

T.C. ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YAYINI NO: 2749

AÇIKÖĞRETİM FAKÜLTESİ YAYINI NO: 1707

BİLİM VE TEKNOLOJİ TARİHİ

Yazarlar

Prof.Dr. Ertuğrul YÖRÜKOĞULLARI (Ünite 1)

Prof.Dr. Önder ORHUN (Ünite 2, 3, 4)

Prof.Dr. Hüseyin Gazi TOPDEMİR (Ünite 5, 6, 8)

Prof.Dr. Ekmeleddin İHSANOĞLU (Ünite 7)

Editörler

Prof.Dr. Ertuğrul YÖRÜKOĞULLARI

Prof.Dr. Ekmeleddin İHSANOĞLU



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Anadolu Üniversitesine aittir.
“Uzaktan Öğretim” tekniğine uygun olarak hazırlanan bu kitabın bütün hakları saklıdır.
İlgili kuruluştan izin almadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt
veya başka şekillerde çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz.

Copyright © 2013 by Anadolu University

All rights reserved

No part of this book may be reproduced or stored in a retrieval system, or transmitted
in any form or by any means mechanical, electronic, photocopy, magnetic tape or otherwise, without
permission in writing from the University.

UZAKTAN ÖĞRETİM TASARIM BİRİMİ

Genel Koordinatör

Doç.Dr. Müjgan Bozkaya

Genel Koordinatör Yardımcısı

Doç.Dr. Hasan Çalışkan

Öğretim Tasarımcıları

Yrd.Doç.Dr. Seçil Banar

Öğr.Gör.Dr. Mediha Tezcan

Grafik Tasarım Yönetmenleri

Prof. Teyfik Fikret Uçar

Öğr.Gör. Cemalettin Yıldız

Öğr.Gör. Nilgün Salur

Kitap Koordinasyon Birimi

Uzm. Nermin Özgür

Kapak Düzeni

Prof. Teyfik Fikret Uçar

Öğr.Gör. Cemalettin Yıldız

Grafikerler

Gülşah Karabulut

Özlem Ceylan

Kenan Çetinkaya

Dizgi

Açıköğretim Fakültesi Dizgi Ekibi

Bilim ve Teknoloji Tarihi

ISBN

978-975-06-1416-3

1. Baskı

Bu kitap ANADOLU ÜNİVERSİTESİ Web-Ofset Tesislerinde 15.000 adet basılmıştır.
ESKİŞEHİR, Ocak 2013

İçindekiler

Önsöz	iv
1. Tarih Öncesi Çağlarda Bilim ve Teknoloji.....	2
2. Antik Yunan ve Helenistik Çağdaki Bilim ve Teknoloji.....	28
3. Roma Döneminde Bilim ve Teknoloji.....	56
4. Orta Çağ'da Bilim ve Teknoloji.....	78
5. Türkler'in İslamiyet'e Giriş Döneminde Bilim ve Teknolojiye Etkileri.....	112
6. Rönesans ve Aydınlanma Dönemi'nde Bilim ve Teknoloji.....	142
7. Osmanlılarda Bilim ve Teknoloji.....	180
8. Yeni Çağda Batıda Bilimin Gelişimi ve Cumhuriyet Dönemi'nde Türkiye'de Bilim.....	210

Önsöz

Ulusların birbirlerine karşı yürüttükleri üstünlük yarışları ve kendi toplumlarının refah seviyelerini yükseltme gayret ve çalışmaları nasıl, 19. yüzyıl'da sanayi çağının başlamasına sebep olmuşsa; benzer gayret ve çalışmalarda, 21. yüzyıla girerken ,bilim alanında bilgi çağına, sanayi alanında da üçüncü endüstri çağına girilmesine neden olmuştur.

Bilgi çağı veya üçüncü endüstri çağı gibi kavramlarla ifade edilen kısaca bilim ve teknoloji çağı diyebileceğimiz, günümüz dünyasında bilim ve teknoloji alanında öylesine bir hızlı gelişme yaşanmaktadır. Bu hızlı gelişmeye ayak uydurabilmek ülkeler için, hem çok zor hem de son derece hayati önem taşır duruma gelmiştir.

Bilim ve teknoloji tarihi nedir? sorusunun en kısa yanıtı bilim ve teknolojinin doğuş ve gelişme öyküsü olarak tanımlanabilir. Bilim ve teknoloji tarihinin amacı; nesnel bilginin ve tekniğin ortaya çıkışını, yayılmasını ve kullanılma koşullarını incelemenin yanında geniş anlamda bir bakış açısı oluşmasını sağlamaktır. Bilim ve teknoloji tarihi amacına, çeşitli bilim kollarında ulaşılan sonuçları sıralayarak değil, daha çok, bu sonuçları bağlı oldukları koşullar çerçevesinde açıklayarak ulaşılmaya çalışır. Görevi de hakikatin (gerçek) ve buluşların bir katalog çalışması olmayıp, bilimsel kavram, kuram, teknik ve anlayışın doğuşunu ve gelişimini izlemek ve açığa çıkarmaktır.

Modern bilim ve teknoloji şüphesiz, insan aklının ve iradesinin uygarlığa katmış olduğu en önemli üründür. Fakat bu ürünün doğuş, gelişmesi konusunda ancak, son 80 yıllık bir dönemde akademik çalışmalar başlatılmış ve bu çalışmalar hızla yürütülmektedir.

Bilim ve teknoloji Tarihi yeni bir disiplin olmakla beraber, kapsamı çok geniştir. Bilim çok kere sanıldığı gibi ilk defa ne Rönesans 'tan sonra, nede Batı dünyasında ortaya çıkmıştır. Bilim ve Teknoloji insanlığın ortak malıdır; kökleri ilkel insan topluluklarının yaşamına kadar uzanır.

