geri kalan kısmında Avrupa'yı dolaştı. Bir yerde asla iki yıldan fazla kalmadı. Avusturya'da öldü.

Paracelsus, hastalıkların dört sıvı arasındaki dengesizlikten kaynaklandığını söyleyen (Bkz. s. 9), eski Yunan düşüncesine inanmıyordu. O, vücuda giren bir zehirin hastalığa neden olduğunu düşünüyordu. Zaman zaman hastaları, sahip oldukları hastalığın belirtilerine benzer belirtiler yaratan ilaçlar kullanarak tedavi ediyordu. Bu, vücuttaki doğal koruyucuları güçlendirerek bedeni iyileştirme yöntemi olan homeopatinin ilk biçimiydi.



Paracelsus ameliyat yaparken

Büyük anatomici

Andreas Vesalius, Kutsal Roma İmparatoru V. Charles'ın eczacısının oğlu olarak Brüksel'de doğdu. Önce Louvain'de, sonra Paris Üniversitesi'nde okudu, ama savaş onu Louvain'e geri dönmek zorunda bıraktı. Vesalius o sıralarda, insan vücudunun yapısını inceleyen anatomiyle yakından ilgileniyordu. Bunu tam anlamıyla yapabilmesi için insan ölülerini kesip parçalara ayırması gerekiyordu. Yasalar bunu yasakladığından, ihtiyaç duyduğu cesetler için ya mezarları soyuyor ya da darağaçlarından ölüleri çalıyordu. 1537'de, o sıralar Avrupa'nın en ünlü tıp okullarından biri olan, İtalya'daki Padova tıp okuluna devam etmeye başladı. Bilgisi o derece genişti ki iki günlük bir sınavın ardından kendisine doktorluk derecesi ardından da anatomi hocalığı verildi. Daha da sonra V. Charles'ın hekimi oldu, fakat 1564'te, Kudüs'e yaptığı bir hac yolculuğundan Madrid'e dönerken deniz kazasında öldü.



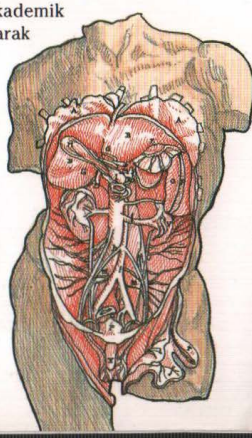
Paracelsus'u ders verirken gösteren bir 16. yüzyıl resmi

Galenos'un çalışmaları sorgulanıyor

Vesalius, Padova'da bulunduğu sıralarda, insan vücudundan başka, olabildiğince çok sayıda hayvan ölüsünü de inceledi. Bu işi bizzat kendisi yaptı ve öğrencilerine yol göstermesi için çok sayıda vücut şeması hazırladı. Fakat bütün bu çizimler hâlâ Galenos'un kuramlarına dayanıyordu. Vesalius, yavaş yavaş, Galenos'un söyledikleri ile kendi araştırmalarının sonuçları arasında birçok fark olduğunu gördü. 1539 yılı geldiğinde, artık, Galenos'un anlattıklarının insanınkinden çok bir maymun bedeni için geçerli olduğu kanısındaydı. 1543'te, o zamana dek yazılmış en büyük bilim kitaplarından biri olan *İnsan Vücudunun Yapısı*'nı yayımladı. Kitap, anatomi biliminin akademik bir uğraşı olarak kabul edilmesini sağladı. 17. yüzyıla kadar Vesalius'un kuramları hemen hemen bütün Avrupa'da kabul gördü.

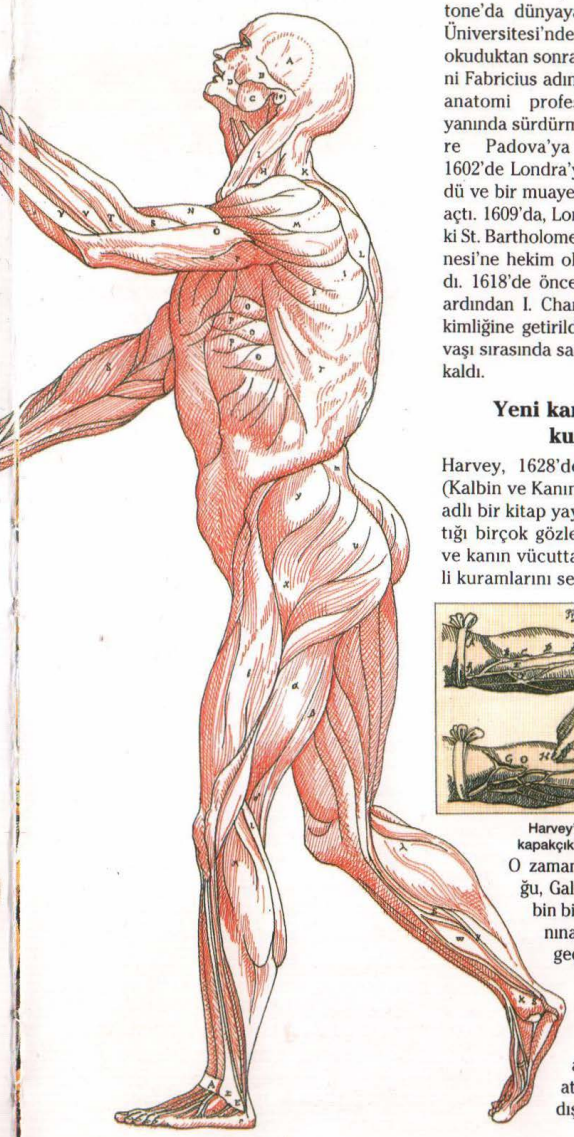


Andreas Vesalius (1514-64)



İnsan Vücudunun Yapısı'ndan bir çizim

İnsan Vücudunun Yapısı'ndan alınma bu resimde insan vücudundaki kaslar gösterilmektedir.



Bir kraliyet hekimi

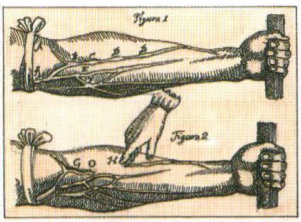
William Harvey İngiltere'de, Folkestone'da dünyaya geldi. Cambridge Üniversitesi'nde sanat ve tıp okuduktan sonra tıp eğitimini Fabricius adındaki ünlü anatomi profesörünün yanında sürdürmek üzere Padova'ya gitti. 1602'de Londra'ya döndü ve bir muayenehane açtı. 1609'da, Londra'daki St. Bartholomew Hastanesi'ne hekim olarak atandı. 1618'de önce I. James'in, ardından I. Charles'ın özel hekimliğine getirildi. İngiliz İç Savaşı sırasında sadık bir kralcı olarak kaldı.



William Harvey (1578-1657)

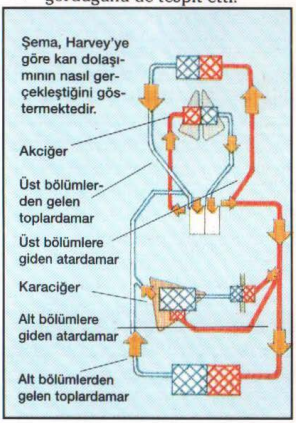
Yeni kan dolaşımı kuramı

Harvey, 1628'de *De motu cordis* (Kalbin ve Kanın Hareketi Üzerine) adlı bir kitap yayımladı. Kitap, yaptığı birçok gözlemin bir ürünüydü ve kanın vücuttaki dolaşımıyla ilgili kuramlarını sergiliyordu.



Harvey'nin, toplardamarlardaki kapakçıkları gösteren bir şeması

O zamanlar doktorların çoğu, Galenos gibi kanın kalbin bir yanından öteki yanına küçük deliklerden geçtiğine inanıyordu. Harvey, kendi deneylerinden yola çıkarak dolaşım kavramını ortaya attı. Kanın kalpten atardamarlar yoluyla dışarı akıp, toplardamarlar yoluyla tekrar kalbe geri döndüğünü gösterdi. Fabricius toplardamarlardaki kapakçıkları saptamıştı, fakat ne işe yaradıklarını anlayamamıştı. Harvey, büyük toplardamarlardaki kapakçıkların kanı geriye, kalbe doğru yönelttiğini, kalpteki kapakçıkların ise kanın vücutta tek bir doğrultuda (sağ taraftan akciğerlere, sol taraftan da vücudun geri kalan bölümüne) akarak dolaşmasını sağladığını fark etti. Ayrıca, kalbin kanın dolaşması için bir pompa görevi gördüğünü de tespit etti.



Şema, Harvey'ye göre kan dolaşımının nasıl gerçekleştiğini göstermektedir.

Bir bilmece daha

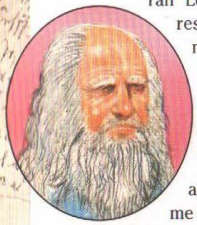
Harvey'nin buluşu, gözleme dayanan akıl yürütmenin parlak bir örneğiydi. Fakat hâlâ son bir soru daha vardı: Atardamarlar yoluyla kalbi terk eden kan toplardamarlara nasıl giriyordu? Harvey, ince damarların toplardamarlar ile atardamarları birbirine bağlaması gerektiğini tahmin ediyordu, ama kanıtlayamıyordu. 1661'de, Marcello Malpighi (1628-94) adında bir İtalyan, mikroskop altında kurbağa akciğerlerini incelerken (kılcaldamar dediğimiz) ince bağlantı damarlarını buldu ve böylece bilmece çözülmüş oldu.

Rönesans süresince bilim

14. yüzyılda Avrupa'da, daha sonra Rönesans ("yeniden doğuş" demektir) diye adlandırılacak, yaklaşık 200 yıllık bir dönem başladı. Bu süre boyunca insanlar Eski Yunan ve Roma sanatı ile bilimlerini yeniden keşfedip çevrelerini kuşatan dünya ile ilgili yeni fikirler geliştirmeye başladılar. Olup bitenlere daha eleştirel bir gözle bakmaya, her alanda gözlem ve deneye daha büyük önem vermeye başladılar. Bunlardan başka, Yunan felsefesi ile Hıristiyan felsefesini birleştiren yerleşmiş Aristotelesçi öğretilere (Bkz. s. 12) karşı çıktılar.

Evrensel insan

Rönesans sırasında birçok düşünür, yetenekleri ve ilgileri çok geniş bir alana yayılan bir kişi olarak düşünülen "evrensel insan" ülküsüne inandı. Bu ülkünün tipik bir örneğini oluşturan Leonardo da Vinci, ressam, heykeltraş, müzisyen, mimar, bilim adamı ve yaratıcı bir mucitti. Leonardo, Floransa yakınlarında, Pietro da Vinci adında bir mahkeme kâtibinin oğlu olarak dünyaya geldi. Leonardo'nun sanatsal yetenekleri babasının dikkatini çekti. O da oğlunu, yanında çalışması için Andrea del Verrochio adında bir ressamın atölyesine gönderdi. Başka ressamlara oranla çok az sayıda resim yapmasına karşın, Leonardo bugün dünyanın en büyük ressamlarından biri olarak kabul edilir. En ünlü resimlerinden biri 1503'te yaptığı *Mona Lisa*'dır.



Leonardo da Vinci (1452-1519)



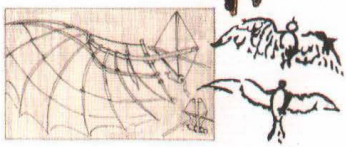
Leonardo'nun uçma makinesi tasarısına göre yapılmış bir örnek görüyorsunuz. Aşağıda ise mekanik bir kanat ve uçan kuş taslakları yer almaktadır.

Leonardo'nun taslak defteri

Leonardo yaklaşık 30 insan vücudunu incelemek amacıyla kesip parçalara ayırdı (bu, o zamanlar yasal değildi). Bunun sonucunda daha önce yapılmış olanlardan çok daha hatasız vücut resimleri çizdi. Işığın özelliklerini, suyun hareketini inceledi. Taslak defteri, uçma makinesi de dahil, birçok makine tasarısıyla doludur. Bugün, bu makinelerin birçoğunun çalışmayacağını biliyoruz, fakat ortaya koyduğu tasarılar onun ayrıntılı gözlemleri güçlü bir düşgücü ile birleştirme konusundaki yeteneğini açığa vurmaktadır.

Leonardo'ya ait, çeşitli anatomik özellikleri gösteren taslaklar





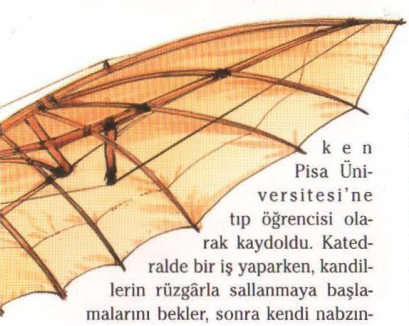
Leonardo'nun sonraki yılları

Leonardo, 1483 yılından sonra, önce Milan'da istihkâm müfettişi, daha sonra da Floransa'da askeri mühendis olarak çalıştı. 1507'de, Fransa'ya, yaşamının geri kalan bölümünü geçireceği Amboise'a taşındı.

Sahip olduğu büyük kavrayış gücüne ve yaratıcılığına rağmen, Leonardo'nun yaptıklarının, bilimin ilerlemesine çok az katkısı oldu. İncelemelerini kendini tatmin etmek amacıyla yapmıştı; çağdaşlarının çoğunun bunlar hakkında hiçbir bilgisi yoktu. Birçok taslağı ve defteri ölümünden sonra dağıldı ve yüzyıllar boyunca büyük ölçüde bilinmeden kaldı.

Copernicus'un savunucusu

Galileo Galilei (1564-1642) İtalya'da, Pisa'da bir bestecinin oğlu olarak dünyaya geldi. Copernicus'un, Dünya'nın kımıldamadan duran Güneş'in çevresinde döndüğü görüşünün (Bkz. s. 14) kabul edilmesinde son derece önemli bir rol oynadı. O sıralarda gelişmekte olan bir yaklaşımın, bilim konusundaki deneysel yaklaşımın öncüsü olan Galileo aynı zamanda çok yetenekli bir öğretmendi. 17 yaşında-



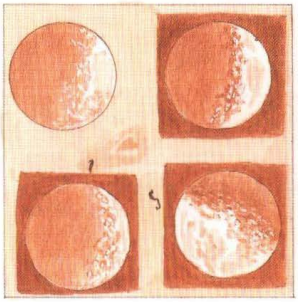
ken Pisa Üniversitesi'ne tıp öğrencisi olarak kaydoldu. Katedralde bir iş yaparken, kandillerin rüzgârla sallanmaya başlamalarını bekler, sonra kendi nabzından yararlanarak kandillerin yaptığı hareketin süresini tutardı. Bir gün, salınım mesafesi giderek küçüldüğü halde, salınımın hep aynı zaman aralığında gerçekleştiğini gördü. Bu, aklına, zamanı ölçmek için sarkaçlardan yararlanılabileceği fikrini getirdi. Bu fikir, ilk mekanik saatlere temel oluşturdu.

Galileo, mekanik ve matematik alanındaki çalışmalarını sürdürmek için Pisa'dan ayrıldı, ama sonra matematik profesörü olarak geri döndü. Döndükten sonra yaptığı deneyler, Aristoteles'in (Bkz. s. 6) evren hakkındaki kuramlarının çoğuyla çelişen çok sayıda kanıt ortaya koydu.

"Gene de dönüyor!"

Galileo, Hollanda'da teleskopun bulunduğunu öğrendikten sonra, daha güçlü teleskoplar yaptı. 1610'da yıldızlar ve gezegenlere ilişkin gözlemlerini *Yıldızların Habercisi*'nde yayımladı. Kitap hem sevildi hem de etkili oldu. Kitapta Ay'daki dağları, zaman zaman Güneş'e doğru dönen kara noktaları anlatıyordu. Bunlardan başka, Jüpiter gibi ekseninde kendi gezegenleri dönen gezegenler olduğunu gösterdi. Galileo'nun çalışması teleskopun yararlarını gösterdi. Ama hepsinden önemlisi, bütün bulgularının Copernicus'un ortaya attığı, Dünya'nın Güneş'in çevresinde döndüğü görüşünü desteklemesi oldu.

Galileo, 1632'de gözlemlerini özetlediği *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*'u yayımladı. Kitap, bütün Avrupa'da bir başyapıt olarak değerlendirildi. Ama İtalya'da, Kilise'nin öğretisiyle çatıştı. Kilise, Dünya'nın Güneş sisteminin merkezinde hareket etmeden durduğunu söylüyordu.



Ay'ın yüzeyinin Galileo tarafından yapılan resimleri

Galileo 1633'te sapkınlıkla (Kilise'nin yerleşik öğretilerine aykırı bir görüşü savunmakla) suçlandı. Roma'da, Engizisyon diye bilinen mahkemenin önüne çıkarıldı. Suçlu bulundu ve Dünya'nın Güneş'in çevresinde döndüğü biçimindeki görüşünü herkesin önünde inkâr edinceye kadar işkence edilmekle tehdit edildi. Yaşlı ve güçsüz görünen Galileo, Engizisyon'un kendisinden istediği şeyi yaptı. Yaşamının geri kalanında köşesine çekilmesi emredildi. Mahkemeyi terk ederken, kuramından hâlâ vazgeçmediği için, "Gene de dönüyor!" diye mırıldandığı söylenir.



Galileo'nun teleskoplarından ikisi

Galileo'nun, Ay'daki dağların yüksekliğinin ölçülmesi yöntemiyle ilgili taslağı



Matematikçi filozof

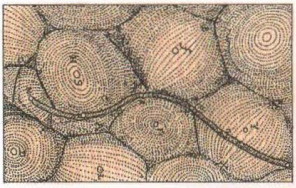
René Descartes'ın fikirleri, hem matematik hem de felsefe alanında kendinden sonrakileri derinden etkiledi. Fransa'da, Bretagne'da bir avukatın oğlu olarak dünyaya geldi. 1628'de, yeni fikirlere çok daha yumuşak bakan Protestan Kilisesi'nin bulunduğu Hollanda'ya yerleşti ve sonraki yirmi yılını burada geçirdi.



René Descartes (1596-1650)

Descartes'ın felsefeye getirdiği en büyük katkılardan biri şüphe kavramı oldu. Kutsal bilgi kaynaklarıyla Eski Yunan ve Roma'ya ait bilgi kaynaklarındaki tartışılmaz inançları kabul etmedi. Hakkında emin olduğu tek şeyin kendi varlığı olduğunu ilan etti: *Cogito ergo sum* ("Düşünüyorum, öyleyse varım"). Temel yapıtı *Felsefenin İlkeleri*'nde evrenin hareketinin çeşitli boyutlarda olan hareket halindeki parçacıklara dayanarak açıklanabileceğini ileri sürdü.

Descartes'ın yaptığı, evreni madde girdapları olarak gösteren bir çizim



Descartes, yaş ve yükseklik gibi farklı büyüklüklerin, grafikler ya da haritalar üzerinde birbirine bağlanmasını sağlayan koordinat matematiğinin temelini attı. Evrenin yapısı konusundaki fikirleri, daha sonra Newton'un (Bkz. s. 22) karşı çıkmasına rağmen, çok etkili oldu.

Bilim kurumları

Avrupa'da, 17. yüzyılın ortalarından itibaren, birtakım insanlar yaptıkları bilimsel deneyleri, geliştirdikleri bilimsel fikirleri tartışmak için Londra'da, Floransa'da, Oxford'da ve Paris'te düzenli olarak biraraya gelmeye başladılar. Bu insanların çoğu, deneylerini kendi evlerinde yapan ve buluşlarını başkalarıyla paylaşmak isteyen insanlardı. Bu arkadaş toplantıları zamanla ilk bilim kurumlarını doğurdu. İzleyen yüzyıllarda bu kurumlar, yönetimlerin bilime artan ilgisinin de yardımıyla, giderek güçlendiler ve daha etkili bir duruma geldiler. Bir ölçüde onların gösterdiği etkinin bir sonucu olarak, bilim yavaş yavaş yerbilim, gökbilim gibi özel alanlara ayrıldı ve birçok insan bir ücret karşılığında bilimsel etkinliklerin içinde yer almaya başladı.



En eski bilim kurumu olan Kraliyet Derneği'nin arması

Deneye duyulan güven

Francis Bacon, İngiltere Kralı VIII. Henry'nin maiyetinde bulunan birinin oğluydu. Hukukçu olarak yetiştirildi ve sonunda Kraliçe Elizabeth döneminde siyasete atıldı. 1617'de Kral James onu Lordlar Kamarası Başkanı ve Adalet Bakanı olarak atadı, fakat 1621'de rüşvet almakla suçlandı ve bakanlıktan uzaklaştırılıp saraydan kovuldu.


Francis Bacon (1561-1626)

Bacon, bilimsel yöntem konusundaki görüşlerini bir dizi kitapta ve denemede dile getirdi. Bilimsel sorunların çözümlerinin deney aracılığıyla bulunmasının önemli olduğuna inanıyordu. Kitabı *Novum Organum*'da, özenli bir biçimde yapılan deney ve gözlemin yeni bilimsel buluşlara yol açacağını, insanların yeni kuramlar geliştirmelerini sağlayacağını ileri sürdü. Bilim adamlarının her konuda, olabildiğince çeşitli kaynaklardan olgu ve veri toplamasını önerdi. 1627'de son kitabı *Yeni Atlantis*'i yayımladı. Bu kitapta, bilim adamlarının toplumdaki herkesin yaşamını iyileştirmek için çabaladığı bir dünyaya ilişkin görüşlerini anlattı.

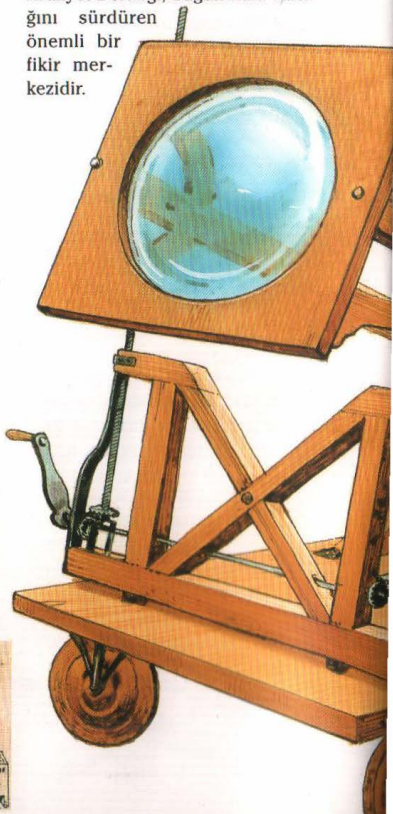
Bacon, herhangi bir bilimsel deney gerçekleştirmedi, ama fikirleri yıllarca etkisini sürdürdü. 17. yüzyıl içinde, yazıları ve deneyle ilgili düşünceleri, bütün Avrupa'da insanları yeni bilimsel örgütlenmeler gerçekleştirmeleri konusunda teşvik etti.