Geniş bir açıdan bakıldığında bilimin ve teknolojinin uzun ve zorlu gelişiminde şu dört aşama görülür . Bunlar:

- Mısır ve Mezopotamya uygarlıklarına rastlayan ampirik bilgi toplama aşaması;
- Eski Yunanlıların evreni açıklamaya yönelik akılcı sistemlerinin kurulduğu aşama;
- Orta çağda Yunan felsefesi ile dinsel doğmaları bağdaştırma çabaları karşısında İslam bilim ve teknolojisinin parlak başarılarını kapsayan aşama;
- Rönesans sonrası gelişmelerin yer aldığı modern bilim aşaması.

Görüldüğü gibi ilk aşama tamamen ,üçüncü aşama ise kısmen Doğu'da, ikinci ve dördüncü aşamalar ise daha çok Batı'da yer alan gelişmeleri göstermektedir. Doğu ile Batı arasında gidip- gelen bilimsel gelişmeyi söyle özetlemek mümkündür:

Doğu uygarlıklarının ürünü olan bilim önce Batı'ya geçer; önce İyonya'da, daha sonra Atina ve Güney İtalya'da büyük atılım yapar; tam gelişme hızını yitirmeye başladığı bir sırada tekrar doğu' ya döner ve Nil ağzında kurulan İskenderiye'de yeni bir parlak bir döneme girer. Ancak bu dönemde uzun sürmez .Geometri, astronomi, fizik ve coğrafya gibi bilim dallarında sağlanan büyük ve gerçek başarılarla rağmen, Roma yönetiminin giderek yozlaşması ve Hristiyanlık ile birlikte türlü mistik inanç ve saplantıların yayılması karşısında araştırma ve öğrenme ruhu Batı'da canlılığını yitirmekten, hatta ortadan silinip gitmekten kurtulamaz. Bilimin yeniden canlanması, İslamiyet 'in ortaya çıkmasıyla, yine doğu dünyasında kendini gösterir. Avrupa'nın 13'üncü yüzyıla başlayan ve Rönesans'tan günümüze kadar giderek hızlanan parlak bilimsel başarılarını İslam döneminin çalışmalarına borçlu olduğu inkar edilemez. Bilim ve teknoloji aslında hiçbir ırkın, kültürün veya bölgenin malı değildir ve olmamıştır da.

Günümüzde bilim ve teknolojiyi birbirinden bağımsız olarak düşünmek imkansızdır. Bilim ve teknolojinin birbirine yaklaşmasını Fransız Devrimi'ne kadar götürebilir. Bilime dayalı sanayi devrimi sayesinde ,bilim toplumunun sosyo-ekonomik yapısını değiştiren önemli bir etken olduktan sonra tarihçiler bilimin ve teknolojinin daha doğru ifade ile bilim tarihinin önemini göz ardı edemediler ve

bilim ve teknoloji tarihi ile ilgilenmek zorunda kaldılar. Bugün Dünya’da çoğu üniversitede Bilim ve Teknoloji Tarihi yanında bilim Felsefesi dersleri zorunlu dersler arasına girmiş durumdadır.

Günümüzde bilim ve teknoloji arasındaki aralık giderek kapanmaktadır. Bu durum, bilim içerisindeki uzmanlaşmanın daha belirgin hale gelmesiyle ve de bilim ve teknoloji arasındaki bütünleşme ile açıklanabilir. Öte yandan, bilim ve teknolojinin etkisi sadece sanayi ile sınırlı değildir. Ayrıca dış çevre faktörlerinin etkisi altında bulunan tarım ve genetik mühendisliği, malzeme v.b. konusundaki ilerlemeler de bilim ve teknoloji çerçevesi içinde değerlendirilmektedir.

Uzaktan öğretim tekniğine uygun olarak hazırlanan Bilim ve Teknoloji Tarihi isimli bu kitabımızda Yazılı Tarih Öncesi Çağlardan, Günümüz Türkiye’sine uzanan bir zaman dilimi içinde bilim ve teknolojik gelişmeler kronolojik bir çerçevede ele alınarak öğrencilere bugün ulaştığımız bilim ve teknoloji düzeyi hakkında bilgi verilmiştir. Bu kitabın hazırlanmasında başta Anadolu Üniversitesi Rektörü Prof.Dr. Davut AYDIN olmak üzere emeği geçen herkese teşekkürü bir borç biliriz.

Editör

Prof.Dr. Ertuğrul YÖRÜKOĞULLARI

1

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

-  Bilim ve teknoloji tarihinin önemini açıklayabilecek,
-  Bilim ve teknolojinin anlamını tanımlayabilecek,
-  Bilimin yöntemini ve özelliğini açıklayabilecek,
-  Tarih öncesi çağlarda bilim ve teknoloji tarihini yorumlayabilecek bilgi ve becerilere sahip olabilirsiniz.

Anahtar Kavramlar

- | | |
|---|--|
|  Bilim ve Teknoloji |  Hint’de Bilim |
|  Bilim ve Teknoloji Tarihi |  Mezopotamya’da Bilim |
|  Bilim Yöntemleri |  Anadolu’da Bilim |
|  Bilimsel Yöntem |  Eski Mısır’da Bilim |
|  Orta Asya Bilim |  Ege Havzasında Bilim |
|  Çin’de Bilim | |

İçindekiler

- ❖ Giriş
- ❖ Bilimin Kökeni
- ❖ Bilim ve Teknoloji Tarihi
- ❖ Bilimin ve Teknolojinin Tanımı
- ❖ Bilim ve Teknoloji Tarihinin Önemi
- ❖ Bilim ve Teknolojinin Doğuşu
- ❖ Yazılı Tarih Öncesi Çağlarda Bilim ve Teknoloji

Tarih Öncesi Çağlarda Bilim ve Teknoloji

GİRİŞ

Ulusların devam edegelen üstünlük yarışları ve kendi toplumlarının refah seviyelerini yükseltme gayret ve çalışmaları nasıl, 19. Yüzyıl'da sanayi çağını başlatmış, büyük ilerlemeler kaydedilmesine sebep olmuşsa; benzer gayret ve çalışmalar, 21. yüzyıla girerken, bilim alanında bilgi çağına, sanayi alanında da üçüncü endüstri çağına girilmesine neden olmuştur.

Bilgi çağı veya üçüncü endüstri çağı gibi kavramlarla ifade edilen kısaca bilim ve teknoloji çağı diyebileceğimiz, günümüz dünyasında bilim ve teknoloji alanında öylesine bir hızlı gelişmeler yaşanmaktadır ki, bu hızlı gelişmeye ayak uydurabilmek ülkeler için hem çok zor hemde son derece önemlidir. Ülkeler bu hızlı gelişmeye ayak uydurabilmek için kıyasıya bir yarış içindedirler.

Günümüzde bilim ve teknolojiyi birbirinden bağımsız olarak düşünmek imkansızdır. Bilim ve teknolojinin birbirine yaklaşmasını Fransız Devrimi'ne kadar götürebiliriz. 1789, Fransız Devrimi'nden sonra Fransa'da bilim adamları yeni kurulan üniversitelerde ve özellikle École Polytechnique'de görev almaya başladılar. École Polytechnique'de doğa bilimleri öne çıktı ve ilk kez burada fizik ve kimya laboratuvarları kuruldu. École Polytechnique'yi örnek alan Almanlar çok sayıda bilim adamı yanında teknokrat adı verilen, teknokrasi içerisinde yer alan, yönetici konumundaki mühendis, mimar, teknisyen, iktisatçı vb. yetiştirdiler. Bunlar üniversite ve özellikle sanayi laboratuvarlarında çalışıyor ve araştırmalar yapıyorlardı. Bilim, teknolojiyi gerçek anlamda dokuma endüstrinde ihtiyaç duyulan sentetik boyaların kimyasal süreçlerle elde edilmesi sayesinde 19. yüzyılın ikinci yarısında etkilemiş ve o zamandan beri bilimle teknoloji arasındaki yakın ilişki ve karşılıklı etkileşimler kesintisiz ve güçlenerek sürmektedir. Bilime dayalı sanayi devrimi sayesinde, bilim toplumunun sosyo-ekonomik yapısını değiştiren önemli bir etken olduktan sonra tarihçiler bilimin ve teknolojinin daha doğru ifade ile bilim tarihinin önemini göz ardı edemediler ve bilim ve teknoloji tarihi ile ilgilenmek zorunda kaldılar.

Günümüzde bilim ve teknoloji arasındaki aralık giderek kapanmaktadır. Bu durum, bilim içerisindeki uzmanlaşmanın daha belirgin hale gelmesiyle ve de bilim ve teknoloji arasındaki bütünleşme ile açıklanabilir. Öte yandan, bilim ve teknolojinin etkisi sadece sanayi ile sınırlı değildir. Ayrıca dış çevre faktörlerinin etkisi altında bulunan tarım ve genetik mühendisliği, malzeme v.b. konusundaki ilerlemeler de bilim ve teknoloji çerçevesi içinde değerlendirilmektedir.

Bir icat ve keşif faaliyeti olan bilimsel ve teknolojik araştırma, yeni buluşlara ulaşmak ve bunları teknolojiye dönüştürerek sanayide kullanmak üzere ortaya konulan bir uğraştır. Bilim ve teknoloji çağımızın belkide en etkin gücüdür. Bu güç ya doğrudan ekonominin gereklerinden yada sanayinin isteğinden kaynaklanmaktadır. Özellikle II. Dünya savaşıdan sonra günümüzde de süren ekonomik rekabet, ister istemez bilim ve teknolojiye önem verilmesine ve özellikle gelişmiş ülkelerin yeni keşifler ve buluşlarda bulunma yönünde amansız bir yarışa girmelerine sebep olmaktadır.

Dünya'da bilim ve teknoloji çalışmalarıyla bilgi, öylesine hızlı şekilde artmaktadır ki her beş yılda hatta bazı alanlarda daha kısa sürede bilgi birikimi aşağı yukarı ikiye katlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, lazer, optik fiber, robotik, nanoteknoloji ve genetik mühendisliği alanındaki ilerlemeler insanın hayatına bakış açısını değiştirmiş ve bugün için sınırsız olanaklar sağlamıştır.

Buluşları yapan insandır. Ancak üretilen bilgi ve teknoloji bugün dünyada 20 ye yakın ülkenin kontrolü altında olup, bu 20 ülke içinde de gerçek buluşları yapan ülke sayısı beş altı ülkeyi geçmemektedir. Doğal olarak bilgi ve buluşlarla kazanılan beceri ve deneyimler büyük bir titizlikle koruma altına alınır. Bunun için, bir sınai veya ticari buluşun, imal ve satış hakkı belli bir süre için bir şahsa veya firmaya devredilebilir. Bu ise **patent** adı verilen resmi bir belge ile sağlanır. Bu ünite de bilim ve teknolojinin ortaya çıkış nedeni yanında tarih önceki çağlarda yaşayan kavimlerin bilim ve teknolojiye katkıları anlatılacaktır.