Kraliyet Derneği

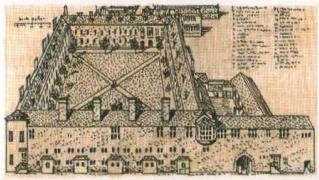
İlk kez bilimle uğraşanlara sürekli bir toplanma yeri sağladığı için Londra, Kraliyet Doğa Bilimlerini Geliştirme Derneği'nin (kısaca, Kraliyet Derneği'nin) kurulması son derece önemli bir gelişme oldu. Üyeleri artık yalnız değildi; kendilerini, gerçekleştirdikleri en son deneyleri tartışabildikleri toplumsal bir grubun üyesi olarak görüyorlardı.

Dernek, 1662'de II. Charles'ın tahta çıktığı dönemde kuruldu. Kral, kurumun amaçlarını çizen ve ona belli haklar tanıyan bir Kraliyet Fermanı çıkararak kuruma kişisel desteğini verdi. Kurucu üyeleri çoğunlukla doktorlar, filozoflar ve yüksek memurlardı. Aralarında mimar Christopher Wren ile yazar Samuel Pepys de bulunuyordu. Kraliyet Derneği, bugün hâlâ varlığını sürdüren önemli bir fikir merkezidir.


II. Charles tarafından çıkarılan, Kraliyet Derneği Fermanı'nın bir parçası



Gravürde, Kraliyet Derneği'nin öncüsü sayılabilecek Gresham Yüksekokulu'nu (Kuruluşu 1596) görüyorsunuz.





XIV. Louis'nin Académie Royale des Sciences'ı ziyaretini gösteren bu resim, 17. yüzyılda Fransız hükümeti tarafından yayımlanmıştır.

Académie Royale des Sciences

Académie Royale des Sciences (Kraliyet Bilimler Akademisi) 1666'da Paris'te kuruldu. İngiliz Kraliyet Derneği'ni örnek almakla birlikte, ondan çok farklıydı. Fransa Kralı XIV. Louis, bilimi kendi gücünü ve nüfuzunu artırmak için kullanan zeki biriydi. Akademi'nin çalışmalarıyla yakından ilgilendi.

Akademik bakımdan mükemmel olduklarını kanıtlamış, ayrıca kralın onayını almış kişiler dışında kimse kesinlikle üyeliğe alınmıyordu. Fakat, herhangi bir aylık almayan İngiliz Kraliyet Derneği üyelerinden farklı olarak, Fransız Akademi üyelerine hükümet tarafından bir ücret ödeniyordu. Bu, aylıklı bilim adamları döneminin de başlangıcıdır.

Akademi, özellikle 18. yüzyılın ikinci yarısında son derece iyi, çok sayıda bilimsel ürün ortaya koydu. Fakat, kraliyet yönetimiyle olan güçlü bağları yüzünden, Fransız Devrimi sırasında dağıtıldı. Yerini, Napoléon'un kurucusu olduğu Institut de France (Fransız Enstitüsü) aldı.



Académie Royale des Sciences'ta yaptığı deneyler sırasında Lavoisier, kendi yapımı olan dev bir yakma mercekleri düzeneği kullanıyordu.

Britanya'da, uzmanlaşmış kurumlar

Bilim öğrenimi 19. yüzyılın ikinci yarısında üniversitelerde yaygın bir duruma gelmeden önce, bilim adamları fikirlerini o konuda bilgili insan toplulukları önünde tartışmaya yönelmişlerdi. Bu toplulukların üyeleri endüstri, kimya ve tıp gibi farklı alanlarda yetişmiş kişilerden oluşuyordu. İnsanlar ile meslekler arasındaki etkileşim, önce Britanya'da, sonra Avrupa'nın geri kalan bölümünde Endüstri Devrimi'ni hazırladı.

Londra'da, 1788'de (biyoloji ve doğa tarihi alanında çalışan) Linné Derneği, 1807'de Yerbilim Derneği, 1831'de Gökbilim Derneği gibi birtakım uzmanlaşmış kurumlar boy gösterdi. Her biri kısa sürede, kendi dergisi ve sınırlı sayıda üyesi olan profesyonel birer örgüt haline geldiler.

19. yüzyılda Almanya

Justus von Liebig, 19. yüzyılın en büyük kimyacılarından biridir. Almanya'da bir kimyacının oğlu olarak dünyaya geldi. 1822'de kimya okumak üzere Paris'e gitti. Fransa'daki laboratuvarları gezdi ve kimyanın buradaki düzeyinden etkilendi. Almanya'ya döndüğünde, 1824 yılında Giessen Üniversitesi'nde kendi araştırma laboratuvarını kurdu. Burada, bireysel araştırmalardan çok, takım çalışmaları destekleniyordu.



Justus von Liebig (1803-73)

Liebig'in laboratuvarı, Avrupa'nın en iyi donanımlı laboratuvarlarından biriydi (Liebig, gazı sıvılaştıran soğutucu bir aygıt olan Liebig yoğunlaştırıcısını bulmuştur). Çalışmaları, özellikle Alman boya ve ilaç endüstrisinin gelişmesinde etkili oldu. 19. yüzyılda Alman üniversiteleri, bütün dünyada yeni kurulan üniversitelerin örnek aldığı bilimsel araştırma merkezleri haline geldi.



19. yüzyılda Almanya'da üretilen yapay boya şişeleri



Deneyin yükselişi

Bugün deney yapmak, bilim adamlarının yaptığı ana işlerden biri olarak görülmektedir; ama eskiden durum hiç de böyle değildi. Bilimsel düşünceler genellikle deneyden çok din ve felsefeye dayandırılıyordu. Fakat 17. yüzyılın sonunda bilim adamları bilgiyi elde etmenin geçerli yollarından biri olarak deneyin önemini vurgulamaya başladılar. Doğal dünyayı yeni bir açıdan incelediler. Yeni fikirleri, yeni araçları denediler. Kullandıkları yöntemler, elde ettikleri başarılar Batı'da bilimsel düşünceye biçim verdi.

Fizikçi ve matematikçi

Dünyanın en ünlü bilim adamlarından biri olan Isaac Newton, İngiltere'de, Lincolnshire'da bir çiftçi ailesinin çocuğu olarak dünyaya geldi. 1661'de matematik öğrenimi görmek üzere Cambridge Üniversitesi'ne girdi ve 1665'te, Büyük Salgın yılında mezun oldu. Veba Cambridge'e ulaşınca Üniversite kapatıldı, Newton da Lincolnshire'a döndü.



Newton'un Lincolnshire'daki evi

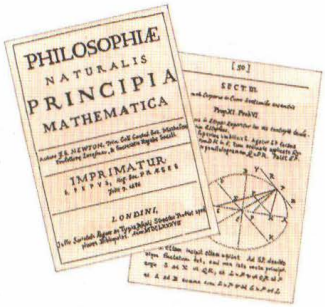
Newton 1667'de Cambridge'e geri döndü, iki yıl sonra da burada matematik profesörü oldu. Daha sonra, Londra'ya taşındı ve orada 1703'ten ölümüne dek Kraliyet Derneği'nin (Bkz. s. 20) başkanlığını yaptı.



Isaac Newton (1642-1727)

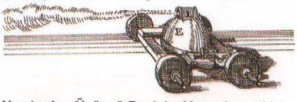
Devinim ve yerçekimi

Lincolnshire'da kaldığı yıllar çok verimli geçti. Fakat oradayken yaptığı çalışmalar ancak 1687'de kitap olarak yayımlanabildi. Latince olan kitabın başlığının tam çevirisi *Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri*'dir, ama kitap genellikle *Principia* olarak bilinir.



Newton'un kitabı *Principia*'dan iki sayfa

İlk ciltte Newton'un üç Devinim Yasası ve çekim kuramı yer alır. Bir elmanın düşüşünü görünce bu konuya ilgi duymaya başladığı söylenir. Dünya ile bütün nesneler arasında, onları birbirine çeken bir güç olduğunu gördü. Dünya, elmayı çektiği gibi, nesneleri yerçekimi gücüyle kendine çekmektedir.

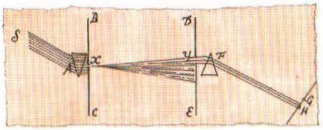


Newton'un Üçüncü Devinim Yasası'nı açıklamak için tasarladığı bir aygıt

Newton, artık, matematiksel hesapların da yardımıyla, yüzyıllık bir sorunu, gezegenlerin uzayda nasıl devindiği sorununu çözebilecek duruma gelmişti. Elmanın Dünya'ya çekildiği gibi, gezegenlerin de çekim gücü nedeniyle Güneş'in çevresine çekildiklerini gösterdi. Bu, gezegenlerin devinimleriyle ilgili, gözleme dayanan Kepler yasalarını da (Bkz. s. 15) kanıtlıyordu. Newton böylece bütün evreni, Dünya da dahil, evrensel çekim ilkesi kapsamındaki bir dizi matematiksel yasanın boyunduruğuna sokmuş oluyordu. Bunun, bilimsel düşünce üzerinde büyük bir etkisi olmuştur.

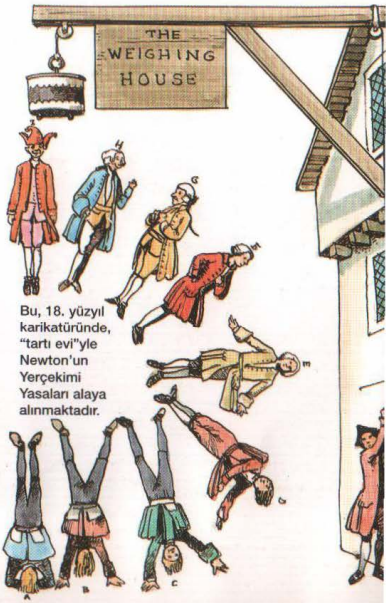
Işık deneyleri

Newton, 1704'te, ışıkla yaptığı deneyleri anlattığı *Optik* başlıklı bir başka önemli yapıt daha yayımladı. Bu deneylerin birinde, bir güneş ışığı demetini cam bir prizmadan geçirerek karanlık bir odaya yöneltti. Işığın, tayfın mordan kırmızıya dek uzanan farklı renklerine ayrıldığını gördü.



Newton'un kendi ışık deneyleri için çizdiği taslak

Newton'un bu deneyi, güneş ışığının beyaz olmadığını, menekşe, çivit, mavi, yeşil, sarı, portakal ve kırmızı renklerinin bir karışımı olduğunu gösterdi.

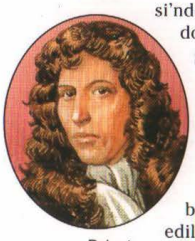


Bu, 18. yüzyıl karikatüründe, "tartı evi"yle Newton'un Yerçekimi Yasaları alaya alınmaktadır.

Pompalar ve basınç

Cork Kontunun ondördüncü çocuğu olan Robert Boyle, ailenin İrlanda, Lismore'daki şatosunda doğdu. İngiltere'de okula gitti, sonra özel öğretmenlerin eşliğinde Avrupa'nın her yanını dolaştı. Galileo'nun (Bkz. s. 18) yapıtlarını ilk kez bu dönemde okudu.

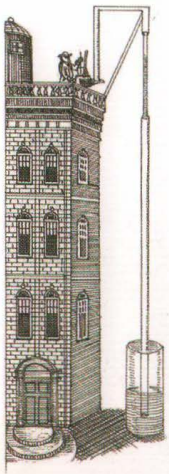
1654'te Oxford Üniversitesi'ndeyken vakumun doğası konusunda gerçekleştirilen araştırmalarla ilgilenmeye başladı (Vakum, hava da dahil olmak üzere her şey boşaltılarak elde edilen kapalı bir boşluktur). 1658 yılında, Robert Hook'un da yardımıyla (Bkz. aşağısı), yeni bir tip hava pompası yaptı. İki bilim adamı bu pompayı, cam bir kürenin içindeki havayı boşaltarak bir vakum yaratmak için kullandı. Pompadan, daha çok hava ve hava basıncını araştırırken, bir de hayvanlarla bitkilerin solunumları incelenirken yararlanıldı.



Robert Boyle (1627-91)

Atomcu madde kuramı

Hava ve gazla yaptığı çalışmalar, Boyle'un gazların hacmiyle basıncı arasındaki ilişkiyi dile getiren yasayı bulmasını sağladı. Belli bir miktar gazın hacminin, gaz kapalı bir kap içinde aynı sıcaklıkta tutulup üzerine uygulanan basınç iki katına çıkarıldığında, yarı yarıya azaldığını gösterdi.



Boyle'un sıvıların basıncı konusundaki deneylerinden birini görüyorsunuz.



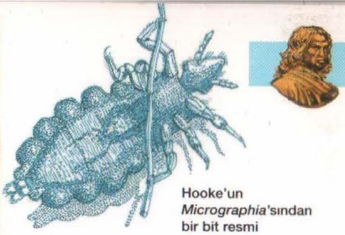
Başka bilimsel gereçlerle birlikte, Boyle ile Hooke'un tasarladığı vakum pompası

Boyle, 1661'de, *Kuşkucu Kimyager'i* yayımladı. Bu kitapta vardığı sonuçlardan biri, sıkıştırılan havanın, minik parçacıklardan meydana gelen bir yapıya kavuşması gerektiğiydi. Her şeyin, daha büyük "yuvarlar" oluşturmak üzere biraraya toplanabilen "birincil parçacıklar"dan meydana geldiğini ileri sürdü. Aslında, bugün bilim adamlarının atom ve molekül dediği şeyleri anlatmaya çalışıyordu. Ancak bu terimler, daha sonra Dalton ve başkaları tarafından (Bkz. s. 31) kullanılacaktır.

Bir mekanik dahisi

Robert Hooke (1635-1703), önemli bir araştırmacı ve mucitti. İngiltere'nin güney kıyılarında, Wright adasında doğdu. Oxford Üniversitesi'ndeyken, kendisini yanına asistan alan Robert Boyle ile karşılaştı.

Hooke 1660'ta Londra'ya taşındı; iki yıl sonra da Kraliyet Derneği'nde deneylerden sorumlu müdür oldu. 1665'te, mikroskop altında gördüğü bazı örneklerin resimlerinin yer aldığı bir kitap olan *Micrographia*'yı yayımladı. Kitapta ayrıca tasarımını kendisinin yaptığı birkaç aletin resmi de bulunuyordu. Bunların içinde, ilk mikroskoplardan çok daha mükemmel olan bileşik mikroskop da vardı.



Hooke'un *Micrographia*'sından bir bit resmi



Hooke'un bileşik mikroskobu

Bir kuyrukluyıldızın dönüşü

Edmond Halley (1656-1742), Londralı bir işadamının oğluydu. Gökbilim ve manyetiklik konusunda yaptığı deneysel çalışmaların önemi büyüktür. 1682'de Büyük Kuyrukluyıldız'ın (kuyrukluyıldızlar Güneş sisteminin etrafında dolaşan, dev buz ve toprak topluarıdır) görünmesiyle, kuyrukluyıldızlarla ilgilenmeye başlamıştır.



Halley Kuyrukluyıldızı, yukarıdaki Bayeux Halısı'nın da gösterdiği gibi, 1066'daki Hastings Savaşı'ndan önce de görünmüştü.

Halley, Newton'un çekim yasasının yardımıyla 1531, 1607 ve 1682 yıllarında görünen kuyrukluyıldızların yörüngelerinin birbirine çok yakın olduğunu ve bu kuyrukluyıldızların düzenli aralıklarla göründüğünü anladı. Hepsinin aynı kuyrukluyıldız olduğu kanısına vardı ve haklı olarak 1758 yılında döneceğini söyledi. Bu kuyrukluyıldız bugün onun adıyla bilinmektedir. Yeniden görünmesi, Newton'un çizdiği evren resmine destek sağlamıştır.

Doğadaki varlıkların sınıflandırılması

İnsanlar, hayvan avlayıp bitki topladıkları ilk günden beri, canlılar arasındaki büyük çeşitliliğin farkında olmuştur. İlk zamanlardan başlayarak, farklı türleri daha iyi anlayabilmek için, onları taşıdıkları özelliklere göre gruplara ayırmaya çalışmışlardır. Buna sınıflandırma diyoruz. Ne var ki yıllar geçtikçe o kadar çok yeni tür keşfedilmiştir ki onları da bir yere yerleştirebilmek için, yeni sınıflandırma sistemlerine gereksinim doğmuştur.

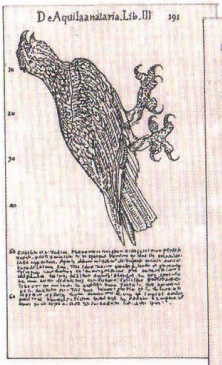
Aristoteles'in yaptığı hayvan sınıflandırmasının Arapçasından bir sayfa görüyorsunuz.



İlk doğabilimci

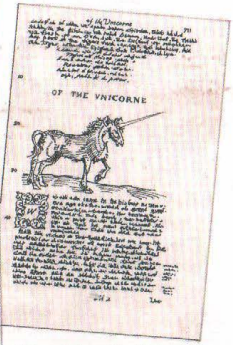
Konrad Gesner (1516-65), İsviçre'de doğdu. 1537'de 21 yaşındayken, yeni kurulan Laussane Akademisi'ne Yunanca profesörü olarak atandı. Fakat sonra Zürich'te hekimlik yapmaya başladı ve orada vebadan öldü.

Gesner, *Historiae animalium* (Hayvanlar Tarihi) adıyla derlediği beş ciltlik dev yapıtı ile ünlüdür. Bu kitapta, kendi gözlemlediği ya da kitaplarda bulduğu her yaratığı alfabetik bir sırayla verdi.





Gesner'in 1551 ile 1558 yılları arasında yazdığı *Historiae animalium*'dan sayfalar



Edward Topsell'in *Dört Ayaklı Hayvanlar Tarihi* adlı kitabı, Gesner'in kitabının İngilizce çevirisidir.

İçinde, piskoposbalığı gibi masal yaratıklarına da yer verilmiş olmasına rağmen kitap, hayvanlara ilişkin yeni bir anlayışın doğuşu yolunda önemli bir adımdı. Kitapta hayvanların görünüşleri, yedikleri şeyler ve yaşadıkları yerler konusunda birçok ayrıntı veriliyordu.

Sınıflandırma biçimleniyor

Sınıflandırmada en önemli adımlardan birini, 17. yüzyılda John Ray attı. Ray, İngiltere'de, Essex'te doğdu. Annesi, oğlunun bitkibilime ilgisini teşvik eden, bitkilerle şifa dağıtmaya çalışan tanınmış bir şifacıydı. Ray, Oxford Üniversitesi'nde on yılı aşkın bir süre bitkibilim dersleri verdi, fakat dinsel nedenlerle ayrılmak zorunda kaldı. Sonra, Francis Willughby adında bir biyologla birlikte Avrupa'yı dolaştı. 1660'ta İngiltere'ye döndükten sonra, *Cambridge Çevresinde Yetişen Bitkiler* başlıklı bir bitkibilim kataloğu hazırladı.



John Ray (1627-1705)

Ray, 1686 ile 1704 yılları arasında *Bitkilerin Genel Dökümü* adında, 17 000 bitkiye yer verdiği bir kitap yazdı. Bitkileri sınıflandırmak için bu kitapta kullandığı sistem, bitkilerin meyvelerini, çiçeklerini ve yapraklarını temele alıyordu. Bu, Gesner'in hayvanları sınıflandırırken uyguladığı yönteme göre önemli bir ilerlemeydi. Gesner, hayvanların belirgin yanlarını tek tek sıralamakla yetiniyordu. Oysa Ray'in sisteminde bitkiler, birbirinden farklı yanları ayrıntılı olarak anlatıldıktan sonra, ortak özelliklerine göre gruplara ayrılıyordu. Bu da bitkilerin akrabalıkları konusunda açık bir fikir veriyordu.



Ray'in *Britanya'nın Bitki Örtüsü*'nden bir resim



17. yüzyıla ait Doğa Tarihi Müzesi'nden hayvanlar

Çağdaş sınıflandırma

İsveçli bitkibilimci Karl von Linné, daha çok Linnaeus (Linné'nin Latinleştirilmiş biçimidir) olarak bilinir. Uppsala Üniversitesi'nde tıp okudu, ama orada zamanının büyük bölümünü üniversite bahçesindeki bitkileri incelemekle geçirdi. Sonra üç yıllık bir süre için Hollanda'ya, Leiden'e yerleşti. Oradayken, *Systema naturae* (Doğa Sistemi) de içinde olmak üzere, çok sayıda kitap yayımladı. İki yıl sonra da *Genera plantarum*'u (Bitki Cinsleri) yazdı.



Linnaeus (1707-78)

Linnaeus, 1741'den 1778'de ölümüne dek Uppsala'da çalıştı. Önce tıp profesörü olarak atandı, ama bir yıl sonra bitkibilim profesörü oldu.

Linnaeus'un *Systema naturae*'sinden bir sayfa



Linnaeus 1753'te, bugün çağdaş bitki sınıflandırma sisteminin başlangıç noktası olarak kabul edilen *Species plantarum*'u (Bitki Türleri) yayımladı. Bu kitapta, "ikiterimli adlandırma" denilen, bugün biraz değiştirerek bizim de kullandığımız bir sınıflandırma yöntemi geliştirdi.



Linnaeus'un Uppsala'daki evi

İkiterimli sistemde, her bitkiye iki ad verilir. İlki bağlı olduğu cinsi ya da geniş aile grubunu, ikincisi ise o cins kapsamında yer alan türleri ya da daha dar, özel bir canlı grubunu belirtir. Örneğin, limon ağacına *Citrus limon* adı verilirken, portakal ağacına *Citrus aurantium* denir.

Species plantarum'un yayımlanması Linnaeus'un bütün Avrupa'da tanınmasını sağladı ve doğa tarihi araştırmalarını derinden etkiledi. Linnaeus ölünce, bir İngiliz hayranı bütün koleksiyonunu ve yazılarını bir gemiye yükleyip İngiltere'ye götürdü.

Linnaeus, vahşi ve evcil bitkiler arasındaki farkı biliyordu; ama buna rağmen, evrenin Tanrı'nın onu yarattığından beri aynı kaldığını iddia ediyordu. Hiçbir bitki ve hayvan türünün değişmediğini düşünüyordu. Bu görüşe, Buffon karşı çıkmıştır.

Değişmenin kanıtı

Buffon Kontu, Georges-Louis Leclerc, Fransa'da Dijon yakınlarında yaşayan zengin bir ailede dünyaya geldi. Bilim çevrelerinde çok etkin biriydi. Matematik ve bitkibilim okudu. 1739'da, Paris'te bulunan kraliyete ait botanik bahçesi Jardin du Roi'ya denetçi atandı.