BİLİMİN KÖKENİ

Bilimin kökleri çok eskilere gitmesine rağmen, bilgi ve düşünme türü olarak nitelendirilebileceğimiz ve uygarlığın bir ürünü olan bilim aslında yeni bir kavramdır. Eski çağlarda din,efsane, felsefe gibi ruhsal; el sanatları gibi günlük ihtiyaçları gidermeye yönelik uğraşlar dışında bugün bilim olarak adlandırılan ve özünde gözleme ve düşünmeye dayalı bir bilim anlayışından söz etmek zordur. Fakat bu uğraşlar sonucu elde edilen bilgi,teknik ve kavramların daha sonraki çağlarda belirgin hale gelen bilimsel kavram ve işlemlere kaynaklık ettiği de gözardı edilemez. Aslında bilimsel düşünmenin ve icat etmenin özünde biri dünyayı anlama merakı diğeri ise yaşamı rahat ve güvenli kılma gibi iki ihtiyaç yatmaktadır. Bu ihtiyaçlardan ilki, insanlığın tarihinde kuşaktan kuşağa aktarılan çeşitli yaşantı ve beceri biçimlerini kapsayan bir teknik geleneği, ikincisi insanoğlunun duygu, inanç ve düşüncelerini içinde toplayan bir ruhsal geleneği oluşturmuştur. Bu iki gelenek başlangıçta ve uzun süre farklı ellerde birbirinden ayrı kalmış bunun sonucunda da karşılıklı etkileşme olanağı bulamamıştır. Eski yunan uygarlığının en parlak dönemlerinde bile, uğraşları el becerilerine, basit teknikleri kullanan zanaatkarların, öte yandan duygu inanç ve düşünce dünyasını oluşturan şair, politikacı ve filozofların yer aldığı görülmektedir. Bu ayrılık orta çağ boyunca sürmüş ancak, yeniçağ başında ortadan kalkmaya başlamıştır. İki geleneğin birleşmesi ve karşılıklı etkileşmesi sonrasında modern anlamda bilim ortaya çıkmaya başlamıştır. Bilimsel düşünme ve araştırma çabasının, iki geleneğin, deneye olanak veren teknik becerilerle, kavramsal düşünmeye yol açan teorik çalışmaların etkili bir kaynaşmasına dayanmaktadır.

İnsanın doğaya hükmetme istek ve anlama çabası insanlık tarihi kadar eskidir. Modern bilimin doğuşu bu iki isteğin birleşmesini beklemiştir. Bununla beraber ilk insanın yaşamında bile bu iki isteğin tamamen ayrı olduğunu söylemek oldukça zordur. Çünkü, ilk insanlar insan doğa ile ilişkisinde basit teknik becerilerini kullandığı kadar, büyü türünden bir takım akıl dışı sayılabilecek yollara da başvurmuşlardır. Aslında büyüünde amacı doğayı etkilemektir: yanında ölmekte olan hastaları iyileştirmek,beklenen doğal felaketleri önlemek, düşmanların yok olmasını sağlamak v.b. Aynı amacı, dünyanın varoluşu ve düzeni ile ilgili çeşitli kültürlerde yer yer sürüp gelen efsane türünden masal veya hikayelerde de bulabiliriz. Güneşin, ayın ve yıldızların yaradılış ve var oluş nedeni insanoğlunun yaşam ve ölüm karşısında duyduğu korkuyu giderme, aradığı güveni ve rahatı sağlama olarak hayal edilmiştir. Gerçi büyüde bile doğanın istediği göre değişmediği,bazı yasalara boyun eğmesi gerektiği düşüncesi hep vardı. Ateşin daima yaktığı, suyun ıslattığı, güneşin parlak olduğu, kışların soğuk,yazların sıcak gitme gerçeğinden ilk insanlar da kendilerini kurtarmayacaklarını bilirlerdi. Bununla birlikte büyü ve efsane doğrudan bilimin doğmasının nedeni değildir. Bilimin doğuşuna, doğayı kontrol etme çabası yanında anlama ve bilme tutkusuda neden olmuştur.

BİLİM VE TEKNOLOJİ TARİHİ

Bilim ve teknoloji tarihi nedir? sorusunun yanıtını kısaca bilim ve teknolojinin doğuş ve gelişme öyküsü olarak tanımlayabiliriz. Bilim ve teknoloji tarihinin amacı; **nesnel bilgi** ve tekniğin ortaya çıkışını,yayılmasını ve kullanılma koşullarını incelemek ve bir bakıma niteliği belli bir yöntemin, bir düşünme türünün hatta geniş anlamda bir bakış açısının oluşmasını sağlamaktır. Bilim ve teknoloji tarihi amacına, çeşitli bilim kollarında ulaşılan sonuçları sıralayarak değil, daha çok, bu sonuçları bağlı oldukları koşullar çerçevesinde açıklayarak ulaşılmaya çalışır. Görevi de olgu (gerçek) ve buluşların bir kataloğ çalışması olmayıp, bilimsel kavram, kuram, teknik ve anlayışın doğuş ve gelişimini izlemek ve açığa çıkarmaktır.

Modern bilim ve teknolojinin gözlerimiz önündeki yapısı şüphesiz insan aklının ve iradesinin uygarlığa katmış olduğu en önemli üründür. Fakat bu ürünün doğuş, gelişmesi konusunda son 80 yıllık bir dönemde akademik çalışmalar başlatılmıştır.

Bilim ve Teknoloji Tarihi yeni bir disiplin olmakla beraber, kapsamı çok geniştir. Bilim çok kere sanıldığı gibi ilk defa ne Rönesans ‘tan sonra, nede Batı dünyasında ortaya çıkmıştır. Bilim ve Teknoloji insanlığın ortak malıdır; kökleri ilkel insan topluluklarının yaşamına kadar uzanır.