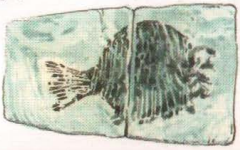
Georges de Buffon (1707-88)

Buffon, iki önemli kitap yazdı. Bunlar, matematik, gökbilim ve fizik alanında değişik incelemeleri içeren *Mémoires* (1737-52) ile 36 ciltlik *Doğa Tarihi*'dir (1749-88). İkinci kitap, doğal dünyayla ilgili bir inceleme ve bir Dünya tarihiydi. Buffon, bu kitabında fosillerin, hayvanlar dünyasında soyu tükenen türlere kanıt oluşturduğunu ileri sürdü.

Jardin du Roi'da araştırmacılar



Linnaeus'a karşı çıkan Buffon, fosillerin doğal dünyanın değişmeden kalmadığını, tersine yıllar boyunca değişikliğe uğradığını gösterdiğini iddia etmiştir. *Doğa Tarihi*, türlerin uzun zaman dilimleri geçtikçe geliştiği fikrini ortaya atan ilk kitap olması bakımından çok önemlidir. Fakat evrim kuramının akıl edilebilmesi için daha birçok kitap gerekecektir.



Buffon, fosillerin değişime tanıklık ettiğini iddia etmiştir.

Dünya'nın yaşı

19. yüzyıldan önce, Dünya ve onun tarihi ile ilgili kuramların çoğu *Kitab-ı Mukaddes*'e dayandırılıyordu. Fakat insanlar yavaş yavaş Dünya'nın *Kitab-ı Mukaddes*'te ileri sürülenden daha yaşlı olduğu konusunda kanıtlar bulmaya başladılar. Bazı kaya katmanlarının diğerlerinden daha yaşlı olduğunu gördüler. Fosillerden elde edilen kanıtlar da soyu tükenmiş birçok bitki ve hayvan türünü gözler önüne serdi. Yanardağlar ve depremler yerkabuğunun aslında değiştiğini gösterdi. Dünya'nın kaç yaşında olduğu sorusunun yanıtı verilmeye çalışırken de yerbilim denilen yeni bir bilim doğdu. Yerbilim, Dünya'nın ilk oluşumunu, yapısını ve tarihini inceleyen bilimdir.



Tanrı'nın dünyayı altı günde yaratışını gösteren bir 16. yüzyıl resmi

Neptün kuramı

Abraham Werner demir ve maden endüstrileriyle bağlantıları olan zengin bir Alman ailesinin çocuğuydu. Başta hukuk okudu, ama sonra yerbilim okumak için hukuku bıraktı. 1775'te, Saksonya'da, Freiberg'te madencilik ve mineralbilim konusunda araştırmalar yapan bir enstitü kurdu. Kaya ve toprak çeşitlerini sınıflandırmak için geniş ölçüde kabul gören ilk sistemi hazırladı.

18. yüzyılın sonlarında, birçok insan, Dünya'ya biçim veren şeyin yanardağ etkinlikleri ve depremler olduğunu düşünmekteydi. Fakat Werner bunun yerine, bir zamanlar Dünya'yı *Kitab-ı Mukaddes*'te anlatılan tufanın yarattığı koca bir okyanusun örttüğünü ileri sürdü. Ona göre, bu sular yavaş yavaş çekildi ve geriye sudaki minerallerin oluşturduğu kayaç tabakaları kaldı. Buna, Roma deniz tanrısı Neptün'e atfen, Neptün kuramı dendi. Werner'in vardığı en önemli sonuçlardan biri, bunun bir milyon yıl gibi çok büyük bir zaman diliminde gerçekleşmiş olması gerektiğiydi. Bunun, daha sonraki yerbilimcilerin çalışmaları üzerinde çok büyük bir etkisi olmuştur.


Abraham Werner (1749-1817)

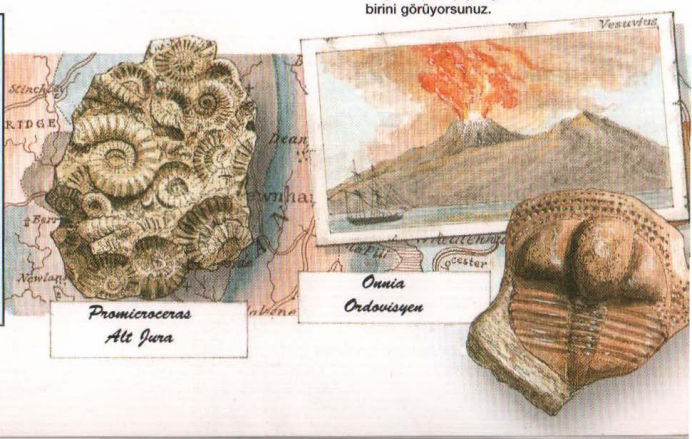
Plüton kuramı

James Hutton önce İskoçya'da avukatlık eğitimi almasına, ardından doktor olmasına karşın, sonunda ünlü bir yerbilimci oldu. 1795'te *Yer Kuramı*'nı yayımladı. Bunda *Kitab-ı Mukaddes*'teki tufan fikrine yer vermedi. Onun yerine Dünya'nın milyonlarca yılda yavaş yavaş değiştiğini ve bugün de değişmekte olduğunu ileri sürdü. Ona göre, yerkabuğu önce rüzgâr, su, deprem ve yanardağ gibi doğal güçler tarafından aşındırıldı. Sonra, bu aşınmayla ortaya çıkan maddeler yerkabuğu üzerinde bir tabaka oluşturdu. En sonunda da Dünya'nın merkezinden gelen sıcaklık kayaç hareketlerine yol açtı. Bu da yeni anakaralar oluşturdu. Hutton, bu olaylar dizisinin hep sürdüğünü, dolayısıyla Dünya'nın kendisini durmadan yenilediğini ileri sürdü. Hutton'ın bu kuramına Roma yeraltı tanrısı Plüton'a atfen, Plüton kuramı denmektedir. Werner'in kuramında da dünyanın yaradılışının çok uzun bir zaman aldığı söylenmekle birlikte, kuramın yine de *Kitab-ı Mukaddes*'teki tufanla bağlantısı kurulabilir. Oysa, Hutton'ın kuramı, *Kitab-ı Mukaddes*'te yaradılışla ilgili olarak söylenenlerin olduğu gibi kabul edilmesini sorgular.


Kaya örnekleri toplayan James Hutton (1726-96)

Fosiller

Kayaların içinde korunan bitki ve hayvan kalıntılarına fosil denir. Fosiller içinde bulundukları kayayla aynı yaşta olurlar. Bunların bazılarının oluşumu 600 milyon yıldan çok daha önceye uzanır. Fosilleri yakından inceleyerek milyonlarca yıl önce Dünya'da hüküm süren yaşam konusunda bir fikir edinmek olanaklıdır.



Güney İtalya'daki yanardağlardan Vezüv Dağı'nın patlayışını gösteren ilk resimlerden birini görüyorsunuz.

Tekbiçimli değişme

Charles Lyell İskoçya'da dünyaya geldi. Oxford Üniversitesi'nde hukuk okudu, ama 21 yaşındayken yerbilimle ilgilenmeye başladı. 1831'de Londra'daki King's College'a yerbilim profesörü olarak atandı. Konunun, zengin amatörler için bir hobi olmaktan çıkıp herkesçe kabul edilen bir bilim haline gelmesini sağladı.



Charles Lyell (1797-1875)

Lyell, yerbilimsel özelliklerin, çok uzun zaman dilimlerinde oluşan doğal süreçlerin bir sonucu olduğunu düşünüyordu. Rüzgâr dağları aşındırıyor; buzullar kocaman kayaları yerinden oynatıyor; yanardağlar patlıyor; vadiler nehirler tarafından, yalıyarlar ise deniz tarafından kemiriliyordu. Doğanın belirli durumlarda daima aynı biçimde değiştiğini iddia ettiği için, bu kurama "birörneklilik kuramı" denmektedir. Kuram ilk kez ana hatlarıyla Hutton tarafından ortaya atılmıştı. Fakat kuramı çok daha inandırıcı bir biçimde savunan ve açıklayan kişi, Hutton'ın ardından onun düşüncesini destekleyecek yeni bilgiler toplayan Lyell olmuştur.

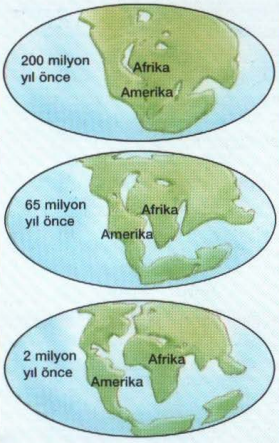
Süperkıtalar

Alfred Wegener bir Alman meteoroloji uzmanıydı. Berlin, Heidelberg ve Innsbruck Üniversitelerinde okudu. 1910'da bir gün bir dünya haritasına bakarken, Afrika'nın batı kıyılarının bir bölümünün, Güney Amerika'nın doğu kıyılarını tamamlayan bir biçimde olduğu dikkatini çekti. Bundan ve fosil kanıtlardan yola çıkarak, iki kıtanın bir zamanlar Pangaea adını verdiği tek bir "süperkıta" halinde birbirine yapışık olduğunu ileri sürdü. Ardından Pangaea'nın kırıldığını ve kayarak birbirinden uzaklaşan parçaların bugünkü kıtaları meydana getirdiğini söyledi. Buna "kıta kayması" kuramı denir.

Wegener'in fikirleri 1960'tan sonra yeni bir "levha tektoniği" kuramı oluşturacak biçimde genişletildi. Bu kurama göre, Dünya'nın kabuğu tek parçadan oluşan bir kütle değildir; kıtaları taşıyan ("levha" denilen) dev parçalara ayrılmıştır. Kuram, eriyik haldeki kayaların, levhaların arasından geçerek katı duruma geldiği Dünya'nın yüzeyine doğru itildiği, hiç son bulmayan bir süreci anlatmaktadır. Aynı şekilde, levhaların uç bölümleri yakınındaki levhaların altına kayar ve tekrar eriyik duruma geçer. Eğer bu olmaz ve iki levha birbirine çarparsa, çarpışma noktası boyunca depremler meydana gelir.

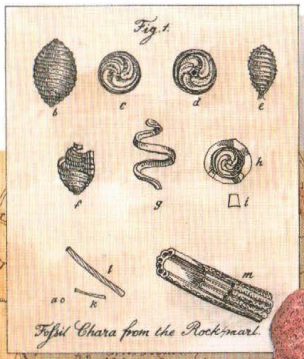
Kıta kayması

Aşağıdaki resimler Pangaea'nın yavaş yavaş bugünkü kıtalara ayrılışını gösteriyor



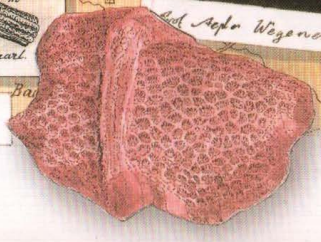
Kıta kayması kuramına göre, güney yarımküredeki kıtalar da, kuzey yarımküredekiler gibi, bir zamanlar dev bir kıta oluşturacak biçimde bitişikti. Yer kabuğu kaydığı için, kıtalar hep aynı yerde kalmadı. Bugün de hareket etmektedirler. Örneğin, Kuzey Afrika bir zamanlar bir buz tabakası ile kaplıydı ve bugün Güney Kutbu'nun olduğu yerde bulunuyordu. Güney Kutbu ise o zamanlar tropikal ormanlarla kaplıydı.

Lyell'ın kaleminden fosilleşmiş kabuklar



Alfred Wegener (1880-1930)





Isastrea
Orta Jura

Evrim

17. yüzyılın sonuna kadar çoğu Avrupalı, doğadaki her şeyin eskiden beri hep aynı olduğuna inanıyordu; bitki ile hayvan türlerinin, Tanrı'nın yaratmış olduğu ilk halleriyle değişmeden kaldığını düşünüyorlardı. Ancak, 18. yüzyılda bununla çelişen çok sayıda kanıt elde edildi. İnsanlar, bitkilerin ve hayvanların özelliklerinin çok uzun zaman dilimlerinde değişikliğe uğraması gerektiğini ileri sürmeye başladılar. Bugün, buna evrim diyoruz.

İlk evrim düşünceleri

Lamarck Şövalyesi Jean-Baptiste de Monet, soylu, ama yoksul bir anne babanın onbirinci ve en küçük çocuğu olarak Fransa'da dünyaya geldi. Güçlüklerle dolu bir yaşam sürdü. Yaptığı çalışmalar unutulmuş bir durumda, kör ve yoksul olarak hayata gözlerini kapadı. 16 yaşındayken orduya katıldı, ama sağlığı kötü olduğu için ayrılmak zorunda kaldı. Tıp alanında yükselmeyi istediği halde, parasızlık onu bir bankada çalışmaya zorladı.

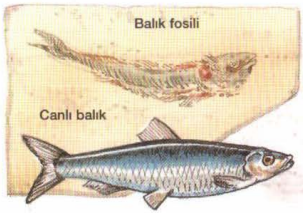


Lamarck Şövalyesi (1744-1829)

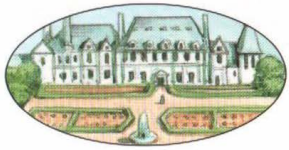
Kralın botanikçisi

Lamarck boş zamanlarında bitkiler konusunda eğitim aldı. Öyle başarılı oldu ki 1781'de Fransa kralının botanikçisi oldu. Fransız Devrimi'nden on yıl sonra, Paris'te, yeni Doğa Tarihi Müzesi'ne profesör olarak seçildi. Orada dersler verdi, gösteriler hazırlayıp sergiler düzenledi.

Fosillerle modern hayvan biçimleri arasındaki farklar dikkatini çekince Lamarck, bitki ve hayvan

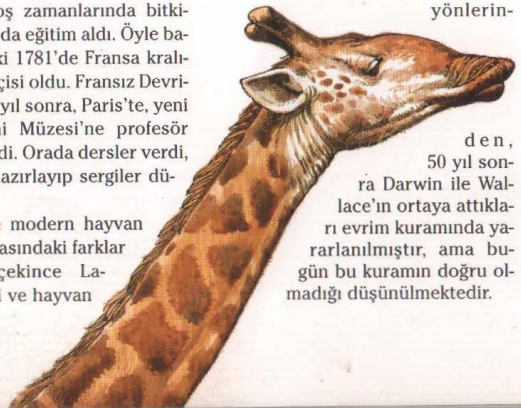


türlerinin aynı kalmadığı, kuşaktan kuşağa değişikliğe uğraması gerektiği yargısına vardı. Onu etkileyen yalnız fosiller değildi. Dünya'nın yüzeyinin uzun yıllar içinde değişikliğe uğradığını ortaya koyan yerbilimsel kanıtlardı (Bkz. s. 26).



Lamarck'ın eğitim aldığı Jardin du Roi

Lamarck, çevreyle başa çıkabilmek için hayvanların özelliklerinde yaşamları boyunca bazı değişiklikler olabildiğini; sonra da bu değişikliklerin, o hayvanların döllerine geçtiğini ileri sürdü. Örneğin, bir zürafanın boynunun, ağaç yapraklarına uzanmasının sonucu olarak, yaşamı boyunca uzayabileceğini ve bu durumda da değişikliğin bir sonraki kuşağa geçeceğini savundu. Kuramın kimi yönlerinden, 50 yıl sonra Darwin ile Wallace'ın ortaya attıkları evrim kuramında yararlanılmıştır, ama bugün bu kuramın doğru olmadığı düşünülmektedir.



Güney Amerika seferi

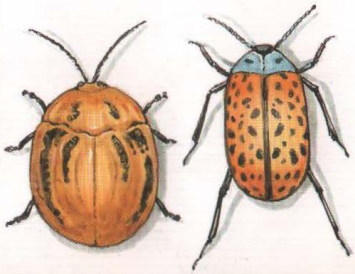
Charles Darwin İngiltere'de, Shrewsbury'de, başarılı bir doktorun oğlu olarak dünyaya geldi. Shrewsbury'de okula gitti, daha sonra tıp okumak için Edinburg Üniversitesi'ne devam etti. Fakat tıptan hoşlanmadı ve babasının zorlamasıyla, papazlık eğitimi almak üzere Cambridge Üniversitesi'ne geçti. Sonunda papazlık derecesi aldı, ama bu alanda çalışmak da onu mutlu etmedi. Buna karşılık, bitkibilim ve böcekbilime çok büyük bir ilgi duydu. Yetenekleri John Henslow adlı bir bitkibilim profesörünün dikkatini çekti. 1831'de, Henslow Güney Amerika'ya araştırma gezisine çıkan bir keşif heyetinde ona doğabilimci olarak bir yer buldu. Darwin, yola çıkmadan önce, büyük yerbilimci Charles Lyell'ın (Bkz. s. 27) çalışmalarını okudu. Lyell'ın kitapları onun üzerinde büyük bir iz bıraktı; bu kitaplar daha sonra çalışmalarını da etkiledi.



Charles Darwin (1809-82)

Darwin'in not defterlerinden bir sayfa



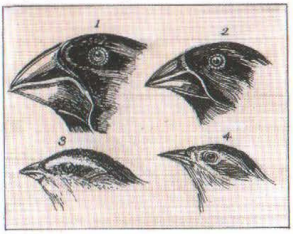




Galapagos Adaları'ndaki iki iguana türünden biri

Darwin'in buluşları

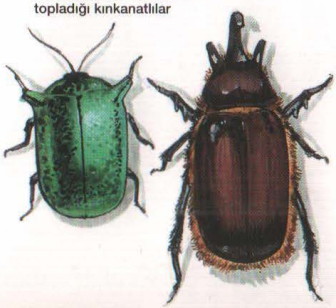
Sefer heyeti HMS *Beagle* adlı bir gemiyle yola çıktı. Araştırma gezisi beş yıl sürdü. Gemi Brezilya'ya, Arjantin'e, Şili'ye, Peru'ya ve Pasifik Okyanusu'nda Ekvador açıklarındaki Galapagos Adaları'na uğradı. Kayalık on adadan oluşan bu adaların her birinde farklı bir vahşi yaşam varlığını sürdürüyordu.



Darwin'in kaleminden, Galapagos Adaları'ndaki ispinoz çeşitleri

Darwin, yol boyunca bitki, kuş ve hayvan örneklerinin dışında kaya ve fosillerin de bulunduğu büyük bir koleksiyon oluşturdu. Ayrıca, yolculuk sırasında gördüğü her şeyle ilgili ayrıntılı notlar tuttu. Sonra, topladığı bu malzemeyi, özellikle de Galapagos Adaları'nda yaptığı gözlemleri, evrim kuramını biçimlendirirken kullandı.

Darwin'in sefer sırasında topladığı kınkanatlılar



Beagle, 1836 yılının Ekim ayında İngiltere'ye döndü. Darwin, bunu izleyen 20 yılı bulgularını kaleme almakla geçirdi. 1858'de, benzer düşüncelere sahip Alfred Wallace'ın (1823-1913) yazdığı bir kitabın ilk müsveddeleri eline ulaştı. Düşüncelerini birlikte geliştirdiler, fakat bu işte Darwin'in rolünün Wallace'ınkinden daha büyük olduğu anlaşılmıştır.

Darwin 1859'da, evrimle ilgili kuramlarını ortaya koyduğu *Türlerin Kökeni* adlı kitabını yayımladı. Kitap kısa sürede başarı kazandı. Fakat yeryüzündeki yaşamın başlangıcı ile ilgili geleneksel inançlara meydan okuduğu için büyük bir gürültü de kopardı. Kitapta yer alan devrimci düşüncelerden biri, canlı olan her şeyin milyonlarca yıllık bir zaman dilimi içinde evrime uğradığı düşüncesiydi. Bu, dünyanın altı günde yaratıldığı ve o zamandan beri hiç değişmeden kaldığını ileri süren dinsel öğretiyi kabul etmemek demekti. Bugün çoğu bilim adamı biyolojik değişmeyi açıklamak için değişik ölçülerde Darwinci kuramdan yararlanmaktadır. Fakat buna rağmen kuramda birtakım değişiklikler yapılmaya da devam edilmektedir. Ancak, dinsel gerekçelerle Darwin'in düşüncelerine bugün de karşı çıkan kimi insanlar da yok değildir.



Darwin'in, insanın maymundan geldiği düşüncesini alaya alan bir karikatür

Doğal seçilim

Darwin, canlı varlıkların yiyecek ve barınak için birbirleriyle yarışmak zorunda olduklarını gördü. Her türün içinde, kimi bireylerin rastgele bir biçimde ötekilere oranla daha fazla hayatta kalmalarını sağlayan bazı özelliklere sahip olarak doğduklarını fark etti. Ona göre, böyle bireylerin soyundan gelenler, zaman içinde genelleşen bu özellikleri kalıtım yoluyla alır. Türün söz konusu yararlı özelliğe sahip olmayan bireylerinin yok olup gitmeleri daha olasıdır. Böylece kuşaklar geçtikçe türün tamamı çevreye uyum sağlar. Doğal seçilim denen bu süreç, gümüş renkli benekli gece kelebeklerinin 19. yüzyılda ortaya çıkan çevresel değişime uyum sağlayış biçimlerinde de izlenmektedir.

Başlangıçta gümüş renkli benekli gece kelebekleri, renklerinden dolayı parlak ağaç gövdelerine uyum sağlamış durumdaydılar. Fakat kirlilik yüzünden ağaçlar kararınca, görülmeleri kolaylaştı ve kuşlara av olma olasılıkları arttı. Daha koyu renkli bireylerin kuşlar tarafından görülme olasılığı daha düşüktü; bu nedenle onlar daha kolay hayatta kalabildiler. Bu, daha koyu rengi döllerine aktardılar ve sonunda türün tamamının rengi koyulaştı.



Gümüş renkli benekli gece kelebeği

Koyu zeminle kaynaşmış koyu renk kelebekler

Modern kimyanın gelişimi

Çevremizdeki dünyayı oluşturan maddeleri inceleyen bilim dalı olan kimyanın kökleri eski simya geleneğinde (Bkz. s. 10) yatar. Ancak, simya büyüyle ve batıl inançlarla yakından bağlantılıdır ve genellikle gerçek bir bilim olarak kabul edilmez. Kimyanın demircilik ve ilaç yapımı gibi endüstri süreçlerinde de kökleri bulunur. Deneyin ve araştırmaların gelişmesiyle, kimya modern bir bilim durumuna gelmiştir.



16. yüzyıl laboratuvarında bir deney

Kimyasal tepkimelerin incelenmesi

1756'da Joseph Black (1728-99) adında İskoçyalı bir deney adamı, önemli bir kimyasal tepkime (yeni bir madde oluştuğu zaman meydana gelen değişme) araştırması yaptı. Black, magnezyum karbonat denen bir maddenin ısıtılınca hafiflediğini gördü. Daha sonra, maddenin ısıtma işlemi sırasında gaz açığa çıkardığı için hafiflediğini ileri sürdü. Bu gaza, "sabit hava" adını verdi; biz bugün bu gaza karbon dioksit diyoruz.

Yeni bir gazın bulunması

Joseph Priestley İngiltere'de, Yorkshire'da doğdu. Papazlık eğitimi aldı, ama hemen bilimsel araştırmalarla ilgilenmeye başladı. Çalışmaları sayesinde tanınan biri haline geldi, ama politik baskılar onu 1791'de İngiltere'den ayrılıp ABD'ye gitmek zorunda bıraktı. Priestley 1774'te en önemli buluşunu yaptı. Cıva oksit denilen kimyasal maddenin ısıtılınca bir gaz açığa çıkardığını fark etti. Yanan bir mumu bu gaza tuttuğunda mumun çok parlak bir alevle yanmaya başladığını gördü. O zamanlar birçok bilim adamı yanan bir şeyin flojiston (alev anlamına gelen Yunanca *phloks*'tan gelir) denen bir madde yitirdiğine inanıyordu. Priestley, söz konusu kimyasal maddenin flojiston kaybettiğini düşünerek, bu gaza "flojistonlu hava" dedi. Aslında, tanımladığı şey, bugün bizim oksijen dediğimiz gazdı.



Joseph Priestley (1733-1804)



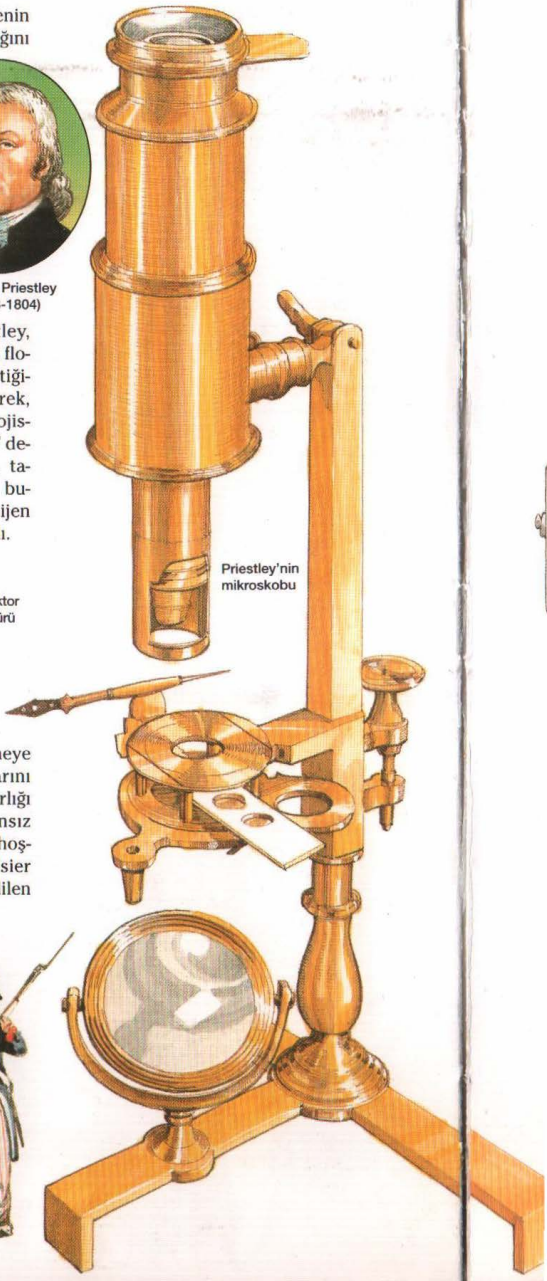
18. yüzyılın sonlarından, "Doktor Flojiston" karikatürü

Modern kimyanın kurucusu

Antoine Lavoisier (1743-94) Paris'te doğdu. Avukatlık eğitimi aldı. Ama bilimle ilgilenmeye başladı ve bilimsel çalışmalarını desteklemek için vergi tahsildarlığı yaptı. Vergi tahsildarları Fransız Devrimi'nin önderlerinin hiç hoşlanmadıkları insanlardı. Lavoisier de devrimin sonunda idam edilen birçok insandan biri oldu.



Lavoisier'nin Fransız devrimcileri tarafından tutuklanışı



Priestley'nin mikroskobu

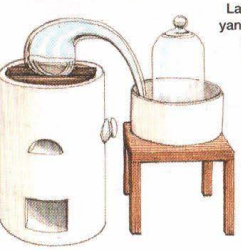


Dalton'un farklı elementler için kullandığı atom simgeleri



Oksijen adının verilişi

Lavoisier, yanma sürecini incelemek için bir dizi deney yaptı. Öncesinde ve sonrasında dikkatle tartarak birtakım maddeleri açık havada ısıttı. Elde ettiği sonuçlar, maddelerin ağırlık kaybetmekten çok, genellikle daha çok ağırlaştığını gösterdi. Bu da onu, maddelerin havadan bir şeyler soğurması gerektiği sonucuna götürdü. Bu bilinmeyen maddenin Priestley'nin tanımladığı gaz olduğunu gösterdi ve ona yeni bir ad vererek oksijen dedi.



Lavoisier'nin yanma olayını incelerken kullandığı aygıt

Lavoisier'nin elde ettiği sonuçlar, neredeyse yüz yıldır savunulan flojiston kuramının çürütülmesine yardım etti. Onun bir maddenin oksijenle birleşmesi biçiminde dile getirdiği yanma tanımı, bugün de kullanılmaktadır. Her tür yanmanın (hayvanlarla bitkilerin solunumu da içinde olmak üzere) oksijen ilavesini gerekli kıldığını kanıtlayan ilk kişidir. Yaptığı çalışmalar, simyadan miras kalan birçok yanlış düşünceden kurtulmayı sağladı.

Kimyasal yapıtaşları

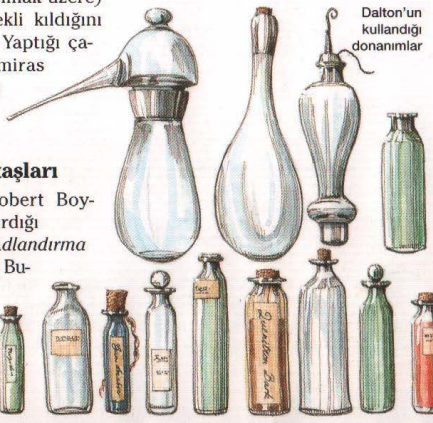
Lavoisier 1789'da, Robert Boyle'un kitabına dayandırdığı (Bkz. s. 23) *Kimyasal Adlandırma Yöntemi*'ni yayımladı. Burada, elementlerin (artık daha basit maddelere bölünmeyen maddeler) kimyasal yapıtaşları olduğu düşüncesini geliştirdi. Lavoisier, 33 elementlik bir liste yaptı ve bu listeyi, bu elementlerin bileşik (birden fazla elementten meydana gelen maddeler) oluşturmak üzere ne şekilde biraraya geldiklerini gösterecek biçimde düzenledi. Kitap ayrıca, maddeler için kimyasal içeriklerine dayanan yeni bir adlandırma sistemi getirdi. Ondan önce bu maddelerin, genellikle kafaları karıştıran ve bazıları simya geleneğinden gelen adları vardı.

Modern bir atom kuramı

John Dalton, İngiltere'nin kuzeyinde küçük bir köyde doğdu ve kendi kendini yetiştirdi. Fikirleri, en temel kimyasal sürecin, yani elementlerin bileşik oluşturma sürecinin, daha iyi kavranmasını sağladı. 1808'de *Yeni Kimya Felsefesi Sistemi*'ni yayımladı. Bu kitapla ortaya atılan iki temel düşünce vardı. Biri, bütün kimyasal elementlerin atom denilen ve kimyasal tepkime sırasında artık daha fazla parçalanmayan çok küçük parçacıklardan oluştuğu düşüncesiydi. Öteki ise, bütün kimyasal tepkimelerin atomların biraraya gelmelerinin ya da birbirlerinden ayrılmalarının sonucu olduğu düşüncesiydi. Kitabın bir başka önemli yanı da kitapta farklı atomların farklı ağırlıkta olduğunun ileri sürülmesiydi.



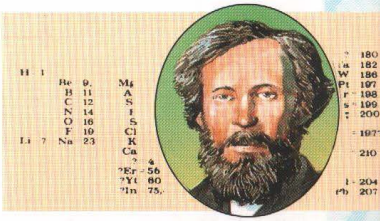
John Dalton (1766-1844)



Dalton'un kullandığı donanımlar

Elementler arasındaki ilişki

Dimitriy Mendeleyev Rusya'da, Sibirya'da ondört çocuklu bir ailenin son çocuğu olarak doğup büyüdü. Petersburg Üniversitesi'nde bilim öğrenimi gören parlak öğrencilerden biriydi. Daha sonra da orada kimya profesörü oldu. Farklı kimyasal elementler arasındaki ilişkiyi inceledi. O zamanlar çok az bilim adamı, bazı elementler arasında, atom ağırlıklarıyla ilişkili birtakım benzerlikler olduğunun farkındaydı. Bir elementin atom ağırlığı, o elementin bir atomunun, bir hidrojen atomunun ağırlığına oranını gösterir.



Dimitriy Mendeleyev (1834-1907) ve onun hazırladığı Periyodik Çizelge'den bir bölüm

1869'da Mendeleyev kendi hazırladığı Periyodik Çizelge'yi yayımladı. Çizelgede, elementler atom ağırlıklarına göre, en küçük olanı (hidrojen) solda, en büyük olanı (kurşun) ise sağda olmak üzere, "aile"lere ayrılmaktaydı. Çizelge, elementlerin birbirleriyle nasıl bir ilişki içinde olduklarını da göstermekteydi. Mendeleyev, çizelgede bulunmayı bekleyen elementleri temsil ettiğini ileri sürdüğü birtakım boşluklar saptadı. Haklıydı. Dört yıl sonra, bunların ilki olan galyum bulundu. Bugüne kadar çizelgeye giren toplam element sayısı yüzü aşmış durumdadır.

Elektrikle ilgili araştırmalar

Elektrik yaşamımızda çok önemli bir rol oynar. Biri durgun, öteki akan olmak üzere iki çeşidi vardır. Elektriğin etkileri çok eski zamanlardan beri bilinmektedir. Ancak, 18. yüzyılın sonlarına dek, yalnızca durgun elektriğin nasıl elde edileceği biliniyordu. Bu yüzyılda elektrikle ilgili araştırmalar çok rağbet görmeye başladı. 19. yüzyılda da insanlar yavaş yavaş elektriği ve onu kullanmayı öğrendiler.

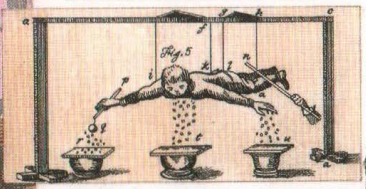
İlk deneyler

1705'te İngiliz bilim adamı Francis Hauksbee (c. 1666-1713), vakumlu (havası alınmış) cam bir küreyi ovaladığında içinde bir ışık çaktığını gördü. Elektrik ışığa neden oluyor, cam küre de bir elektrik üreteci işlevi görüyordu.



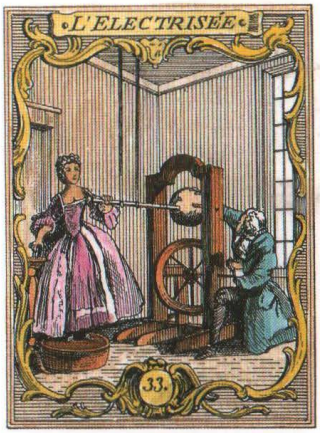
Hauksbee'nin durgun elektrik üreteci

Stephen Gray (1666-1736) adında bir başkası da elektriğin birtakım maddeler aracılığıyla iletilebildiğini (aktarılabildiğini) gözler önüne seren deneyler yaptı. Bu maddeler arasında insan bedeni de vardı.



Durgun elektrikle ilgili ilk gösterilerden biri

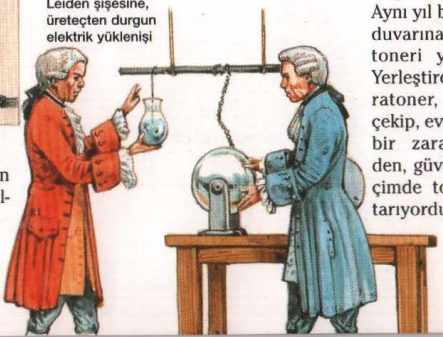
Elektriği, bahçesinde sırıklardan sarkıttığı iplerle askıya aldığı bir telden geçirdi.



Durgun elektrik gösterisinin resmedildiği, 1750 dolaylarına ait Fransız oyun kartı

Durgun elektriğin depolanması

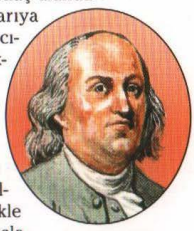
1745'te, Ewald von Kleist (c. 1700-48) adında bir rahip durgun elektriği toplayıp depolayabilen bir araç tasarladı. Daha sonra Leiden Üniversitesi'nde kullanılıp yetkinleştirilen bu araca, Leiden şişesi dendi. Bu, insanın elektrik konusundaki bilgisinde çok büyük bir gelişmeydi. Leiden şişesi, elde tutulan cam bir kavanozdan ibaretti. Kavanozun iç yüzeyi, uçlarından biri Hauksbee'ninkine çok benzeyen bir üretece bağlı pirinç bir telin kavanozun içindeki suya daldırılmasıyla durgun elektrikle yükleniyordu. Kavanoz, bir kez elektrikle yüklendikten sonra elektriği içinde tutuyor, tele dokunulunca da dokunanı elektrik çarpıyordu.



Leiden şişesine, üreteçten durgun elektrik yüklenişi

Elektriğin kullanılır duruma gelişi

Elektriği ayrıntılı olarak inceleyen ilk insan Benjamin Franklin'di. Franklin, Bostonlu bir mum imalatçısının 17 çocuğundan biri olarak ABD'de dünyaya geldi. Uzun yaşamı boyunca birkaç alanda birden başarıya ulaştı: Matbaacılıkta, yayıncılıkta ve politikada. 40 yaşındayken, o zamanlar daha çok bir eğlence aracı olarak kullanılan elektrikle ilgilenmeye başladı. 1752'de yıldırımın elektriğin bir biçimi olduğunu gösterdi. Metal anahtar bağlanmış bir uçurtma uçurup onu fırtına bulutlarının arasına soktu. Anahtara yıldırım çarptığında anahtardan kıvılcımlar yükseldi.



Benjamin Franklin (1706-1790)



Paratoner şapkası giyen bir 18. yüzyıl hanımefendisi

Bu deney çok tehlikeli bir deneydi. Daha sonra bir başka bilim adamı aynı şeyi yaparken hayatını kaybetti. Fakat bu deneyle Franklin, fırtına bulutlarının durgun elektrikle yüklü olduğunu kanıtladı. Ayrıca, yıldırımın nedeninin, çok güçlü bir kıvılcım biçiminde elektrik boşalması olduğunu gösterdi. Aynı yıl bir evin dış duvarına ilk paratoneri yerleştirdi. Yerleştirdiği bu paratoner, yıldırımı çekip, eve herhangi bir zarar vermeden, güvenli bir biçimde toprağa aktarıyordu.



Hayvansal elektrik

Luigi Galvani (1737-98), Bologna Üniversitesi'nde anatomi profesörüydü. Bir elektrikbalığının, Leiden şişesinin verdiğine benzer biçimde elektrik şoku verdiğini gördü. Bunun üzerine bütün canlılarda elektriğin olup olmadığını öğrenmek istedi. 1780'de ölü bir kurbağayı kesip parçalara ayırırken, neşterin ağzı bir sinire dokununca kurbağanın bacaklarının birden çekilmesi dikkatini çekti. Ayrıca, bacak kaslarının biri pirinç öteki demir iki farklı metalle temas edince de birden çekildiğini gördü. Galvani bunlardan, kurbağa bacaklarının elektrik ürettiği, hayvanların bacaklarında ve sinirlerinde elektrik olması gerektiği biçiminde birtakım yanlış sonuçlar çıkardı.



Galvani'nin kurbağa bacaklarıyla yaptığı deney

Metaller ve elektrik

Alessandro Volta (1745-1827), kurbağanın bacaklarında elektriğin özel bir biçiminin bulunmadığını, Galvani'nin gözlem sonuçlarının aslında, ıslak bir ortamdaki iki farklı metalin temasından ileri geldiğini gösterdi. Volta, bu bilgileri kullanarak, 1799'da ilk elektrik bataryasını yaptı. "Volta pili" olarak bilinen bu batarya, aralarında ıslak kartonlar bulunan yuvarlak gümüş ve çinko parçalarından yapılmıştı. Gücü sabit bir elektrik akımı üretiyordu. Bugün onun anısına, bir elektrik ölçüsü olarak 'volt'u kullanıyoruz.


Volta pili olarak bilinen ilk pil

Bilimin halka inişi

Michael Faraday, Londra yakınlarında bir demircinin oğlu olarak dünyaya geldi. İlk işi bir kitapçıdaydı, ama 1813'te Londra Kraliyet Enstitüsü'nde laboratuvar asistanı olarak çalışmaya başladı. 1833'te oraya kimya profesörü olarak atandı. Bugün birçok kişi Faraday'ı deneysel fizikçilerin en büyüğü kabul eder. Bilimi halka indirerek onun herkesçe sevilmesini sağlamaya çalışan ilk insanlardan biridir. 1826'da, Kraliyet Enstitüsü'nde ilk kez çocuklara bilim konusunda dersler verdi. Bu dersler günümüzde de her yıl verilmeye devam etmektedir.


Michael Faraday (1781,1867)

Elektrik ve manyetiklik

Elektrik ile manyetiklik arasındaki bağ Faraday'ın yakından ilgisini çekmeye başladı. İnsanlar binlerce yıldır manyetiklik konusunda bir şeyler biliyor, birçok insan da elektrik ile manyetiklik arasında belli bir ilişki olduğuna inanıyordu. O sıralar, 1820'de Hans Oersted (1777-1851) adında Danimarkalı bir bilim adamı, üzerinden elektrik akımı geçen bir telin, mıknatıs görevi görerek yanında duran pusulanın iğnesini harekete geçirdiğini fark etti.

Bu araştırmayı daha da ileri götüren Faraday, bir tel bobine elektrik yüklediğinde, ayrı olarak yanında duran ikinci bobinde de bir elektrik akımı oluştuğunu saptadı. Bu ikinci akımın, ilkinin manyetik etkisi sonucunda oluştuğu kararına vardı.

Faraday, bir telden geçmekte olan elektrik akımı bir manyetik etki yaratıyorsa, tersinin de doğru olması gerektiğini düşündü: Manyetik etki de elektrik akımı yaratmalıydı. Bir mıknatısı, bir tel bobinin içine sokup çıkarınca telin elektrikle yüklendiğini saptadı. Bu, mıknatısların tek başına bir elektrik akımı yaratabildiğini gösterdi ve Faraday'ın ilk dinamoyu (elektrik enerjisi üretmek üzere mekanik enerji kullanan makine) yapmasını sağladı.

Bu buluşların, uygulamada çok geniş kapsamlı sonuçları oldu. Faraday'ın çalışmaları elektrik motorunun icadını, elektrik üreten büyük ölçekli sistemlerin geliştirilmesini sağladı. Bunun sayesinde de elektrik, evlere kadar girdi.


Faraday'ın, elektrik akımı üretmek için kullandığı dinamoda, bir mıknatısın yanında bir diski döndürmek yeterliydi.

Hastalıklarla savaş

Rönesans sırasında, Avrupa'da insan vücudunun anlaşılmasında epey yol alınmıştı (Bkz. s. 16). Ama doktorlar, bütün dünyada milyonlarca insanı öldüren çiçek ve veba da dahil olmak üzere, birkaç hastalığı hâlâ tedavi edemiyordu. Bu rahatsızlıkların birçoğuna virüsler (vücuttaki hücrelerin içinde yaşayan mikroskobik canlılar) yol açıyordu. Bir başka sorun da ameliyat tekniklerinin gelişmesine karşın, birçok insanın hâlâ ameliyat sırasında mikrop kaparak ölmesiydi. 18. yüzyılın ortalarından sonra, bilim adamları bu tip hastalıkları yenmenin yollarını bulmaya başladılar.



Kendisini vebadan korumak için özel elbise giymiş bir İtalyan doktoru (1656)

İlk aşılama

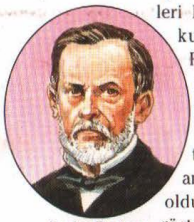
Edward Jenner İngiltere'de, Gloucestershire'da doğdu. 13 yaşında, bir cerrahın yanında çırak olarak çalışmaya başladı. Sonra Londra'da St. George Hastanesi'nde tıp eğitimi aldı. Jenner iki yıl sonra doğduğu kente dönüp bir muayenehane açtı. O zamanlar, virüslerin yol açtığı en tehlikeli hastalıklardan biri çiçekti. Jenner, inek çiçeği denilen tehlikesiz bir hastalığa yakalananların, çiçek hastalığına yakalanmadıklarını duymuştu. İnek çiçeği, bu insanlarda çiçek hastalığına karşı bir bağışıklık sağlıyordu. Jenner 1796'da sağlıklı bir çocuğun derisini çizerek ona inek çiçeği bulaştırdı. İki ay sonra da aynı yolla çocuğa çiçek hastalığı bulaştırdı. Deney tam bir başarıyla sonuçlandı: Hastalığa karşı bağışıklık kazandığı için çocukta "çiçek" gelişmedi. Jenner, bu sürece, Latince'de "inek" anlamına gelen *vacca* sözcüğünden yola çıkarak Latince *vaccinatio* ("aşılama") adını verdi. Yaptığı bu çalışmayla tıp tarihinin en önemli adımlarından biri atıldı. O günden 1980'e dek, kayıtlara geçen hiçbir çiçek vakası olmadı.



Edward Jenner (1749-1823)

Bakteriyolojinin doğuşu

Louis Pasteur, Doğu Fransa'da, Dijon yakınlarında doğdu. 1843'te kimya okumak üzere Paris'e gitti; 1854'te de Lille Üniversitesi'ne kimya profesörü olarak atandı. Lille'de, şarap ve bira gibi alkollü içkilerin sirkeleşme nedenini bulması istendi. O da buna yol açan şeyin, bakteri denilen mikroplar olduğunu, bu içkiler belli bir sıcaklığa kadar ısıtıldığında bakterilerin öldüklerini, ama içkilerin yapısında bir değişme olmadığını ortaya koydu. Pastörizasyon denilen bu işlemi, bugün süt-



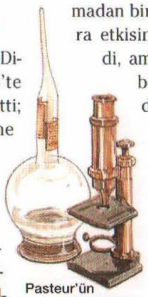
Louise Pasteur (1822-95)

leri korumak için kullanıyoruz. Pasteur, ayrıca sıvıları ekşiten, etleri çürüten bakterilerin her an çevremizde olduklarını da gösterdi.