Bilim anlamak, bilim öncesi veya bilim dışı düşünme biçimleriyle ilişkilerini gerektirir. Bu nedenle, bilim tarihi mitoloji, din, sanat ve metafizik (fizikötesi) konularada bilimle ilişkileri bakımından yer vermek zorundadır.

Geniş bir açıdan bakıldığında bilimin uzun ve zorlu gelişiminde şu dört aşamayı ayırtetmek mümkündür:

- Mısır ve Mezopotamya uygarlıklarına raslayan ampirik (görgüsel) bilgi toplama aşaması;
- Eski yunanlıların evreni açıklamaya yönelik akılcı sistemlerinin kurulduğu aşama;
- Orta çağda Yunan felsefesi ile dinsel doğmaları bağdaştırma çabaları karşısında İslam biliminin parlak başarılarını kapsayan aşama;
- Rönesans sonrası gelişmelerin yer aldığı modern bilim aşaması.

Görüldüğü gibi ilk aşama tamamen, üçüncü aşama ise kısmen Doğu’da, ikinci ve dördüncü aşamalar ise daha çok Batı’da yer alan gelişmeleri göstermektedir. Doğu ile Batı arasında gidip- gelen bilimsel gelişmeyi şöyle özetlemek mümkündür:

Doğu uygarlıklarının ürünü olan bilim önce Batı’ya geçer; önce İyonya’da, daha sonra Atina ve Güney İtalya’da büyük atılım yapar; tam gelişme hızını yitirmeğe başladığı bir sırada tekrar Doğu’ya döner ve Nil nehri ağzında kurulan İskenderiye’de yeni bir parlak bir döneme girer. Ancak bu dönemde uzun sürmez. Geometri, astronomi, fizik ve coğrafya gibi bilim dallarında sağlanan büyük ve gerçek başarılarla rağmen, Roma yönetiminin giderek yozlaşması ve Hristiyanlık ile birlikte türlü mistik inanç ve saplantıların yayılması karşısında araştırma ve öğrenme ruhu Batı’da canlılığını yitirmekten,hatta ortadan silinip gitmekten kurtulamaz. Bilimin yeniden canlanması, İslamiyetin ortaya çıkmasıyla, yine doğu dünyasında kendini gösterir. Avrupa’nın 13’üncü yüzyılla başlayan ve Rönesans’tan günümüze kadar giderek hızlanan parlak bilimsel başarılarını İslam döneminin çalışmalarına borçlu olduğu inkar edilemez. Bilim ve teknoloji aslında hiçbir ırkın, kültürün veya bölgenin malı değildir.

Bilimsel Gelişme

Bilimin gelişmesi ile ilgili görüşler çeşitlidir. Bu görüşlerden birine göre bilim yavaş fakat sürekli ilerleyen bir bilgi üretme ve çoğaltma sürecidir. İkinci görüşe göre ise, bilimde gelişme birbirinden ayrı düzeyde yer alan köklü düşünme değişikliklerinin bir sonucudur. Bu iki görüş, ilk bakışta sanıldığı gibi, bağdaşmaz nitelikte değildir. Her ikisinde de gerçek payı vardır. Bilimin gelişmesi karmaşık bir olaydır. Bir cephesi değişim, diğer cephesi devrim niteliği taşır. Gerçekten olgusal bilgilerimiz yönünden bilimin sürekli bir birikim, saptanmış olguları yorumlama ve açıklama yönünden ise bilimin gelişimi ancak zaman zaman patlak veren düşüncede devrim biçiminde görülmektedir. Bilim tarihi bu iki görüşü de ispatlama olanağı taşımaktadır. Geçmişte gözlem ve deney yoluyla saptanmış pek çok olgusal gerçek (örneğin gezegenlerin hareketleri,gazların özellikleri, kaldıraç,sarkaç,gel-git vb. bu tür olgular arasında sayılabilir) giderek artan bilgimizin bir bölümü olarak geçerliliklerini sürdürmektedir. Bunları bir yana itme, geçersiz sayma yoluna gidemeyiz; geçmişte bulunmamış olsalardı, bugün bulunacaklardı. Oysa aynı sürekliliği, olguları açıklama amacıyla bilgilerce ileri sürülen kuram veya kuramsal nitelikteki varsayımlarda bulamayız. Bilim tarihinin değişik dönemlerinde aynı olgu grubunu açıklamak için çok kez birbiriyle ilişki olmayan kuramlar ortaya atılmıştır. Bir örnek vermek gerekirse, gök cisimlerinin hareketlerini açıklamak için Knidoslu Eudoxos’dan, S. I. Newton (D. 1642-Ö. 1727)’a kadar geçen 2000 yıllık sürede ortaya atılan değişik teoriler gösterilebilir. Bu gibi kuramlar, olgusal buluşlar gibi bir bilgi birikimi yaratmamakta, tersine herbiri bir öncekini yıkmaya veya hiç değilse değiştirme rolü ile ortaya çıkmaktadır.

Her kuram doğaya belli bir bakış açısını ifade eder; fakat başka bakış açıları olanağını ortadan kaldırmaz. Herhangi bir kuramın ortaya atılmasında veya benimsenmesinde olgulara uyma ve olguları açıklama gücü kadar kişisel beğenilerimizde rol oynamaktadırlar. Bu nedenle, aynı alanda rakip kuramların ortaya çıktığını ve uzun süre tutunan kuramların bile birtakım koşulların oluşması ile geçerliliklerini, bazen beklenmedik bir biçimde yitirdiklerini görürüz.