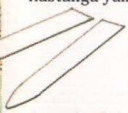
Pasteur'ün yaptığı en ünlü çalışma, kuduz konusundadır. Bu hastalık felce yol açıp, sonunda kurbanını öldürür. Pasteur 1885'te, kuduz bir köpek tarafından ısırılan bir çocuğa iğneyle, zayıflatılmış kuduz mikrobu verdi. Bir dizi iğneden sonra çocuk iyileşti. Kuduz mikrobu ısırılmadan bir hafta sonra etkisini gösterirdi, ama çocukta böyle olmadı. Zayıflatılmış mikroplardan oluşan iğneler, çok hafif kuduz nöbetlerine yol açıyordu. Bu da çocuğun vücut direncini artırıyor, ısırma sonucu bulaşan mikroplara karşı bir bağışıklık yaratıyordu. Bu, bütün aşılama işlemlerinin arkasında yatan ilkedir.



Pasteur'ün kuduza karşı aşıladığı Joseph Meister'in heykeli



Pasteur'ün kullandığı dar boyunlu şişe ve mikroskop



Jenner bu sivri uçlu aletleri, çizerek aşılama işleminde kullanıyordu



Jenner'ın hastalarını ineğe dönüşürken gösteren bir 19. yüzyıl karikatürü.

Robert Koch (1843-1910) ve Pasteur, bakteriyolojinin kurucusudur. Resimde, Koch'u bir hastayı vereme karşı aşılarken görüyorsunuz.



Antiseptik ameliyatlar

Joseph Lister İngiltere'de, Essex'te bilimle amatörce uğraşan bir şarap tüccarının oğlu olarak dünyaya geldi. Tıp okumak üzere Londra'daki University College'a yazıldı. 1852'de eğitimini tamamladı ve aynı yıl çalışmalarından dolayı Kraliyet Cerrahlık Yüksekokulu'na öğretim üyesi olarak kabul edildi. 1853'te, zamanın en önemli cerrahlarından James Syme'ın asistanlığını üstlenmek üzere Edinburg'a taşındı. Lister, 1861'de de Glasgow Kraliyet Hastanesi'ne cerrah olarak atandı.



Joseph Lister (1827-1912)

O günlerde, birçok hasta cerrahi işlemlerden sonra ölüyordu. Yaralar ender olarak iyileşiyor, genellikle mikroplanıyordu. Bu da çoğu zaman kan zehirlenmesi ve başka ölümcül hastalıklarla sonuçlanıyordu. 1865'te Pasteur, mikrobik hastalıklar kuramını yayımladı. Bu kuram, bakterilerin hastalıklara yol açabildiğini, mayalanmaya ve çürümeye havada yaşayan bakterilerin neden olduğunu söylüyordu. Lister, bunu okuyunca, aynı şeyin etin çürümesine ve yaraların mikroplanmasına da neden olabileceğini düşündü. Pasteur, yazısının yayımlanmasından kısa bir süre sonra hastanın yarasıyla temas edecek her şeyin asit fenikle temizlendiği ilk ameliyatını yaptı. Antisepsi (mikropları yok etme) denen bu işlem, o bölgede bulunan bütün bakterileri yok etti. Bu ve benzer işlemlerin sonucunda yaralar sağlıklı bir biçimde iyileşti ve mikrop kapma oranı önemli ölçüde düştü. Lister, bu çalışmasıyla birçok ödül aldı. Antisepsi işlemini hastanelere sokması, 19. yüzyılda tıpta meydana gelen en önemli gelişmelerden biri oldu. Bu gelişme sayesinde de genel cerrahi, çok tehlikeli olmaktan çıkıp yaşam kurtarır hale geldi.

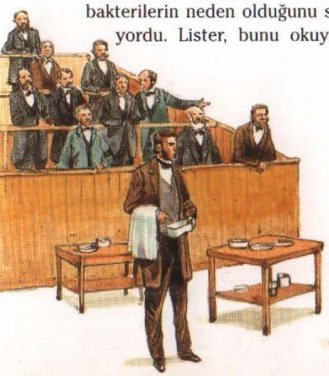


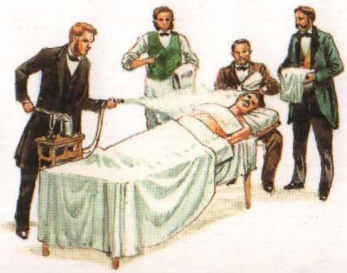
Bu makineler, aletleri buhar sıcaklığıyla sterilize eder (mikroplardan arındırır).

Günümüzde bazı sterilizasyon takımları, mikropları öldürmek için morötesi ışın ve işitimötesi ses kullanmaktadır.



Lister'ın antisepsi işleminde kullandığı asit fenik püskürtme aleti





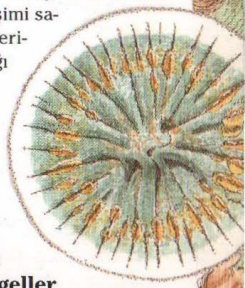
Resimde, Lister'ı antiseptik bir ameliyatı yönetirken görüyorsunuz.

Antibiyotik ilaçlar

Alexander Fleming İskoçya'da, Ayrshire'da doğdu. 1901 yılından itibaren, Londra St. Mary Hastanesi'nde tıp öğrenimi gördü. Çok sonra, 1928'de kan zehirlenmesine yol açan bakterileri incelerken, içinde bakteri üretimi yapılan bir tabakta, *Penicillium notatum* denilen bir oluşum saptadı. Oluşumun bulunduğu bölgede bakteriler ölmüştü. Buna neden olan kimyasal maddeye bugün "penisilin" diyoruz. Yıllar sonra, Howard Florey (1898-1968) ve Ernst Chain (1906-79) adında iki bilim adamı, ilk kez büyük miktarda saf penisilin üretmeyi başardı. Bu, bakterilere saldırıp onları öldüren antibiyotik adlı bir grup ilacın ilki oldu. Antibiyotiklerin 20. yüzyıldaki gelişimi sayesinde, bakterilerin yol açtığı hastalıklar artık temel ölüm nedeni değildir.



Alexander Fleming (1881-1955)



Penisilinin elde edildiği *Penicillium notatum*

Aşılacak başka engeller

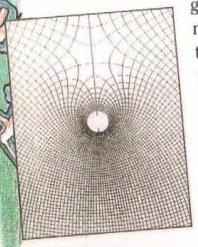
Bugün çiçek ve başka hastalıkların kökü kazınmış olmasına rağmen, geride hâlâ çok daha ölümcül hastalıklar vardır. Bilim adamları hâlâ virüslerin ya da diğer etkenlerin yol açtığı hastalıkları tedavi etmenin yollarını arıyorlar. Bunların en önemli ikisi, kanser ve AIDS'tir.

Dalgalar ve ışınım

İnsanlar her zaman doğaya ve çevrelerini kuşatan dünyaya ilgi duymuştur. Çok eski zamanlardan beri, şeylerin nasıl ısındığı, ışığın nasıl yandığı, sesin nasıl çıktığı konusunda sorular sormuşlardır. Bu soruların kimilerini Eskiçağda bilginler yanıtlamıştır. Ama 19. yüzyılda bilim adamları bu gibi sorunları daha ayrıntılı bir biçimde yeniden ele almışlar ve ışığı, elektriği, manyetikliği enerjinin farklı biçimleri olarak tanımlamışlardır.

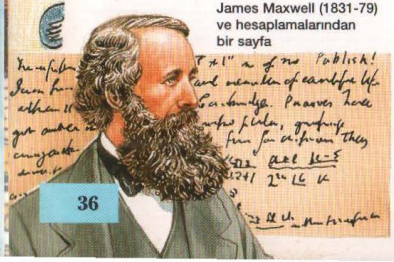
Faraday'ın çalışmalarının geliştirilmesi

James Maxwell İskoçya'da, Edinburg yakınlarında doğup büyüdü. En önemli çalışmaları elektrik ve manyetiklik konularında olan bir matematikçi ve fizikçiydi. 1820'de Hans Oersted (Bkz. s. 33) elektrik akımının bir pusulanın iğnesi üzerinde manyetik etki yarattığını göstermişti. Bugün, böyle bir etkinin "elektromanyetik" olduğu söylenmektedir. Daha sonra Michael Faraday (Bkz. s. 33) elektriksel ve manyetik güçlerin, güç kaynaklarından "alanlar"a yayıldığını ileri sürdü.



Manyetik bir alanda kuvvet çizgileri

Maxwell 1855'te, elektromanyetik güçlerin iletimine matematiksel bir açıklama getirmek için Faraday'ın fikirlerini geliştirdi. Bir elektrik akımının yarattığı manyetik alanın kaynaktan dışarı doğru sabit bir hızla yayıldığını gösteren matematiksel denklemler kurdu. Bu hızın, aşağı yukarı ışık hızına eşit olduğunu hesapladı. Bundan yola çıkarak, ışığın da bir çeşit elektromanyetik dalga olması gerektiğini, görebildiğimiz ışığın da ışınımın birçok türünden yalnızca biri olduğunu ileri sürdü (Işınım, bir kaynaktan ışın yayılmasıdır).



James Maxwell (1831-79) ve hesaplamalarından bir sayfa

Radyo dalgaları

Heinrich Hertz Almanya'da, Hamburg'da dünyaya geldi. Başta mühendislik eğitimi aldı, ama sonra fizik okumaya başladı. Yaptığı deneyler, laboratuvarının bir tarafındaki elektrik kıvılcımının yaydığı manyetik dalgaların, biraz uzakta duran bir tel halka tarafından hissedildiğini gösterdi. Bu, elektromanyetik ışınımın başka biçimi olan radyo dalgalarının varlığını kanıtladı. Daha sonra, ışık gibi radyo dalgalarının da toplanıp yansıtılabildiği gösterildi. Hertz'in çalışmaları, böylece, Maxwell'in daha önce ortaya attığı, elektromanyetik dalgaların elektrik dalgalarıyla aynı davranışı gösterdiği biçimindeki kuramını kanıtlamış oldu.



Heinrich Hertz (1857-94)

Daha başka elektromanyetik dalgalar

Wilhelm Röntgen Almanya'da küçük bir köyde doğdu. Zürich Politeknik'te okudu. Würzburg Üniversitesi'nde fizik profesörü oldu. Burada gazlarla deneyler gerçekleştirdi ve Maxwell'in elektromanyetiklik konusundaki çalışmalarını geliştirdi.

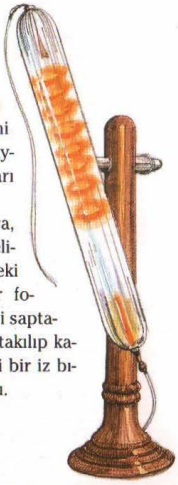
1895'te, Röntgen, hemen hemen bütün havası alınmış cam bir tüpten elektrik akımı geçirildiğinde elde edilen katot ışınlarını araştırıyordu. Böyle bir durumda, cama her ışın vurduğunda tüp parlar. Röntgen bunu daha yakından incelemek için tüpü siyah bir kâğıtla kapladı. Odanın diğer tarafındaki bir kartonun parlamaya başladığını görünce çok şaşırdı. Karton, ışık tutulduğunda parlayan flüorışı denen kimyasal bir maddeyle kaplıydı.



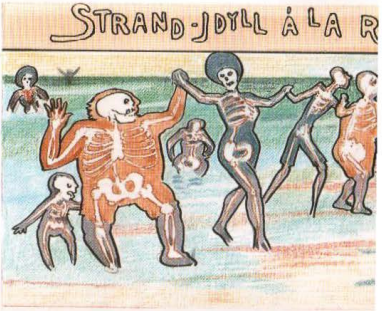
Wilhelm Röntgen (1845-1923)

Röntgen, kartonu alıp öteki odaya götürdüğünde de parladığını belirledi. Tüpün, her tür maddeden geçebilen bir çeşit ışınım yaydığı anlaşılıyordu. Bu yeni ışınlara, bilinmeyen kaynağından dolayı X-ışınları adını verdi.

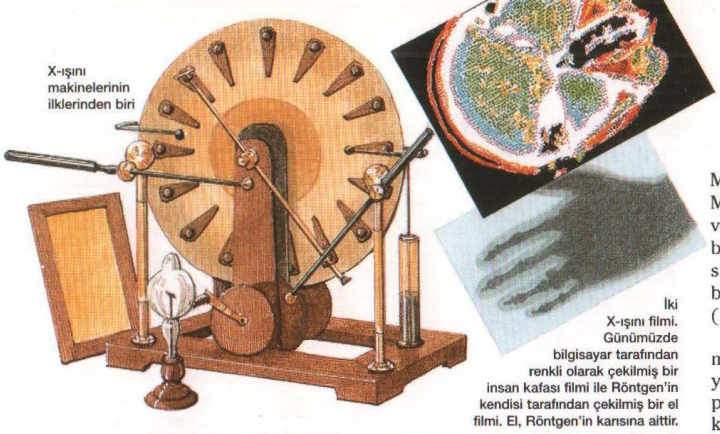
İlk katot ışını tüplerinden biri



Röntgen daha sonra, X-ışınlarını bir kişinin eline tutarak, elin içindeki kemikleri gösteren bir fotoğrafının çekilebildiğini saptadı. X-ışınları kemiklere takılıp kalıyor, fakat fotoğraf gibi bir iz bırakarak etten geçiyordu.



X-ışınlarının etkisiyle ilgili bir 19. yüzyıl karikatürü



X-ışını makinelerinin ilklerinden biri

İki X-ışını filmi. Günümüzde bilgisayar tarafından renkli olarak çekilmiş bir insan kafası filmi ile Röntgen'in kendisi tarafından çekilmiş bir el filmi. El, Röntgen'in karısına aittir.

Bu, tıp dünyasında, özellikle de kırık kemiklerin tanı ve tedavisinde bir devrim yarattı.

Atom çağının başlangıcı

Antoine Becquerel, Paris'te, bilimle uğraşan bir ailenin üyesi olarak doğup büyüdü. Flüorışı konusunda uzmanlaşmış bir fizikçiydi. Röntgen'in buluşunu duyunca, flüorışıl kimyasalların sıradan ışık ışınlarını yaydığı gibi, X-ışınlarını da yayıp yaymadığını ortaya koyacak bir deney yapmak istedi.



Antoine Becquerel (1852-1908)

O sıralarda Becquerel uranyum adlı bir element içeren flüorışıl bir bileşiği incelemekteydi. Bileşiğin bir bölümünü metal bir yaprağa sardı ve paketi bir fotoğraf camının üzerine yerleştirdi. Maddedeki flüorışının saldığı sıradan ışık ışınlarının yapraktan geçemeyeceğini, buna karşılık X-ışınlarının geçebileceğini düşünüyordu. Cam banyo edildiğinde, gerçekten de karardı. O da böylece maddenin dışarı bir çeşit ışın yaydığını doğrulamış oldu. Daha sonra bunun yalnızca uranyumlu bileşiklerde böyle olduğunu, flüorışıl özelliği olan başka kimyasal maddelerde ise olmadığını saptadı.

Becquerel maddenin dışarı son derece güçlü, bir çeşit ışınım verdiğini anladı. İlk başta, yeni bir elektromanyetiklik biçimi bulduğunu düşündü. Fakat yaptığı başka deneyler, bugün bizim alfa ve beta ışınımı diye bildiğimiz iki ayrı ışınım çeşidi olduğunu gösterdi. Bunlar, elektrik yüklü parçacıklardan meydana geliyordu. Daha sonra, elektromanyetik bir ışınım biçimi olduğu kanıtlanan üçüncü bir çeşit ışınım, gama ışınımı bulundu. Bu buluşlar, radyoaktif maddelerin atomlarının enerji kaynağı olduğunu akla getirdi. Bu da bilim adamlarını, atomların, bu enerjiyi üretebilen bir iç yapıya sahip olması gerektiği sonucuna götürdü. Atomla ilgili modern anlayışın başlangıcına işaret etmesi açısından, bunun kavranması çok önemli bir adım olmuştur.



Radyoaktifliğin doğrulanması

Marya Sklodowska (daha sonra Marie Curie) Polonya'da, Varşova'da dünyaya geldi. Paris, Sorbonne'da kimya okumak için ülkesinden ayrıldı. 1894'te kendisi gibi bir kimyacı olan Pierre Curie (1859-1906) ile evlendi.

Radyasyonla ilgili kendi araştırmaları sırasında Curieler, uranyum içeren bir mineral olan pekblentin, saf uranyumdan dört kat daha radyoaktif olduğunu gördüler. Bu durumda, pekblentin, bilinmeyen başka bir radyoaktif element daha içermesi gerektiğini düşündüler. Curieler, birkaç yılı, işlem sırasında radyoaktifliği giderek artan çok büyük miktarlarda pekblenti arıtmak için harcadılar. En sonunda, 1902'de "radyum" adını verdikleri o bilinmeyen maddeden 0,1 gram elde etmeyi başardılar.



Curielerin karikatürü

1903'te Curieler fizik dalında Nobel Ödülü aldılar. Pierre üç yıl sonra bir araba kazasında ölünce, Marie Curie böyle bir göreve getirilen ilk kadın olarak onun Paris'teki kürsüsünü devraldı. 1911'de de iki kez Nobel Ödülü kazanan ilk kişi olarak, kimya dalında Nobel kazandı.

Çok küçük miktarlarda kullanılan radyum, kanser tedavisinde büyük önem kazandı. Ne var ki uzun yıllar boyunca radyumla yakın temas, Marie Curie'nin sağlığını bozdu ve lösemi denilen kan kanserinden öldü.



Doğumunun yüzüncü yılı dolayısıyla çıkarılan Marie Curie (1867-1934) madalyonu

Yaşam bilimi

19. yüzyılın sonunda Darwin'in evrim kuramı birçok bilim adamı tarafından kabul edilmekteydi, ama ayrı düşünen birkaç kişi de yok değildi. Bunlar, kuramın bitki ve hayvanlardaki değişikliklerin kaynağının ne olduğunu, özelliklerin bir kuşaktan ötekine nasıl geçtiğini açıklayamadığını ileri sürüyorlardı. İnsanlar bu soruların yanıtını aramaya başladı. Yapılan araştırmalar, genetik denen kalıtım biliminin temellerini attı. Kalıtım, bitki ve hayvanlarda, özelliklerin kuşaktan kuşağa aktarılması demektir.

Genetiğin doğuşu

Gregor Mendel, Avusturya'da, Heinzendorf'ta büyüdü. 1847'de Brno manastırında rahip oldu. Onbir yıl sonra da başrahip seçildi.

Mendel, bitkilerin boy ve biçim gibi özellikleri sonraki kuşaklara geçirişleriyle ilgilendi. Bunun nasıl olduğunu bulmak için bezelye yetiştirdi ve çiçeklerin biçimi gibi özelliklerin bir sonraki kuşağa geçtiğini gördü. Ayrıca, bazı özelliklerin kalıtım yoluyla aktarılma olasılığının başka özelliklere göre çok daha yüksek olduğunu buldu. Kalıtım yoluyla aktarılma şansı dörtte üç olanlara "baskın", dörtte bir olanlara ise "çekinik" dedi.

Mendel, her özelliğin ana babadan alınan (bugün gen dediğimiz) bir çift birim tarafından denetlendiğini ileri sürdü. Buna, Birinci Mendel Yasası diyoruz. Onun buluşları ve kuramları kalıtımın sırrını çözerek, genetikteki modern araştırmaların temellerini attı. Ne var ki 1866'da yayımlanmasına karşın, kitabın değeri neredeyse kırk yıl anlaşılamadı.



Gregor Mendel (1822-84)

Mendel deneylerinin çoğunu bezelye bitkileriyle gerçekleştirdi.

Sirkesineği deneyleri

Thomas Morgan (1866-1945), ABD'de, Kentucky'de doğdu. 1928'de Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde biyoloji bölümünü kurdu ve yaşamının sonuna kadar burayı yönetti. Morgan, ilk başlarda, Mendel'in kalıtım kuramını en acımasız biçimde eleştirenlerden biriydi, ama sonra bu kuramın en şiddetli savunucularından biri oldu. Mendel'in bitkilerde farkına vardığı değişikliklerin hayvanlarda da ortaya çıkıp çıkmayacağını görmek istedi. 1908'de sirkesinekleriyle incelemelerine başladı. Bu çalışma, Mendel'in kuramlarının yerleşmesinde çok önemli rol oynadı. Sirkesinekleri genelikle kırmızı gözlü oluyorlardı, ama Morgan üreme kavanozlarının birinde beyaz gözlü bir erkek buldu. Bu erkekle aynı kuşağın diğer üyelerini dölleyince, bir sonraki kuşakta yine beyaz gözlü sinekler ortaya çıktı. Bunların çoğu erkekti; ama bu beyaz gözlü erkekleri, birinci kuşağın dişileriyle çiftleştirince, bunların yavrularından erkek olanların yarısı ile dişi olanların yarısı beyaz gözlü çıktı. Morgan bu sonucu açıklamak için Mendel'in kuramını kullandı ve beyaz göz baskın özelliğinin, erkekten gelen birimlerle aktarıldığını gösterdi.







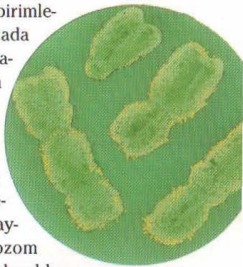


Sirkesinekleri (*Drosophila melanogaster*)

Kromozom haritası

Bütün organizmalar (canlı şeyler), yaşamın temel birimi olan hücrelerden meydana gelir. Her hücrenin içinde, çekirdek denen minicik bir top bulunur. Onun da içinde kromozom denilen ipliksi yapılar vardır.

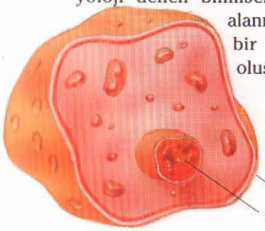
Morgan ve araştırma ekibi, Mendel'in ortaya attığı birimlerin, gerçekten var olan ve her kromozomun belli bir noktasında yerleşik olan birtakım fiziksel birimler olduğunu buldular. Bu birimlere, Yunancada doğum anlamına gelen sözcükten yola çıkarak "gen" adını verdiler. Bu buluşun sayesinde de ilk ayrıntılı "kromozom haritası"nı çıkardılar. Bu harita, genlerin bir kromozom üzerindeki yerini gösterdi. 1922'de, sirkeneklerinin kromozomları üzerinde yer alan 2000'den fazla genin yerini gösteren bir harita çıkardılar. Bu da onların sineklerde beyaz gözden sorumlu geni tanımlamalarını sağladı. Böylece Mendel'in kuramlarının doğru olduğunu gösterip, kanıtlarını ortaya koydular.



İnsan kromozomlarının büyütülmüş hali

Moleküler biyoloji

Genler, bitkilerin ve hayvanların neye benzeyecekleri ve bedenlerinin işlevlerini nasıl yerine getireceği ile ilgili kimyasal bilgi şifreleri taşır. Bu bilgilerin bir "kopya"sı, ana babadan kendi soylarına geçer. Bunun nasıl olduğuyla ilgili araştırmalar, hayvan ve bitkileri meydana getiren moleküllerin yapısını konu alan ve moleküler biyoloji denen bilimsel araştırma alanının önemli bir parçasını oluşturur.



20. yüzyılın başlarında, bilim adamları bitki ve hayvan hücrelerinin, deoksiribonükleik asit (DNA) denen bir kimyasal madde içerdiğini saptadılar. 1950'ye dek, DNA moleküllerinin kalıtımdan sorumlu kimyasal bilgi şifreleri olarak davrandıklarını düşündüler, ama neye benzediklerini ya da görevlerini nasıl yaptıklarını öğrenemediler. Ardından birtakım bilim adamları sorunu çözmek için çok çeşitli yollar kullandılar.

Bir DNA modelinin kuruluşu

Francis Crick Londra'da büyüdü. Önce Londra Üniversitesi'nde fizik, sonra da Cambridge Üniversitesi'nde biyoloji okudu. James Watson (d. 1928) adındaki Amerikalı bir bilim adamıyla birlikte, DNA'nın yapısı ile ilgili araştırmaları yürüttü. Başka bilim adamlarının, özellikle de Maurice Wilkins (d. 1916) ve Rosalind Franklin'in yaptığı araştırmaların sonuçlarından da yararlandılar. Wilkins ile Franklin DNA'yı X-ışını ile fotoğraflayarak incelediler. Yaptıkları çalışma, en sonunda DNA'nın yapısının bulunuşunda ve genetik bilgilerin bir kuşaktan onu izleyen kuşağa nasıl geçirildiğinin anlaşılmasında son derece önemli bir rol oynadı.



Francis Crick (d. 1916)



Rosalind Franklin (1920-58)

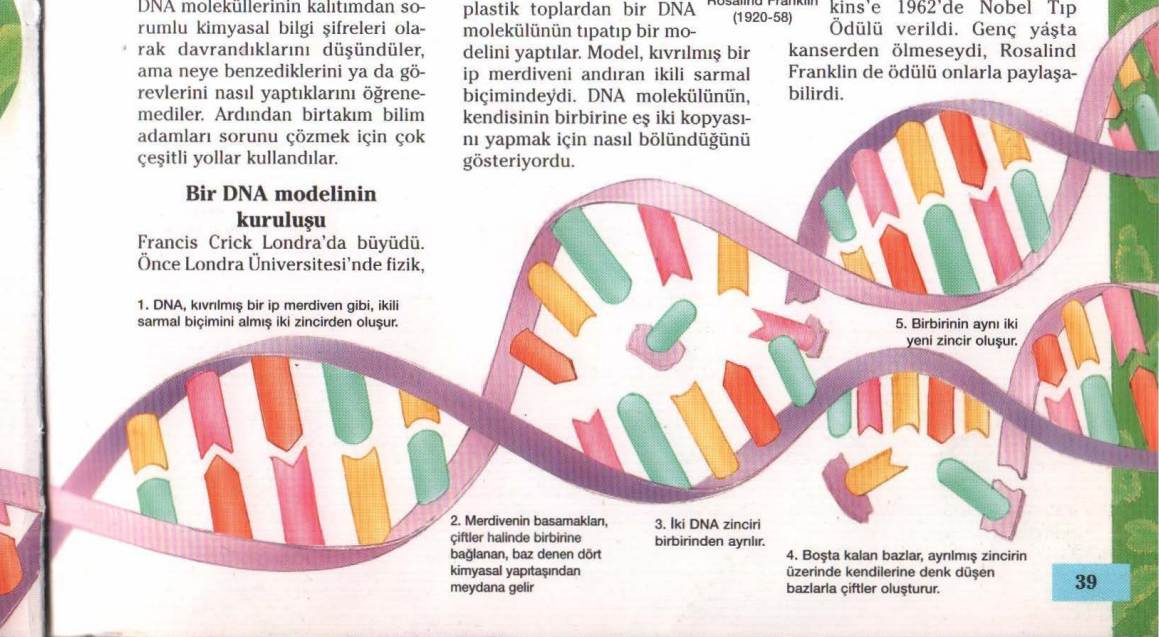
Crick ve Watson 1953'te, tel parçaları ile plastik toplardan bir DNA molekülünün tıpatıp bir modelini yaptılar. Model, kıvrılmış bir ip merdiveni andıran ikili sarmal biçimindeydi. DNA molekülünün, kendisinin birbirine eş iki kopyasını yapmak için nasıl bölündüğünü gösteriyordu.



DNA molekülünün yapısını gösteren, bilgisayardan alınmış bir resim görüyorsunuz.

Bitkiler ve hayvanlar çoğalırken, yapılarındaki her hücre iki kopyaya bölünür. Her yeni hücrenin oluşumu sırasında, DNA da kopyalanır. Bunun için, hücre bölündükten sonra, iki yeni hücrenin her birinde, kalıtımdan sorumlu bilgilerin kopyaları da bulunur. Ana babanın özellikleri kendi yavrularına bu yolla geçer.

Birçok bilim adamı bunu, 20. yüzyılın en büyük buluşu olarak gördü. Crick'e, Watson'a ve Wilkins'e 1962'de Nobel Tıp Ödülü verildi. Genç yaşta kanserden ölmeseydi, Rosalind Franklin de ödülü onlarla paylaşabilirdi.

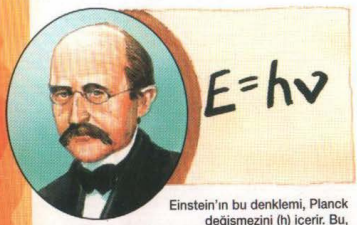


Atomun iç yapısı

19. yüzyılın sonunda bilim adamları evrenin yapısını açıklamaya çok yaklaştıklarını düşünüyorlardı. Maddeyi, atom denen minicik, bölünemez parçacıkların devinimiyle açıklıyorlardı. Ancak, yeni buluşlar kendilerine duydukları güveni sarstı. Atomların çok küçük parçacıklardan oluştuğu ve bu parçacıkların davranış biçimlerinin Newton'un kuvvet ve devinim yasalarıyla (Bkz. s. 22) açıklanamayacağı anlaşıldı.

Kuantum fiziğinin doğuşu

Max Planck, bugün Almanya sınırları içinde bulunan Kiel'de doğdu. Münih Üniversitesi'nde fizik okudu, daha sonra aynı yerde profesör oldu. 1900'de, "kuantumlanan enerji" düşüncesini sunduğu bir makale yayımladı. Einstein, Planck'ın çalışmasına dayanarak, elektromanyetik ışınımın (Bkz. s. 36) dalgalardan oluşmadığını, aslında kesintili olduğunu ve minik enerji parçacıklarından ya da "kuantum"larından meydana geldiğini ileri sürdü.



Max Planck (1858-1947)

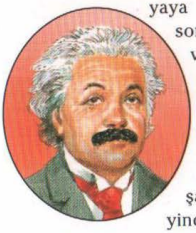
Einstein'ın bu denklemi, Planck değişmezini (h) içerir. Bu, maddenin mekanik özelliklerinin, maddenin dalga özellikleriyle bağını kurar.

O zaman, Planck'ın düşünceleri, devrim yaratacak düşünceler olarak görülmemiştir, ama kuantum mekaniğinin, yani atomsal parçacıkların davranış biçimleriyle ilgili bir dizi yasanın geliştirilmesini de sağlamıştır. Kuantum mekaniği, Newton yasalarından farklı olarak, maddenin ya dalga ya da parçacık gibi davranabildiği düşüncesine dayanır.

Memurluktan profesörlüğe

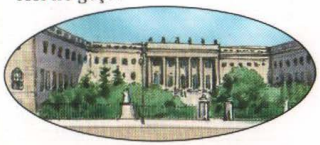
Albert Einstein, 20. yüzyılın en ünlü bilim adamlarından biridir. Çalışmaları son derece soyut ve kuramsal olan Einstein, en çok görelilik kuramlarıyla ve enerjinin kuantumlanması düşüncesini yerleştirmesiyle tanınır. Bunların ikisi de atomun ve atomsal parçacıkların devinme ve birbirleriyle etkileşme biçimlerinin betimlenebilmesi açısından önemlidir.

Einstein, Almanya'da Ulm'da dünyaya geldi. Daha sonra ailesi İsviçre'ye taşındı. O da Zürich Politeknik'te fizik okudu. Akademik bir başarı gösteremeyince, Berne'de memur oldu.



Albert Einstein (1879-1955)

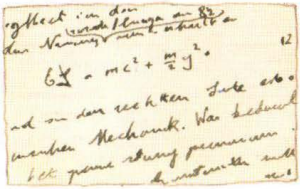
Einstein, 1905'te boş zamanlarında, bilimin en temel düşüncelerini gözden geçiren üç makale yazdı. Kuramları öyle devrimciydi ki hemen kabul görmedi, ama yeteneği kısa zamanda fark edildi. 1909'da Zürich Üniversitesi'nde profesör oldu, daha sonra da 1914'te Berlin Üniversitesi'ne geçti.



Berlin Üniversitesi

Görelilik kuramları

Görelilik konusundaki ilk makale (bugün Özel Görelilik kuramı olarak biliniyor), Newton'un zaman ve devinimle ilgili sabit ölçüm görüşünü alt üst etti. Einstein, bütün hareketin göreli olduğunu, bütün ölçebildiğimizin, bir başka şeye göre ne kadar hızlı hareket ettiğimiz olduğunu gösterdi. Hareket eden nesnelerin kütlesi ile enerjisi arasında, onun $E=mc^2$ denklemiyle dile getirdiği bir ilişki vardır. Bu denklem, bir madde parçacığının sakladığı enerjinin (E), o madde parçacığının kütlesinin (m) ışık hızının karesiyle (c^2) çarpımına denk olduğunu söyler. Bu formül, bütün nükleer enerji elde etme yöntemlerinin temelidir.



Einstein'ın hesaplamalarından bir sayfa

Einstein, 1915'te görelilik konusunda ikinci bir makale yayımladı (Genel Görelilik kuramı). Bunda bir nesnenin hızlanıp yavaşlarken neler olduğunu ele aldı. Yazısında, ışığın bir kütlesi olduğu, bunun için de yerçekiminden etkilendiği düşüncesini ortaya attı. Bu kuram, 1919'daki güneş tutulması sırasında iki yıldızdan gelen ışığın fotoğrafı çekildiğinde, ışığın yerçekimiyle büküldüğü fark edilince doğrulanmış oldu. Einstein'ın buluşları heyecan yarattı, ona uluslararası bir ün sağladı.



Güneş tutulmasını gösteren bilgisayar görüntüsü

Atomun kalbi

Ernest Rutherford, atom çekirdeği konusunda yaptığı parlak deneysel ve kuramsal çalışmaları ve laboratuvar alanındaki becerileri nedeniyle önemlidir. Yeni Zelandalı bir çiftçinin oğlu olan Rutherford, Christchurch Yüksekokulu'nda okudu ve orada Hertz'in radyo dalgalarıyla ilgili çalışmalarına (Bkz. s. 36) dayanan araştırmalar yaptı. İngiltere'de Cambridge Üniversitesi'nin bir bursunu kazandı ve Cavendish Laboratuvarı'nda, son zamanlarda bulunmuş olan X-ışınları ve uranyum ışınımı (Bkz. s. 3) konularında çalıştı.



Ernest Rutherford (1871-1937)



Uranyumun elde edilebildiği bir maden filizi olan, autunit (uranit de denir)

Rutherford, Montreal McGill Üniversitesi'nde profesörlüğe atandı, ama daha sonra tekrar Britanya'ya dönüp Manchester fizik laboratuvarının müdürü olarak çalışmaya başladı. O ve ekibi, radyoaktif maddelerin yaydığı alfa parçacıklarını kullanarak, atomun yapısı konusunda önemli deneyler gerçekleştirdiler.



Rutherford'un alfa parçacıkları serpmek için kullandığı aygıt

Rutherford, yaptığı deneylerden yola çıkarak atomun ayrıntılı bir resmini çıkardı. Atomun içinde yer alan çoğu maddenin ortadaki minik çekirdekte toplandığını, daha hafif olan ve elektron denen parçacıkların ise, Güneş'in çevresindeki gezegenler gibi, çekirdeğin etrafında döndüklerini düşündü. Rutherford'a, 1908'de Nobel Kimya Ödülü verildi; 1919'da da atomun yapısıyla ilgili daha başka araştırmalara esin vereceği Cavendish Laboratuvarı'na müdür atandı.

Yeni atom modeli

Bir fizyoloji profesörünün oğlu olan Niels Bohr Danimarka'da, Kopenhag'ta büyüdü. Kopenhag Üniversitesi'nden doktora derecesi aldı ve 1911'de Rutherford'un yanında çalışmak üzere Manchester'a taşındı. 1913'te, atomun yapısıyla ilgili tamamen yeni bir model tasarladı. Model, Rutherford'un düşüncelerini, kuantum mekaniğinin altında yatan düşüncelerle birleştiriyordu. Bohr'un modeli bugün yerini başkasına bırakmış durumdadır, ama atomların davranış biçimlerinin anlaşılmasında hâlâ önemli yardımları olmaktadır.

Bohr 1913'te Kopenhag'a fizik profesörü olarak geri dönüp kuantum mekaniğiyle ilgili yeni kuramların geliştirilmesine yardım etti. Çekirdeğin yapısının yeni modellerini çizdi ve nükleer parçalanmanın işe karıştığı enerji değişimlerini araştırdı. 1922'de Nobel Fizik Ödülü'nü kazandı.



Niels Bohr (1885-1962)

Bohr, antifaşist hareketin sadık bir destekçisiydi. 1940'ta Almanlar Danimarka'yı işgal ettiklerinde Naziler için atom araştırmalarına katılmayı reddetti. 1943'te tutuklanma tehlikesi belirince önce İsveç'e, oradan da ABD'ye kaçtı.



Bu şema, Bohr'un atomun yapısı ile ilgili çalışmalarına dayanılarak çizilmiştir. Bohr, elektronların çekirdeğin çevresinde, kimi zaman kabuk da denen tanımlanmış enerji düzeylerinde döndüğünü göstermiştir.

Evrenin başlangıcı

İnsanlar, binlerce yıl evrenin başlangıcı ile ilgili sorulara yanıt aramıştır. Birçok insan, uzun süre evrenin şimdi nasılsa eskiden de öyle olduğunu ve hep böyle kalacağını düşünmüştür. Fakat bilimsel anlayış arttıkça evrenin yapısıyla ilgili düşünceler de değişikliğe uğradı. Yüzyıllar boyunca toplanan kanıtlar, evrenin aynı kalmaktan çok, sürekli değiştiğini gösterdi. Evrenle ilgili bilime evrenbilim denir. Evrenbilimciler, nasıl başlayıp nasıl geliştiğini ortaya çıkarmak için bütün evreni incelerler.



Çinlilerin, evrenin yaratılışıyla ilgili düşüncelerinin betimlendiği bronz bir tabak

Bizimkinin ötesindeki gökadalar

Edwin Hubble ABD'de doğup büyüdü. Chicago Üniversitesi'nde hukuk okudu. Önceleri avukatlık yaptı, ama daha sonra gökbilime döndü. Yaşamının geri kalan bölümünde Wilson Dağı Gözlemevi'nde çalıştı.

1923'te Hubble, Andromeda adı verilen bir gökadayı (dev yıldız kümelenmesi) inceledi. O zamanlar çoğu gökbilimci, bütün evrenin, bizim gökada Samanyolu'ndan ibaret olduğunu düşünüyordu. Bugün



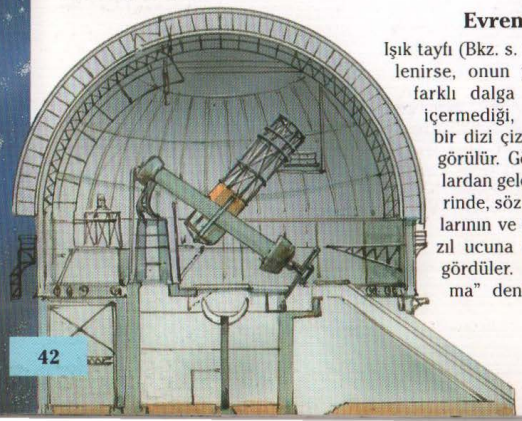
Andromeda Gökadası'nın görünüşü

artık başka gökadalar olduğunu bildiğimiz sarmal oluşumların, yalnızca birer gaz bulutu olduklarına inanılıyordu. Fakat Hubble, Andromeda Gökadası'nın ucunda birtakım yıldızlar gördü ve onların Samanyolu'nun çok ötesinde oldukları tahmininde bulundu. Çalışmaları, Andromeda Gökadası'nın başka bir gökada olduğunu, dolayısıyla bizimkinin dışında başka gökadaların da var olduğunu kanıtladı. Sonra, o ve başkaları yavaş yavaş birçok gökada saptamaya başladılar.



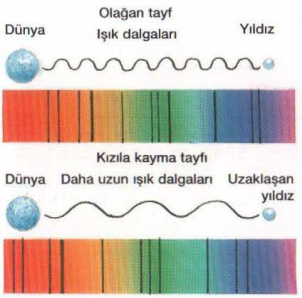
Edwin Hubble'ı (1889-1953) Wilson Dağı teleskopunun başında görüyorsunuz.

Wilson Dağı Gözlemevi



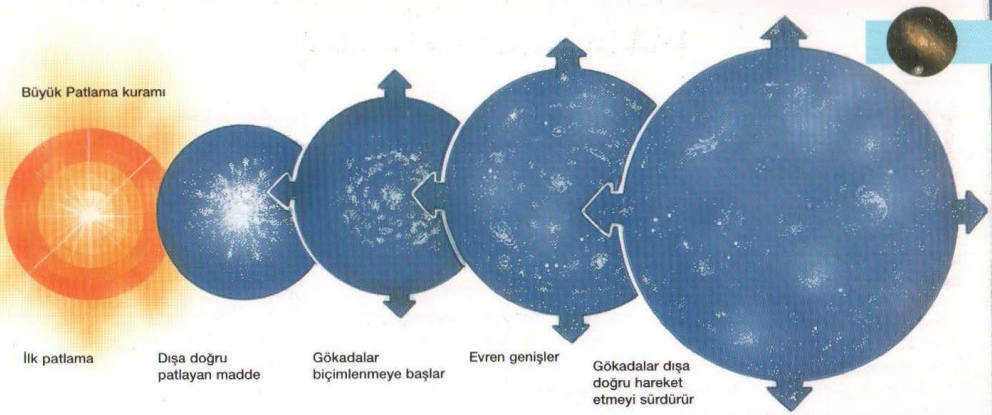
Evrenin yaşı

Işık tayfı (Bkz. s. 22) yakından incelenirse, onun yalnızca birtakım farklı dalga boylarından ışık içermediği, bunların dışında, bir dizi çizgiden de oluştuğu görülür. Gökbilimciler yıldızlardan gelen ışığı incelediklerinde, söz konusu dalga boylarının ve çizgilerin tayfın kızıl ucuna doğru yaklaştığını gördüler. Buna "kızıla kayma" denir. Bunun nedeni, bir ışık kaynağının gözlemciden uzaklaştığında, dalga boyunun artmasıdır. Işık kaynağının uzaklaşma hızı arttıkça, kızıla kayma da artar. Hubble, kızıla kaymanın olabilmesi için, yıldızların bizden uzaklaşmaları gerektiğini fark etti. Ayrıca, gökadalar zayıfladıkça kızıla kaymanın artışı da dikkatini çekti. Bu, gökadaların uzaklığı arttıkça, daha hızlı hareket ettiklerini gösteriyordu. 1929'da, gökadaların hızını ve Dünya'dan uzaklıklarını hesaplamak için kızıla kayma derecesini ölçebilecek bir duruma geldi. Hızın uzaklıkla orantılı olarak arttığını buldu. Bu, Hubble Yasası olarak bilinir. Çalışmaları, evrenin genişlediğinin ilk kanıtlarını verdi. Bu, Büyük Patlama kuramının (Bkz. aşağısı) açıklamasıdır. Bundan başka, gökbilimciler, gökadaların dışa doğru hareket etme hızlarını ölçebilseler, evrenin ne zaman doğduğunu da hesaplayabilirler. Bugün, bunun altı ile onbeş milyon yıl arası bir zaman önce olduğuna inanıyorlar.



Büyük patlama

Georges Lemaître Belçika'da doğdu ve Louvain Üniversitesi'nde gökbilim okudu, sonra da rahiplik eğitimi aldı. İngiltere'de Cambridge Üniversitesi'ne geçti. Daha sonra Louvain Üniversitesi'ne gökbilim profesörü olarak atandı. Akademik hayatının geri kalan bölümünde hep orada kaldı.



Lemaître, 1927'de, Einstein'ın Genel Görelilik kuramını (Bkz. s. 40) kullanarak, evrenin hâlâ genişlediğini söyledi. Evrenin, bir zamanlar, enerji ve maddeden oluşan minik bir atom içinde sıkışmış olduğunu iddia etti. Atomun büyük bir patlamayla parçalandığını ve her yana sıcak gazlar saçtığını ileri sürdü. Buna Büyük Patlama kuramı denir. İlk başlarda kurama gereken değer verilmedi; ama bugün çoğu bilim adamı, onu evrenin kaynağı ile ilgili en iyi açıklama olarak görmektedir.


Georges Lemaître (1894-1966)

Uzayda yeni buluşlar yapıldıkça, Büyük Patlama kuramı daha da geliştirilip değiştirildi. 1970'te Roger Penrose (d. 1931) ile Stephen Hawking (d. 1942), Einstein'ın kuramı eğer doğruysa, o zaman evrenin de belli bir başlangıcının olabileceğini gösterdiler. Bu durumda, tuhaf görünmekle birlikte bizim bildiğimiz anlamda uzay ve zaman var olmayacaktı. Patlamadan sonraki anlarda, evren inanılmaz derecede sıcak bir top olmalıydı. Ardından, milyonlarca yıl geçip hidrojen ve öteki elementler oluşuncaya kadar genişleyip soğudu. En sonunda da çekim, atomları biraraya topladı ve gökadalar meydana gelmeye başladı.