Aslında bilimin gelişimi ne tek başına bir takım kuramsal görüş değişikliklerinden, nede yalnızca birbirine eklenen sürekli buluşlar zincirinden ibarettir. Bu iki süreç birbirini tamamlayıcı niteliktedir. Yeni olgusal buluşlar yeni kuramlara yol açtığı gibi, yeni kuramlar da yeni gözlem ve deneylere kapı açmakta, dolayısıyla yeni buluşların koşullarını hazırlamaktadır. Olgusal buluşlarla kuramsal açıklamalar arasındaki bu karşılıklı etkileşim bilimde gelişmenin gerçek gücünü oluşturur. Bu güçten kaynaklanan bilimsel gelişmenin iki dönemli süreç olduğunu söyleyebiliriz. Dönemden biri kuramsal düzeyde açıklamayı, ötekisi bu açıklamanın olgusal düzeyde pekiştirilmesini temsil eder. Fakat her pekiştirme, ergeç yeni bir açılmanın gereklerini de oluşturmaktan kendini kurtaramaz.

BİLİMİN VE TEKNOLOJİNİN TANIMI

Bilim, genel anlamda “evrenin yapısını ve davranışlarını gözlem ve deney yardımıyla sistematik bir şekilde incelenmesini ve yasalar biçiminde açıklamaya çalışan düzenli bilgi bütünü” olarak tanımlanabilir. İnsan için, yaşamın başladığı andan itibaren çevresinde olup biten olayları anlamak ve açıklamak vazgeçilmez bir tutku olmuştur. Bu açıdan bakıldığında bilim, özellikle doğaya ilişkin kuram yada beklentilerimizi sürekli sorgulayan bir faaliyet olarakta tanımlanabilir.

Bilim; neden, merak ve amaç besleyen bir olgu olarak günümüze kadar birçok alt dala bölünmüş, insanların daha iyi yaşam koşullarına kavuşmasına, var olmayan olguları bulmasına ve yeni şeyler öğrenmesine ön ayak olmuştur. Tüm bilim dalları evrenin bir bölümünü kendine konu olarak seçer, deneysel yöntemlere ve gerçekliğe dayanarak yasalar çıkarmaya çalışır. Ayrıca bilim; temelleri sanat tarafından atılmış, her aşamada sanat ve yaratıcılıkla beslenerek insanların hayat koşullarını iyileştirmek için yapılan çalışmalar bütünü olarakta ele alınabilir. Albert Einstein (D. 1879-Ö. 1955) bilimi, her türlü düzenden yoksun duyu verileri ile düzenli düşünceler arasında uygunluk sağlama çabası, Bertrand Russell (D. 1872-Ö. 1970) ise gözlem ve gözleme dayalı akıl yürütme yoluyla dünyaya ilişkin olguları birbirine bağlayan yasaları bulma çabası olarak tanımlamıştır.

Akademik düzeyde bilimler iki ana kategoride ele alınır. Doğa olaylarını araştıran ve inceleyen doğa bilimleri (veya doğal bilimler) ile toplumu, bireyi ve insanî faaliyetleri ve davranışları araştıran ve inceleyen sosyal (veya beşerî) bilimler. Biyoloji, fizik ve kimya gibi bilimler doğa bilimlerine örnek gösterilirken, iktisat, sosyoloji ve antropoloji gibi bilimler sosyal bilimlere örnektir. Bu temel alanlar arasında çok çeşitli ilişkiler olmuş, mühendislik ve tıp gibi bu alanlarla ilişkili birçok uygulamalı disiplin de olduğu gibi özellikle son yüzyılda birçok ara bilim dalları ortaya çıkmıştır; sibernetik, astrofizik ve tıbbi antropoloji bu bilim dallarına örnek gösterilebilir.

Matematik bilimi sıklıkla bu iki ana kategoriden farklı üçüncü bir kategori olan **formal bilimler** kategorisinde yer alır, formal bilimler kuramsal fikirlerle başlar ve düşünme süreci sayesinde diğer farklı teorik fikirlere ulaşır; oysa fen bilimleri gerçek dünyadaki çeşitli gözlemlerle başlar ve gerçekliğin bir bölümü için bir ölçüde kullanışlı olan modellere ulaşırlar. Formal bilimlerin hem doğa bilimlerine hem de sosyal bilimlere yakın ve uzak olduğu birçok nokta mevcuttur. Matematik, belirli bir bilgi alanının nesnel ve sistematik incelenmesi hususunda doğa bilimlerine yakinken, inceleme yöntemi olarak deneysel yöntemler barındırmaması açısından doğa bilimlerinden ayrılır; matematikte edinilen bilgi deneysel yöntemlerle değil de genelde deneye kanıtlanamayacak olgular için yani **a priori** (deneye dayanmayan, akıl yolu ile önceden kabul edilen) ile doğrulanır. Formal bilimler kategorisi matematiğin yanında istatistik ve mantık bilimlerini de içermektedir. Bu iki bilim, matematik ile birlikte, tüm bilimler, özellikle deneysel bilimler açısından önemli bir yere sahiptir; örneğin formal bilimlerdeki çeşitli gelişmeler fiziksel ve biyolojik bilimlerde de büyük gelişmelere sebep olmuştur. Formal bilimler hipotez, tekrarlanan gözlem ve deneylerle, doğruluğu büyük ölçüde kabul edilmiş, ancak yine gözlem ve deneyler yoluyla yanlışlanabilme olasılığı bulunan kuramın,yasa olmasında, hem doğa bilimleri hem de sosyal keşif ve tanımlamalarında bir önemli bir yer tutar.