Büyük Patlama kuramının, Salınımlı Evren kuramı denen bir başka biçimi ise, evrenin sırasıyla bir genişleyip bir büzüldüğünü ileri sürer. Eğer bu doğruysa, genişlemenin sınırlarına ulaşıldığında, büyüme duracak ve çekim her şeyi yeniden biraraya getirecektir. Gökadalar o denli sıkışacaktır ki bir başka kozmik patlama bütün süreci bir kez daha başlatacaktır.

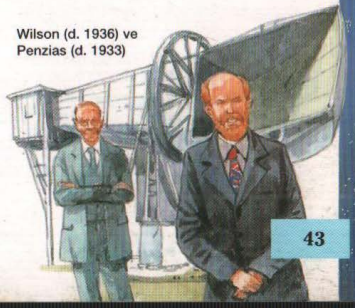


Evren hep aynı kalır

Hermann Bondi Avusturya'da, Viyana'da büyüdü. İngiltere'ye yerleşip Cambridge Üniversitesi'nde okudu. 1954'te, Londra King's College'da profesör oldu.

Bondi, 1948'de, Durağan Durum kuramını ortaya attı. Bu kurama göre, genişleyen evrenin ortasında, dışa doğru hareket edenlerin yerine geçecek yeni gökadalar meydana gelir. Sonuç olarak, Bondi evrenin hep aynı görüneceğini ileri sürdü. Ne var ki daha sonraki bulgular bunun tersini söylemektedir. Örneğin, 1964'te Robert Wilson ve Arno Penzias uzayda zayıf radyo parazitleri saptadılar. Bugün bunun Büyük Patlama'nın yankısı olduğu düşünülmektedir.


Hermann Bondi (d. 1919)


Wilson (d. 1936) ve Penzias (d. 1933)

Bilim dünyasında kadınlar

Tarih boyunca birçok kadının bilimsel gelişmeye katkıda bulunmasına karşın, kadınların yaptığı çalışmalar çok az kabul görmüştür. Çok sayıda nedenden ötürü başarıları görmezlikten gelinmiş, adları kitaplarda unutulmuştur. Kadınlar üniversitelere alınmamışlar, bilim kurumları ile laboratuvarlara sokulmamışlardır. Bilimsel eğitimleri az olduğu için birçok kadın ancak bilimle uğraşan erkeklere yardımcılık görevinde bulunabilmiştir. Durum yavaş yavaş iyileşmiştir, ama hâlâ bilim alanında çalışan kadınların sayısı erkeklerinkinden çok daha azdır.

İlk bilim kadınları

Eski Mısır'da ve Eski Yunan'da kadın doktorlar olmasına rağmen, eski dünyada kadınların tıp ve bilim alanında çalışmalarına çok az fırsat tanınmıştır. Başarılı kadınların yaşam öyküleri, her zaman, ahlaksız ve tehlikeli diye bilim kadınlarını dışlayan erkekler tarafından yazılmıştır. Bu durumdaki bilim kadınlarının ilki, yaşamı iyice belgelenen Hypatia'dır. Yazılarının çoğu kayıptır; ama bilim adamları tarafından bu yazılara yapılan birtakım göndermeler vardır. Hypatia Mısır'da, İskenderiye'de doğmuş, burada matematik ve felsefe dersleri vermiştir. En önemli çalışmaları, cebir ve geometri alanındadır, ama o ayrıca mekanik ve teknolojiyle de ilgilenmiştir. Bunlardan başka, bir düzlemsel usturlap da içinde olmak üzere birkaç bilimsel alet tasarlayıp yapmıştır. Usturlap yıldızların, gezegenlerin ve Güneş'in konumlarını belirlemek için kullanılır.



M.Ö. 1. yüzyıldan, kadın bir doktora ait bir mezartaşı



İskenderiyeli Hypatia (M.S. 370-415). Klasik dönemden kalma bir heykelinden çizilmiştir.

Başrahibe ve fizikçi

Bingenli Hildegard, Almanya'daki bir manastırda başrahibeydi. Müzik ve tıp da dahil olmak üzere çok geniş bir alanda eğitim gördü. Dinsel kitaplardan başka, *Liber simplicis medicinae* adında bir doğa tarihi ansiklopedisi de yazdı. Burada hayvanları, mineralleri, 230 kadar bitkiyi, 60 kadar da ağacı betimledi. Hildegard, ayrıca, birkaç tane evren haritası da çıkardı. Çizdiği ilk evren haritasında (Bkz. aşağısı), Dünya yıldızlar ve gezegenlerle çevrilmiş olarak ortada bulunur.



Bingenli Hildegard (1098-1179)

Hildegard'ın ilk evren haritası

Unutulmuş bir matematikçi

Bir matematikçi ve filozof olan Conway Kontesi Anne (1631-79), Londra'da doğdu. Özel öğretmenliğini yapan erkek kardeşi ona kitaplar verdi ve kendisini Descartes'ın (Bkz. s.19) düşünceleriyle tanıştırdı. Kent dışındaki malikânesi, bilimle ilgilenen insanların biraraya geldiği ünlü bir toplantı yeri haline geldi.

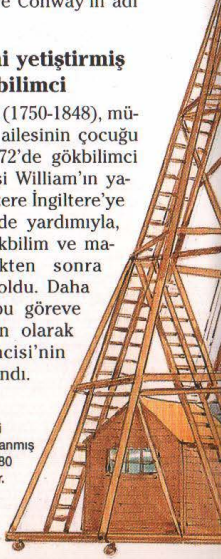


Lady Anne Conway'in kent dışındaki malikânesi, Ragley Hall

Anne Conway'in kitabı *En Eski ve Modern Felsefenin İlkeleri*, ölümünden onbir yıl sonra Francis van Helmont adında bir Hollandalı tarafından yayımlandı. Bilimsel fikirlerinden birçoğunun yer aldığı kitabın, Gottfried Leibniz (1646-1716) adındaki Alman matematikçi üzerinde çok derin bir etkisi oldu. Leibniz'in Conway'in önemini itiraf etmesine karşın, kitap van Helmont'a atfedildi ve Conway'in adı hemen unutuldu.

Kendi kendini yetiştirmiş bir gökbilimci

Caroline Herschel (1750-1848), müzisyen bir Alman ailesinin çocuğu olarak doğdu. 1772'de gökbilimci olan erkek kardeşi William'ın yanına yerleşmek üzere İngiltere'ye gitti. Kardeşinin de yardımıyla, kendi kendine gökbilim ve matematik öğrendikten sonra onun yardımcısı oldu. Daha sonra, 1787'de, bu göreve getirilen ilk kadın olarak Saray Gökbilimcisi'nin yardımcılığına atandı.



Caroline'in erkek kardeşi William tarafından tasarlanmış olan bu dev teleskop 1780 dolaylarında kurulmuştur.

Yeni kuyrukluyıldızların bulunması

Herschel bütün Avrupa'da tanınan bir gökbilimci oldu. Kardeşiyle işbirliği yaptığı önemli çalışmalar dışında, kendi başına da birçok yeni kuyrukluyıldız keşfetti. Çalışmaları nedeniyle, 1828'de aldığı Kraliyet Gökbilim Derneği Altın Madalyası da dahil birtakım ödüller kazandı. Onun başarıları, gökbilimin kapılarını zamanının kadınlarına açtı.

Bilimsel düşüncelerin yaygınlaşması

Mary Somerville, bilim eğitimine büyük katkılarda bulundu. İskoçya'da doğan Somerville, "19. yüzyıl biliminin kraliçesi" olarak bilinir. İlk bilimsel yazısı *Çok Kırılgan Güneş Işınlarının Mıknatıslama Gücü Üzerine*, kadınların katılması yasaklandığı için, Kraliyet Derneği'ne kocası tarafından sunuldu. 1831'de *Gökcisimlerinin İşleyişi*'ni yayımladı. Kitap, Pierre de Laplace (1749-1827) adındaki Fransız bilim adamının çalışmalarına ilişkin kendi yorumları dışında, Somerville'in özgün fikirlerini de içeriyordu. Bu kitap, yüzyılın geri kalan bölümünde, ileri matematik eğitiminde yaygın olarak kullanılan bir ders kitabı oldu.



Mary Somerville (1780-1872) ve *Gökcisimlerinin İşleyişi*'nin kapağı

İlk bilgisayar programcısı

Şair Lord Byron'ın kızı olan Lovelace Kontesi Ada, gökbilim, Latince, müzik ve matematik eğitimi aldı. İngiliz matematikçi Charles Babbage'ın (1792-1871) yanında, Babbage'ın yapmaya çalıştığı hesap makinesi için aritmetik işlemler tasarımcısı olarak çalıştı. Bu makine, bugün bilgisayarların atası olarak görüldüğüne göre, Lovelace da bir anlamda ilk bilgisayar programcısı sayılabilir. Makineyle ilgili yaptığı çalışmalar ve makinenin kullanımı konusundaki fikirleri 1843'te yayımlandı. Fakat o zamanlar bir kadının kendi adına kitap yayımlaması uygun görülmediği için, o da yalnızca adının baş harflerini yazdırdı. Bunun sonucunda, birçok başka bilim kadının başına gelen onun da başına geldi ve bir matematikçi olarak yaptığı çalışmalar büyük ölçüde unutuldu gitti.



Lovelace Kontesi (1815-52)

Akademik düş kırıklıkları

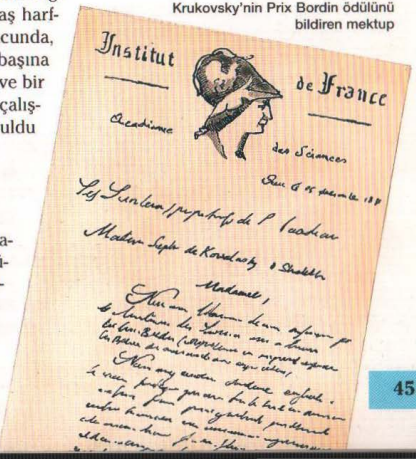
Sophia Krukovsky, yaptığı çalışmalar nedeniyle çok büyük ödüller alan, ama üniversitede matematik alanında yükselme çabaları sürekli engellenen bir Rus matematikçisidir. Vladimir Kovalevsky adındaki bir hukuk öğrencisiyle evlendikten sonra, onunla birlikte Almanya'ya Heidelberg'e taşındı. Heidelberg'te, kadın olduğu için üniversiteye girmesine izin verilmeyince, özel çalışmalar yapmak zorunda kaldı. 1874'te Göttingen Üniversitesi'nde matematik doktorası aldı, fakat kendine akademik bir görev bulamadı.

Sophia Krukovsky (1850-91) ve çalışmalarından bir bölüm



Krukovsky 1884'te, İsveç'te yeni Stockholm Üniversitesi'nde ilk kadın profesör oldu. 1888'de, matematik alanındaki çalışmalarından dolayı Fransız Académie des Sciences'ın (Institut de France'a bağlı) (Bkz. s. 21) en yüksek ödülü olan Prix Bordin'i aldı. Fakat buna rağmen Fransa'da kendine bir iş bulamadı. Bunun üzerine, Stockholm'deki görevinden ayrılıp bütün zamanını araştırmalara verme kararı aldı, ama hastalandı ve kısa süre sonra öldü.

Krukovsky'nin Prix Bordin ödülünü bildiren mektup



Bilim tarihinde dönüm noktaları

M.Ö. Önemli Tarihler

M.Ö. 4241 Olayların kesin olarak tarihlendiği ilk yıl. Bunu olanaklı kılan Mısır takvimi olmuştur.

M.Ö. c. 2630 İmhotep, Mısır Firavunu Coser'e hekimbaşı olur.

M.Ö. c. 1000 Çinlilerin gökbilim alanında bildikleriyle ilgili ilk kayıtlar.

M.Ö. c. 700 Eski bir Hint tıp metni olan *Ayurveda*'nın ilk derlenişi.

M.Ö. c. 600 Miletoslu Thales, doğada olup bitenler için ussal açıklamalar bulmaya çalışır.

M.Ö. 551 Çinli filozof Konfüçyüs doğar.

M.Ö. c. 500 Pythagoras, evrende sayıların ve uyumun gizemli önemini irdeler.

M.Ö. c. 450 Daha sonra büyük bir doktor olacak olan Hippokrates, Kos (İstanköy) adasında doğar.

M.Ö. 399 Yunanlı filozofların en önemlilerinden Sokrates'in ölümü.

M.Ö. 387 Filozof Platon, Atina'da Akademia'yı kurar.

M.Ö. c. 335 Aristoteles, doğa tarihiyle ve evrenin yapısıyla ilgili önemli bilimsel kitaplar kaleme alır.

M.Ö. 287 Matematikçi ve mucit Arkhimedes doğar.

M.S. Önemli Tarihler

150 Ptolemaios, yıldızlarla gezegenlerin hareketleri hakkındaki *Almagest*'i yazar.

161 Yunanlı anatomici Galenos, daha sonra ünlü bir doktor olacağı Roma'ya yerleşir.

c. 600 Orta Amerika'da Maya uygarlığı gelişir.

813 Bağdat'ta gökbilim okulu kurulur.

c. 854 Arap simyacı Ebubekir Razi (Rhazes) doğar.

965 Optik konusundaki çalışmalarıyla ünlü Arap fizikçi İbnülheysem (Alhazen) doğar.

1253 Matematik ve bilim dersleri veren Robert Grosseteste'in ölümü.

1264 Aquinolu Thomas, Hıristiyan düşüncesini Aristoteles'in öğretisiyle uzlaştırır.

1267 Roger Bacon, geleneksel Hıristiyan eğitimine karşı çıkar.

1452 Mucit ve sanatçı Leonardo da Vinci doğar.

1527 Paracelsus, Basel Üniversitesi'nde profesör olur.

1543 Copernicus, gezegenlerin Dünya'nın etrafında değil, Güneş'in etrafında döndüğünü ortaya atan kuramını yayımlar.
Andreas Vesalius, insan anatomisiyle ilgili yeni bir elkitabı çıkarır.

1551 Conrad von Gesner, hayvan krallığıyla ilgili dev incelemesini yayımlamaya başlar.

1574 Tycho Brahe, gökyüzünü gözlemek için Hven adasında bir gözlemevi kurar.

1596 Matematikçi ve filozof René Descartes doğar.

1610 Galileo Galilei, teleskop kullanarak yaptığı gökbilimsel keşifleri konu alan *Yıldızların Habercisi*'ni yayımlar.

1616 William Harvey, kan dolaşımı konusunda dersler verir.

1618 Johannes Kepler, gezegenlerin Güneş'in çevresinde çizdikleri elips biçimindeki yörüngeleri betimleyen yasaları yayımlar.

1627 Francis Bacon'un, bilimin toplum içindeki önemli rolüyle ilgili etkili düşünceler içeren *Yeni Atlantis*'inin yayımlanışı.

1632 Galileo, *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*'u yayımlar.

1642 Galileo ölür.
Isaac Newton doğar.

1644 Descartes'ın en önemli bilimsel çalışması *Felsefenin İlkeleri*'nin yayımlanışı.

1661 Robert Boyle, *Kuşkucu Kimyager* başlıklı kitabında, maddenin minik yuvarlardan oluştuğunu ileri sürer.

1662 Londra'da Kraliyet Derneği kurulur.

1665 Robert Hooke'un, mikroskop yardımıyla çizilmiş ayrıntılı çizimler içeren *Micrographia*'sının yayımlanışı.

1666 Paris'te, Académie Royale des Science kurulur.

1682 Edmond Halley, daha sonra kendi adıyla anılacak bir kuyrukluyıldızın yörüngesini çizip betimler.

1687 Newton'un, evrensel çekim yasalarını formülleştirdiği *Principia* başlıklı kitabının yayımlanışı.

1703 Newton, Kraliyet Derneği'nin başkanlığına getirilir ve 1727'de ölümüne dek bu görevde kalır.

1704 Newton, mercekler ve ışık hakkındaki, *Optik* başlıklı kitabını yayımlar.
John Ray, 17 000 bitkiyi içeren sınıflandırmasını tamamlar.

1705 Francis Hauksbee, vakumlu bir küreyi sürterek anlık, parlak elektrik ışıkları elde eder.

1729 Stephen Gray, elektriği büyük uzaklıklara iletir.

1745 Elektrik depolayan bir alet olan Leiden şişesinin bulunuşu.

1748 Georges de Buffon, 36 cilt tutan, doğa tarihi incelemesini tamamlar.

1752 Benjamin Franklin, yıldırımın elektrikten kaynaklandığını gösterir.

1753 Carl Linnaeus, yeni, ikiterimli bitki sınıflandırma sistemini yayımlar.

1756 Joseph Black, kimyasal maddelerin ısıtılmasıyla elde edilebilen "sabit hava"yı bulur.

1774 Joseph Priestley, bugün bizim oksijen olarak bildiğimiz gazı ayrıştırır ve ona "flojistonlu hava" adını verir.

1775 Abraham Werner, Freiberg'te bir madencilik okulu kurar ve yavaş yavaş, yerbilimsel değişmeyle ilgili "Neptün" kuramını geliştirir.

1779 Antoine Lavoisier, "flojistonlu hava"nın varlığını kanıtlar ve ona yeni bir ad vererek "oksijen" der.

1787 Caroline Herschel, gökbilime yaptığı katkılardan dolayı sarayın takdirini kazanır.

1789 Lavoisier'nin, 33 elementi sıraladığı ve bu elementlerin adlandırılması ile ilgili modern sistemi sunduğu *Kimyasal Adlandırma Yöntemi*'nin yayımlanışı.

1791 Luigi Galvani, kurbağalarla yaptığı elektrik deneylerinin sonuçlarını yayımlar.

1795 James Hutton'ın kitabı *Yer Kuramı, Kitab-ı Mukaddes*'te yaradılış konusunda söylenenleri sorgular. Yerbilimsel değişikliklerin, *Kitab-ı Mukaddes*'te söylenenlerin tersine, milyonlarca yılda meydana geldiğini ileri sürer.

1796 Edward Jenner, bir çocuğu çiçek hastalığına karşı aşılar.

1799 Alessandro Volta, ilk elektrik bataryasını yapar.

1808 John Dalton'un kitabı *Yeni Kimya Felsefesi Sistemi*, atom kuramı hakkında önemli ve yeni fikirler ortaya atar.

1809 Jean de Lamarck, canlı varlıklardaki değişmeyle ilgili açıklamasını yayımlar. Bu açıklamada, sonradan kazanılmış özelliklerin kalıtsal olarak aktarılabileceğini ileri sürer.

1820 Hans Oersted, elektrik akımının pusulanın iğnesi üzerinde manyetik etki yarattığını gösterir.

1824 Justus von Liebig, Almanya'da, Gissen'de kendi araştırma laboratuvarını kurar.

1831 Charles Lyell, Londra King's College'da profesörlüğe atanır. Charles Darwin, HMS *Beagle* ile yolculuğuna başlar. Michael Faraday, hareketli bir mıknatıstan elektrik akımı elde eder.

1843 Ada Lovelace matematik çalışmasını yayımlar.

1858 Alfred Wallace'ın doğal seçilim hakkındaki elyazmaları Darwin'in eline ulaşır.

1859 Darwin, evrim kuramlarını içeren, *Türlerin Kökeni'ni yayımlar.*

1867 Joseph Lister, antiseptikler kullanılarak mikrop kapmaların azaltılabileceğini gösterir.

1868 Gregor Mendel, bezelye bitkileriyle yaptığı, modern genetik kuramının temellerini oluşturan araştırmalarını bitirir.

1869 Dimitriy Mendeleyev, Periyodik Çizelge'yi hazırlar.

1871 Darwin, evrim konusundaki ikinci kitabı *İnsanın Türeyişi*'ni yayımlar.

1872 James Maxwel, Faraday'ın elektrik kuramlarını sayıya dökmek için cebir denklemleri kullanır.

1882 Robert Koch, kolera virüsünü bulur.

1885 Louis Pasteur, bir dizi aşı yaparak, kuduz bir köpek tarafından ısırılmış bir çocuğun yaşamını kurtarır.

1886 Heinrich Hertz, radyo dalgalarının varlığını gözler önüne seren araştırmalarına başlar.

1888 Sophia Krukovsky, Prix Bordin'i kazanır.

1895 Wilhelm Röntgen, X-ışınlarını bulur.

1896 Antoine Becquerel, uranyumun radyoaktif olduğunu bulur.

1900 Max Planck "kuantumlanan enerji" fikrini ortaya atar.

1905 Albert Einstein, Özel Görelilik kuramı da içinde olmak üzere, üç bilimsel yazı yayımlar.

1910 Thomas Morgan'ın sirkesinekleriyle yaptığı deneyler, Mendel'in kalıtımla ilgili düşüncelerini doğrular.

1911 Marie Curie, radyoaktiflik konusunda kendi başına yaptığı çalışmalardan dolayı Nobel Ödülü alır; böylece de bu ödülü iki kez alan ilk kişi olur. Ernest Rutherford, atomun merkezinde bir çekirdek olduğunu gösterir.

1913 Niels Bohr, hidrojen atomu için yeni bir model önerir.

1915 Alfred Wegener, kıta kayması kuramını yayımlar.

1919 Einstein, Genel Görelilik konusundaki yazısını yayımlar.

1923 Edwin Hubble, bizimkinin ötesindeki gökadaların varlığını kanıtlar.

1927 Georges Lemaître, evrenin sürekli genişlediği düşüncesini ortaya atar.

1928 Bugün penisilin dediğimiz bir oluşumun bakterileri öldürmesi Alexander Fleming'in dikkatini çeker.

1929 Hubble, gökadaların birbirlerinden uzaklaştığını gösterir. Bu da Büyük Patlama kuramına temel oluşturur.

1948 Hermann Bondi ve Thomas Gold evrenle ilgili Durağan Durum kuramını ortaya atar.

1953 Francis Crick ile James Watson DNA molekülünün yapısını keşfeder.

1963 Yerbilimsel deneyler Wegener'in düşüncelerini doğrular ve levha tektoniği kuramı yerleşir.

1964 Robert Wilson ile Arno Penzias uzayda radyo parazitleri saptarlar. Bunların, Büyük Patlama'nın yankısı olduğu düşünülür.

DİZİN

Académie des Sciences (Bilimler Akademisi), 45
Académie Royale des Sciences (Kraliyet Bilimler Akademisi), 21
aether, 7
akan elektrik, 32, 33
akupunktur, 8
alfa parçacığı, 41
Alhazen Bkz. İbnülheysem
Almagest, 14
anatomi, 9, 16, 18
Andromeda Gökadası, 42
antibiyotikler, 35
antisepsi, 35
Aquinolu Thomas, 12
Araplar, 6, 7
Aristoteles, 6, 7, 10, 13, 24
Arkhimedes, 7
Arkhimedes İlkesi, 7
Arkhimedes burgusu 7
astroloji, 4, 11, 13
aşı / aşılama, 34
atom, 31, 37, 40, 41
atom çekirdeği, 41
atomcu madde kuramı, 23
autunit, 41
Avicenna Bkz. İbn Sina
Ay, 15
Ayurveda, 8

Babbage, Charles, 45
Bacon, Francis, 20
Bacon, Roger, 12, 13
bağışıklık, 34
bakteriyoloji, 34, 35
baskın özellikler, 38
Beagle, HMS, 29
Becquerel, Antoine, 37
Big Bang kuramı Bkz. Büyük Patlama kuramı
bileşikler, 31
bilgisayar, 45
bilim kurumları, 20-21, 44
birincil parçacık, 23
birörneklilik kuramı, 27
Bîrûnî, Ebu Reyhan el-, 11
bitkibilim, 24, 25, 28
Black, Joseph, 30
Bohr, Niels, 41
Bondi, Hermann, 43
Boyle, Robert, 23, 31
Boyle Yasası, 23
böcekbilim, 28
Brahe, Tycho, 15
Buffon, Georges de, 25
Buridan, Jean, 13
Büyük Patlama kuramı, 42, 43

cerrahlık, 8, 35
Chain, Ernst, 35
Conway Kontesi Anne, 44
Copernicus, 14, 18
Crick, Francis, 39
Curie, Marie, 37

çekim, 22
çekinik özellikler, 38
çiçek hastalığı, 34

dalga, 40
dalga boyu, 42
Dalton, John, 31
damıtma, 10
Darwin, Charles, 28, 29, 38
deney, 6, 10, 18, 20, 22-23, 31, 33, 34
deoksiribonükleik asit Bkz. DNA
deprem, 5, 6, 26, 27
Descartes, René, 19
Devinim Yasaları, 22, 40
DNA, 39
Doğa Merdiveni, 7
doğa tarihi, 44
doğal seçilim, 29
doktorlar, 8, 9, 16
dolaşım sistemi (kan), 9, 17
Durağan Durum kuramı, 43
durgun elektrik, 32
Dünya, 26-27

Ebubekir Razi, 10
Einstein, Albert, 40
elektrik, 32-33, 36
elektrik bataryası, 33
elektromanyetiklik, 36, 40, 42
elektron, 41
elementler, 31
Endüstri Devrimi, 21
enerji, 40
evren, 42-43
evrenbilim, 42-43
evrensel insan, 18
evrim, 25, 28-29, 38

Fabricius, 17
Faraday, Michael, 33, 36
felsefe, 5, 6, 7, 8, 12, 19, 20
Fidanzalı John, 13
fizikçiler, 22, 33, 36
Fleming, Alexander, 35
flojiston, 30, 31
Florey, Howard, 35
flüorışı, 36, 37
fosil, 25, 26, 27, 28
Franklin, Benjamin, 32
Franklin, Rosalind, 39

Galenos, 9, 16
Galilei, Galileo 7, 13, 14, 18, 19
Galvani, Luigi, 33
gama ışınımı, 37
Genel Görelilik kuramı, 40
gen, 38
genetik, 38, 39
Gesner, Konrad, 24
gezegenler sistemi, 7, 13, 14, 15, 18, 19, 22
gökada, 42, 43
gökbilim, 4, 5, 11, 13, 14, 15, 23, 42, 44, 45
görelilik kuramları, 40
gözlük, 12
Gray, Stephen, 32
Grosseteste, Robert, 12
Güneş, 14, 15, 18, 19, 22
günmerkezli kuram, 14

Halley, Edmond, 23
Harvey, William, 17
hastalıklar, 8, 9, 10, 16, 34-35
Hauksbee, Francis, 32
hava pompası, 23
hekimler, 8, 9, 17
Herschel, Caroline, 44, 45
Herschel, William, 44, 45
Hertz, Heinrich, 36, 41
hesap makinesi, 45
Hildegard, Bingenli, 44
Hippokrates, 9
Hipokrat Yemini, 9
homeopati,16
Hooke, Robert, 23
Hubble, Edwin, 42
Hubble Yasası, 42
Hutton, James, 26
hücre, 38
hücre çekirdeği, 38
Hypatia, 44

Institut de France (Fransız Enstitüsü), 21
ışık, 11, 12, 22, 36, 37, 40, 42
ışık hızı, 40
ışınım, 36, 37, 40, 41, 43
İbn Sina, 10, 16
İbnülheysem, 11
iğne, 34
ikiterimli adlandırma, 25
İmhotep, 4, 8
impetus kuramı, 13
İslam dünyası, 10

Jenner, Edward, 34

kaldıraç, 7
kalıtım, 29, 38, 39
kan (dolaşım sistemi), 9, 17
karanlık kutu, 11
karbon dioksit, 30
katot ışınları, 36
Kepler, Johannes, 14, 15, 22
kıta kayması, 27
kızıla kayma, 42
kimya, 10, 21, 30-31
kimyasal tepkimeler, 30, 31
Kleist, Ewald von, 32
Koch, Robert, 34
Konfüçyüs, 8
koordinat matematiği, 19
Kopernik, Nikolas Bkz. Copernicus
Kraliyet Derneği, 20, 22, 23, 45
Kraliyet Enstitüsü, 33
kromozomlar, 38
Krukovsky, Sophia, 45
kuduz hastalığı, 34
kuantum mekaniği, 40, 41
kuantumlanan enerji, 40
kuyrukluyıldızlar, 15, 23

Lamarck Şövalyesi, 28
Laplace, Pierre de, 45
Lavoisier, Antoine, 30
Leibniz, Gottfried, 44
Leiden şişesi, 32
Lemaître, Georges, 42
levha tektoniği, 27
Liebig, Justus von, 21
Linnaeus, Carolus, 25
Linné, Carl von Bkz. Linnaeus, Carolus
Lister, Joseph, 35
Lovelace Kontesi Ada, 45
Lyell, Charles, 27

Malpighi, Marcello, 17
manyetik alan, 36
manyetiklik, 23, 33, 36
matematik, 4, 6, 7, 19, 22, 36, 45
Maxwell, James, 36
Mendel, Gregor, 29, 38
Mendel Yasası, Birinci, 38
Mendeleyev, Dimitriy, 31
mercek, 11, 12, 21, 23
mikrobik hastalıklar kuramı, 35
mikroskop, 23, 30
mineralbilim, 10, 11
moleküler biyoloji, 39
Morgan, Thomas, 38
Muhammet, Hz., 10
mumyalama, 8
Müslümanlar, 10

Neptün kuramı, 26
Newton, Isaac, 15, 19, 22, 40

Oersted, Hans, 33, 36
oksijen, 30, 31
optik, 11, 12
Oresme, Nicolas, 13

Özel Görelilik Kuramı, 40
özellikler, 24, 28, 29, 38, 39
Pangaea, 27
Paracelsus, 16
paratoner, 32
parçacık, 40, 41
Pasteur, Louis, 34, 35
pastörizasyon, 34
pekblent 37
penisilin, 35
Penzias, Arno, 43
Periyodik Çizelge, 31
Planck, Max, 40
Platon, 6
Plüton kuramı, 26
Priestley, Joseph, 30
Principia, 22
prizma, 22
Ptolemaios, 14

radyo dalgaları, 36, 41
radyoaktif parçacık, 41
radyoaktiflik, 37
radyum, 37
rahatsızlık, 8, 9; ayrıca Bkz. hastalıklar
Ray, John, 24
Rhazes Bkz. Ebubekir Razi
Rönesans, 7, 9,18-19
Röntgen, Wilhelm, 36, 37
Rutherford, Ernest, 41

Salınımlı Evren kuramı, 43
Samanyolu, 42
sayı sistemleri, 4
sınıflandırma, 24-25, 26
simya, 10, 30, 31
Sokrates, 6
Somerville, Mary, 45
sterilizasyon, 35
su, 5
süperkıta, 27

şüphe kavramı, 19

takımyıldızlar, 4, 14
takvimler, 4, 5, 14
tayf, 22
teleskop, 19
Thales, 5
tıp, 8-9, 10, 16-17, 34-35, 36
tür, 25, 28, 29

uranit Bkz. autunit
uranyum, 37, 41

üniversiteler, 12, 21, 44, 45

vakum, 23, 32
Vesalius, Andreas, 16
Vinci, Leonardo da, 18
virüs, 34
volt, 33
Volta, Alessandro, 33

Wallace, Alfred, 29
Watson, James, 39
Wegener, Alfred, 27
Werner, Abraham, 26
Wilkins, Maurice, 39
Wilson, Robert, 43

X-ışınları, 36, 37, 39, 41

yanma, 31
yerbilim, 26, 27
yerçekimi, 22, 40, 43
yermerkezli kuram, 14
yıldırım, 32
yıldız, 4, 7, 11, 14, 15, 42, 43
yin ve *yang*, 8
yuvar, 23

TÜBİTAK POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

1)	Hayatın Kökleri	Mahlon B. Hoagland
2)	İkili Sarmal	James D. Watson
3)	Bir Matematikçinin Savunması	G. H. Hardy
4)	Modern Bilimin Oluşumu	Richard S. Westfall
5)	Genç Bilim Adamına Öğütler	P. B. Medawar
6)	Üniversite	Henry Rosovsky
7)	Rastlantı ve Kaos	David Ruelle
8)	Büyük Bilimsel Deneyler	Rom Harré
9)	Bilimin Öncüleri	Cemal Yıldırım
10)	Çok Geç Olmadan	Bernard L. Cohen
11)	İlk Üç Dakika	Steven Weinberg
12)	Fizik Yasaları Üzerine	Richard Feynman
13)	Bir Mühendisin Dünyası	James L. Adams
14)	Modern Çağ Öncesi Fizik	J. D. Bernal
15)	Kaos	James Gleick
☆ 16)	Bilimsel Gaflar	Billy Aronson
17)	Sorgulayan Denemeler	Bertrand Russell
18)	Bir Gölgenin Peşinde (Rakamların Evrensel Tarihi I)	Georges Ifrah
19)	Gen Bencildir	Richard Dawkins
☆ 20)	Tuhaf Bu DNA'lılar	Billy Aronson
21)	Yıldızların Zamanı	Alan Lightman
22)	Gezegenler Kılavuzu	Patrick Moore
23)	Çakıl Taşlarından Babil Kulesine (R.E.T. II)	Georges Ifrah
24)	Dr. Ecco'nun Şaşırtıcı Serüvenleri	Dennis Shasha
25)	Gündelik Bilmeceler	P. Ghose - D. Home
26)	107 Kimya Öyküsü	L. Vlasov - D. Trifonov
☆ 27)	Ayak İzlerinin Esrarı	B. B. Calhoun
28)	Akdeniz Kıyılarında Hesap (R.E.T. III)	Georges Ifrah
29)	Teknolojinin Evrimi	George Basalla
☆ 30)	Vücudunuz Nasıl Çalışır?	J. Hindley - C. King
☆ 31)	Dünya ve Uzay	S. Mayes - S. Tahta
32)	Uzak Doğu'dan Maya Ülkesine (R.E.T. IV)	Georges Ifrah
33)	Modern Araştırmacı	J. Barzun - H. F. Graff
34)	Eski Yunan ve Roma'da Mühendislik	J. G. Landels
35)	Alıç Ağacı ile Sohbetler	Hikmet Birand
36)	Matematiğin Aydınlık Dünyası	Sinan Sertöz
37)	Bilimin Arka Yüzü	Adrian Berry
38)	Ortaçağda Endüstri Devrimi	Jean Gimpel
39)	Olağandışı Yaşamlar	Gould - Gould
40)	Darwin ve Beagle Serüveni	Alan Moorehead
41)	Buluş Nasıl Yapılır?	B. E. Shlesinger
42)	Sıfırın Gücü (R.E.T. V)	Georges Ifrah
43)	Şaşırtan Varsayım	Francis Crick
44)	Sulak Bir Gezegenden Öyküler	Sargun A. Tont
45)	Anılarım	Ernst E. Hirsch
46)	Evrenin Kısa Tarihi	Joseph Silk
47)	Gökyüzünü Tanıyalım	M. E. Özel - A. T. Saygaç
48)	Bilim ve İktidar	F. Mayor - A. Forti
49)	Matematik Sanatı	Jerry P. King
50)	Türkiye'nin Tarihi	Seton Lloyd
51)	Galileo ve Newton'un Evreni	William Bixby
52)	Bilgisayar ve Zekâ (Kralın Yeni Usu I)	Roger Penrose
53)	Göl İnsanları	R. Leakey - R. Lewin
54)	Katla ve Uçur	Richard Kline
★ 55)	Bilimsel Deneyler	Jane Bingham
56)	Bunu Ancak Dr. Ecco Çözer	Dennis Shasha
☆ 57)	Ona Kısaca DNA Denir	F. Balkwill - M. Rolph
☆ 58)	Sen Ben Gen	F. Balkwill - M. Rolph
☆ 59)	Biz Hücreyiz	F. Balkwill - M. Rolph
☆ 60)	Hücre Savaşları	F. Balkwill - M. Rolph
★ 61)	Astronomi	Stuart Atkinson
62)	Modern İnsanın Kökeni	Roger Lewin
★ 63)	Bilim Adamları	S. Reid - P. Fara
★ 64)	Ekoloji	Richard Spurgeon
★ 65)	Atom ve Molekül	P. R. Cox - M. Parsonage
☆ 66)	Bir Zamanlar	M. J. Mc Neil - C. King
67)	Anadolu Kültür Tarihi	Ekrem Akurgal
68)	Bir Yeşilin Peşinde	Asım Zihnioğlu
☆ 69)	Reyin	Rebacca Treays
★ 70)	Makineler	Clive Gifford
★ 71)	Depremler ve Yanardağlar	Fiona Watt
72)	Hint Uygarlığının Sayısal Simgeler Sözlüğü (R.E.T. VII)	Georges Ifrah
★ 73)	İnternet	Philippa Wingate
☆ 74)	Işık Evreni	David Phillips
☆ 75)	Akıl Kutusu	S. Rose - A. Lichtenfels
☆ 76)	Uzay Denen O Yer	Helen Sharman
☆ 77)	Mavi Gezegen	Brian Bett
☆ 78)	Uydular	Mike Painter
★ 79)	Yaşadığımız Gezegen	Fiona Watt
☆ 80)	Havada Karada Suda	K. Little - A. Thomas
☆ 81)	Çarpım Tablosu	Rebecca Treays
★ 82)	Denizler ve Okyanuslar	Felicity Brooks
★ 83)	Hava ve İklim	F. Watt - F. Wilson
☆ 84)	Kutuplarda Yaşam	Kamini Khanduri
85)	Karanlık Bir Dünyada Bilimin Mum Işığı	Carl Sagan
★ 86)	Mucitler	S. Reid - P. Fara
★ 87)	Her Yönüyle Otomobiller	Clive Gifford
★ 88)	Kesirler ve Ondalık Sayılar	Karen Bryant-Mole
★ 89)	Her Yönüyle Uçaklar	Clive Gifford
90)	İslâm Dünyasında Hint Rakamları (R.E.T. VII)	Georges Ifrah
☆ 91)	Çarpma ve Bölme	Karen Bryant-Mole
☆ 92)	Tablolar ve Grafikler	Karen Bryant-Mole
★ 93)	Her Yönüyle Tekneler	Christopher Maynard
★ 94)	Bilgisayarlar	Rebecca Treays
95)	Fiziğin Gizemi (K.Y.U. II)	Roger Penrose
96)	Bir Sayı Tut	Malcolm E. Lines
★ 97)	Kâşifler	F. Everett - S. Reid
★ 98)	Enerji ve Güç	Richard Spurgeon - Mike Flood
99)	Kırılgan Nesneler	P. G. de Gennes - J. Badoz
100)	Hayvanların Sessiz Dünyası	Marian Stamp Dawkins
☆ 101)	Kaybolan İpucu	B. B. Calhoun
★ 102)	Mikroskop	Chris Oxlade - Corinne Stockley
★ 103)	Elektronik	Pam Beasant
☆ 104)	Vücudunuz ve Siz	Mike Unwin
☆ 105)	Deneylerle Bilim	Mike Unwin
★ 106)	Dünyayı Saran Ağ: WWW	Asha Kalbag
★ 107)	Fırtınalar ve Kasırgalar	Kathy Gemmell
☆ 108)	Toplama ve Çıkarma	Karen Bryant-Mole
○ 109)	İnsan Vücudu	
☆ 110)	Yeryüzünde Yaşam	Mike Unwin
★ 111)	Bilgisayardaki Adresiniz Web Sitesi	Asha Kalbag
112)	Anadolu Manzaraları	Hikmet Birand
113)	Bilim İş Başında	John Lenihan
○ 114)	Arkeoloji	Jane McIntosh
115)	Us Nerede? (K.Y.U. III)	Roger Penrose
○ 116)	Evrim	Linda Gamlin
☆ 117)	Küllerin Altındaki Sır	B. B. Calhoun
○ 118)	Fizik	Jack Challoner
☆ 119)	Kaslar ve Kemikler	Rebecca Treays
☆ 120)	Beş Duyu	Rebecca Treays
★ 121)	Kuşlar	F. Brooks - B. Gibbs
○ 122)	Kimyanın Öyküsü	Ann Newmark
123)	Hesabın Destanı (R.E.T. VIII)	Georges Ifrah
★ 124)	Elektrik ve Manyetizma	Peter Adamczyk - Paul-Francis Law
125)	Darwin ve Sonrası	Stephen Jay Gould
126)	Bilim Tarihi Yazıları 1	Alexandre Koyré
○ 127)	Kimya	Jack Challoner
128)	Maddenin Son Yapıtaşları	Gerard 't Hooft
○ 129)	Evren	
☆ 130)	İşte Dünya	Billy Aronson
○ 131)	21. Yüzyıl	Michael Tambini
♦ 132)	Büyüklükler	Jenny Tyler - Robyn Gee
♦ 133)	Şekiller	Karen Bryant-Mole
♦ 134)	Ölçmeye Başlamak	Karen Bryant-Mole
♦ 135)	Zaman	Jenny Tyler - Robyn Gee
○ 136)	Taşların Dünyası	R. F. Symes
137)	Galileo'nun Buyruğu	E. B. Bolles
138)	Evrenin Şiiri	Robert Osserman
139)	Doğanın Gizli Bahçesi	Edward O. Wilson
140)	Hitit Çağında Anadolu	Sedat Alp
141)	Dünyayı Değiştiren Beş Denklem	Michael Guillen
142)	Hayvan Zihni	James Gould - Carol Grant Gould
○ 143)	Keşifler	Rupert Matthews
144)	Büyük Çekişmeler	Hal Hellman
○ 145)	Hayvanlar	
★ 146)	E-posta	Mark Wallace - Phillippa Wingate
★ 147)	Bilgisayarda 101 Proje	Gillian Doherty
148)	Yirminci Yüzyılda Paris	Jules Verne
○ 149)	Otomobil Çağı	
150)	Boşluk Bakışımın Biçimini Alıyor	Hubert Reeves
♦ 151)	Renkler	Karen Bryant-Mole
♦ 152)	Karşıtlıklar	J. Tyler - R. Gee
♦ 153)	Farklı Olanı Bul	J. Tyler - R. Gee
♦ 154)	Rakamlar	Karen Bryant-Mole
☆ 155)	Geçmişin Anahtarları	B. B. Calhoun
○ 156)	Derin Mavi Atlas	Bülent Gözcelioğlu - Ö. Faruk Aydıncılar
157)	İki Kültür	C. P. Snow
158)	Sonsuzluğun Kıyıları	Adrian Berry
☆ 159)	Mucizeler Adasına Yolculuk	Klaus Kordon
160)	Prof. Zihni Sinir Proceler	İrfan Sayar
161)	Atomaltı Parçacıklar	Steven Weinberg
□ 162)	Marie Curie	Naomi Pasachoff
□ 163)	Sigmund Freud	Margaret Muckenhoupt
□ 164)	Johannes Kepler	James R. Voelkel
□ 165)	Gregor Mendel	Edward Edelson
166)	Kör Saatçi	Richard Dawkins
167)	Yıldızların Altında	Michael Rowan-Robinson
★ 168)	Yunan ve Roma Mitolojisi	Colette Estin - Hélène Laporte
♦ 169)	Saymaya Başlamak	J. Tyler - R. Gee
♦ 170)	10'a Kadar Saymak	J. Tyler - R. Gee
♦ 171)	Toplamayı Öğrenmek	K. Bryant-Mole- J. Tyler
♦ 172)	Çıkarmayı Öğrenmek	K. Bryant-Mole- J. Tyler

☆ ÇOCUK KİTAPLIĞI
★ GENÇLİK KİTAPLIĞI
○ BAŞVURU KİTAPLIĞI

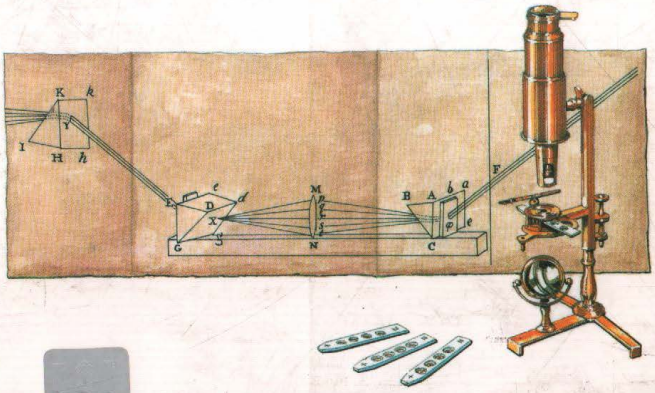
♦ OKULÖNCESİ KİTAPLIĞI
□ YAŞAMÖYKÜSÜ DİZİSİ

YAYINLARIMIZI TÜBİTAK KİTAP SATIŞ BÜROSU İLE KİTABEVLERİNDEN EDİNEBİLİRSİNİZ.
Atatürk Bulv. No: 221 Kavaklıdere 06100 Ankara Tel: (312) 427 33 21 - Faks: (312) 427 13 36

ARKHIMEDES'TEN EINSTEIN'A

BİLİM ADAMLARI

Elinizdeki kitap araştırmalarıyla ve buluşlarıyla dünyayı değiştirmiş, bilimsel düşüncenin eski uygarlıklardan günümüze ulaşan tarihine imzasını atmış bilim adamlarını tanıtmaktadır. *Bilim Adamları*'nda büyüleyici bilim dünyası Arkhimedes'ten Einstein'a, insan vücudunun keşfinden atomun iç yapısına, ayrıntılı bir biçimde anlatılmaktadır. TÜBİTAK Gençlik Kitaplığı dizisinden bilimsel düşüncenin eşsiz serüvenini anlatan yeni bir kitap.



ISBN 975-403-101-0



Fiyatı: 3.250.000 TL (KDV DAHİL)

Basılı fiyatından farklı satılamaz