Sosyal bilimlerin bir deneysel bilim olup olmaması durumu 20. yüzyıldan beri tartışma konusu olmuştur. Bu tartışmalar etrafında sosyal ve davranışsal dalların bir kısmı bilimsel olmadıkları eleştirileriyle karşılaşmıştır. Hatta bazı akademisyenler, Nobel Ödülü sahibi fizikçi Percy W. Bridgman (D. 1882-Ö. 1962) ve bazı siyasetçiler ABD Senatörü Kay Bailey Hutchinson (D. 1943-) v. b diğer bilim dallarına oranla muğlak veya bilimsel açıdan yersiz buldukları bazı bilim dallarına "bilim" sözcüğünü kullanmaktan kaçınmışlardır. Bazı filozoflar da bu açıdan farklı fikirler sunmuşlardır; örneğin Karl Popper (D. 190.-Ö. 1994) bilimsel yöntemin ve kanıtların varlığını reddetmiştir. Popper'a göre sadece bir tane evrensel yöntem vardır; olumsuz deneme ve yanlışlama yöntemi. Bu, bilim, matematik, felsefe, sanat vs. dahil insan zihninin tüm ürünlerini kapsadığı gibi, hayatın evrimini de kapsar. Bilimi genel olarak dört alana ayırarak da incelemek mümkündür. Bu alanlar:

- Sosyal olaylar ve insan davranışlarını konu alan “Sosyal Bilimler”
- Doğanın ve incelendiği Fizik, Kimya, Biyoloji’yi de içeren “Fen Bilimleri”
- Bilimsel yöntemlerle elde edilen bilgilerin uygulamaya konulduğu “Uygulamalı Bilimler”
- Hem Fen Bilimlerine, hemde bazı yönleriyle Sosyal Bilimlere benzeyen ve bilim dili olarak adlandırılan “Matematik”

Bilim topluluğu birçok farklı bilim dalında uzmanlaşmış, farklı dallarda araştırma yapan birçok bilim insanı ve ilgili kurumlardan oluşmaktadır

Teknoloji, Yunanca, tekhnē (sanat, zanaat) ve logos (bilgi, söz, sözcük) sözcüklerinden oluşan bir terim olup, Antik Yunanistan'da "bilgiden gelen zanaat" anlamına geliyordu. Zaman içinde anlamı değişen sözcük, bilimsel araştırmalardan elde edilen somut ve yararlı sonuçları ve bunlara ilişkin araç, yöntem ve süreçlerin bütününe ifade eden bir anlam kazanmıştır. Teknoloji ayrıca, bir sanayi dalıyla ilgili üretim yöntemlerini, kullanılan araç, gereç ve aletleri kapsayan bilgi olarak tanımlanabilir.



Resim 1.1: Mısır Piramitleri

Bir insan etkinliği olarak teknoloji, insanlık tarihinde bilim ve mühendislikten önce ortaya çıkmıştır. Teknolojinin, bilimin uygulamacı yönü olduğu görüşlerde bulunmaktadır. Mısır pramitlerinin yapımı teknolojinin bilimden önce ortaya çıktığının bir kanıtıdır (Resim 1.1).



Teknolojinin bilimden önce ortaya çıktığına dair birkaç örnek veriniz.

Teknoloji, günümüzde veri paylaşımının en etkin bir biçimde kullanılmasıyla keşiflere yön vermenin etkin bir parçası olarak da tanımlanabilmektedir. O halde teknolojiyi kısaca bilimsel bilgiden yararlanarak yeni bir ürün geliştirmek, üretmek ve hizmet desteği sağlamak için gerekli bilgi, beceri ve yöntemler bütünü olarak da tanımlayabiliriz.

Buna göre üretim için evresini dörde ayırabiliriz:

- Bilimsel bilgiye ulaşmak veya geliştirmek,
- Bilgiden faydalanarak bir ürün tasarlamak (tasarım yeteneği veya teknolojisi),
- Tasarlanan bir ürünün üretim tekniklerini belirlemek (üretim teknolojisi),
- Üretim.

Bilim ve teknoloji tarihi, teknoloji ve bilimin, pratik yaşam gereksinimlerinin karşılanmasına ya da insanın çevresini denetleme, biçimlendirme ve değiştirme çabalarına yönelik uygulamaların tarihidir. Teknik, temel olarak alet yapımı ve alet kullanarak sonuç alma yöntemleri anlamına gelir. Alet yapma yeteneği, insan türünü öteki canlılardan ayıran temel niteliktir. Bu niteliği nedeniyle insan, en başından beri teknoloji üreten bir varlıktır ve teknolojinin tarihi bir bakıma insanlığın tarihidir.

İnsanoğlu, tüm canlıların en gelişmiş olup çevresine ve diğer canlılar üzerinde hakimiyet kurabilen tek canlıdır. Yiyecek ihtiyacını karşılamak için çeşitli aletler geliştirmesi, korunmak için barınaklar yapması ilk teknolojik girişimleridir. Bu açıdan bakıldığında teknolojinin ilk kaynaklarını yontma taş devrine kadar götürebiliriz. İlk insan Afrika'da ortaya çıksada ilk uygarlığı Fırat ve Dicle nehirleri arasında ve bu gün Irak sınırları içinde kalan “Mezopotamya” olarak adlandırılan bölgede başlamıştır.

BİLİM VE TEKNOLOJİ TARİHİNİN ÖNEMİ

Bilim ve teknoloji tarihini bilmenin ve öğrenmenin çok sayıda yararı bulunmaktadır. Bunlar:

- Bilim ve teknoloji tarihi, her şeyden önce gençlere bilim ve teknoloji sevgisini aşılar. Bilim tarihi özellikle toplumlarda bilim insanına ve bilime verilen kıymet ve saygınlıklar vurgulanarak anlatıldığı zaman, gençlerde bilime ve teknolojiye karşı ilgi ve heves oluşturur.
- Bilim ve teknoloji tarihi, gençlerde, tarihsel ve kültürel kimlik oluşmasına yardımcı olur. Özellikle milletimizin ve bilim insanlarımızın bilime ve teknolojiye katkıları anlatıldığı zaman, bu gençlerimiz kendi geçmişlerini daha iyi tanımalarını sağlar.
- Bilim ve teknoloji tarihi, bilimin ve teknolojinin yapısı, karakteri ve değeri hakkında en doğru bilgiyi verir.
- Bilim ve Teknoloji Tarihi bize bilim ve teknolojinin sürekli gelişen bir etkinlik olduğunu, bilim ve teknolojiye bir sonun olmadığını, her zaman için yapılabilecek yeni şeylerin icat edileceğini öğretir.

Ayrıca Bilim Tarihi, başlangıçta doğru diye kabul edilen bir çok bilimsel varsayım, görüş ve kuralların, zamanla yanlışlandığını, onların yerine daha doğrularının konduğunu da gösterir. Bu konuda, bilim tarihinde Gezegenerin Hareketi, Kan Dolaşımı, Atom Kuramları v.b. çok sayıda örnek bulunmaktadır.



Bilim ve Teknoloji tarihi bilmenin, önemli bir yararı, gençlere ve genç bilim adamı ve mühendislerine eleştirci bir bakış açısı kazandırmasıdır.

Bilim tarihçisi, bilimsel teori ve görüşlerin ortaya çıkışlarında ve özellikle de yeni fikirlerin doğuşunda, bilimcilerin bu fikirlere karşı takındıkları tavırları da gösterir.

Bilim ve teknoloji tarihi, ayrıca, bilim ve teknolojinin tek bir ulus veya kültürün malı olmadığını, bütün insanlığın mirası olduğunu gösterir. Ancak, ulusların bundaki payının, bilim ve teknolojiye yaptıkları hizmet ve katkının hangi oranda olduğunu ortaya çıkarır. Önceki ulusların sonrakilerden nasıl etkilendikleri, kendilerinin bu bilim ve teknoloji mirasına ne gibi yenilikler kattıklarını bize yine bilim ve teknoloji tarihi öğretir, Resim 1.2 'de bilime önemli katkılarda bulunmuş bilim adamlarını görülmektedir.



Resim 1.2: Bilime Önemli Katkıda Bulunmuş Bazı Bilim Adamları

Bilim tarihi, eskiden ortaya atılan, bugün için terkedilen veya yaşamaya devam eden, bir çok bilimsel görüş veya kuramı konu edinir. Onlardan esinlenerek insanlar, yeni görüşler ortaya koyabilirler. Nitekim bugün kabul edilen bir çok modern kuram,yasa ve buluşların çoğu,eskilerin düzeltilmesi, eksikliklerinin tamamlanması, kısaca yeniden gözden geçirilmesi sonucu elde edildiğini Bilim Tarihi bize göstermektedir.

Bilim Yöntemleri

Bilimde tek bir yöntem yoktur. Bilimin konu edindiği varlık veya doğa olayı türüne göre, çeşitli yöntemler vardır. Yöntem bizi konu edindiğimiz bilimsel problemin çözümüne götüren şeydir. Her türlü maddi ve manevi vasıtalar ve yaklaşım biçimlerinin bütünüdür.

Bilimsel araştırmalarda kabul edilen genel yöntemler şunlardır:

- **Algılama Yöntemi:** Çıplak gözle ve duyu organlarımız aracılığıyla yaptığımız bir şey veya olay hakkındaki ilk algılamadır.
- **Gözlem Yöntemi:** Bu yöntem algılama yönteminin biraz daha derinleştirilmiş şeklidir. Duyu organlarının güçlerini artırıcı, teleskop,mikroskop gibi çeşitli araçlar kullanılır. Bilmek istediğimiz bir şeyi veya olayı etkide bulunmadan yakından gözlemek ve izlemektir.
- **Deney Yöntemi:** Bu yöntem gözlem yönteminin biraz daha derinleştirilmiş şekli olup, gözlenen olayların laboratuvar ortamında sınanmasıdır.

“Bilim nedir?” sorusunun herkesin hem fikir olduğu tek bir yanıtı yoktur. Bununda nedeni, bilimin donmuş(doğmatik) bir yapıda olmayıp sürekli hızla değişen ve gelişen bir etkinlik olmasından kaynaklanmaktadır. Kısaca bilim, inceleme konusu ve yöntemi bakımından, kapsam ve sınırları kesin çizgilerle belli olmayan, karmaşık ve devamlı gelişme içerisinde bulunan çok yönlü bir oluşumdur.

İnsanoğlunun yeryüzündeki yaşam ortamına duyduğu merak, yaşam standartlarını yükseltecek bir etkinliğe bürünmeye başlaması, olağan olayları anlama çabası, aslında dünyanın sırlarla dolu bir yer olduğunu ve bunları çözmek gerektiği gerçeğini doğurmuştur. Geleneksel bilim sadece anlamaya ve çözmeye ihtiyaç hissetse de, ileriki dönemlerde oluşan bilim dalları sadece çözmeyi değil daha da öte ilerlemeyi de kapsamaktadır. Geçmişte önemli sayılan belli başlı bilim dalları matematik, astronomi ve tıp olmasına karşın günümüzde genetik,nanoteknoloji v. b. çok çeşitli bilim dalları ortaya çıkmıştır. İlk çağlardan bu yana günümüzde de yeni formüller, sistemler, yöntemler ve kuramlar geliştirilmektedir ki bu da bilimin sürekliliğine güzel bir örnek oluşturmaktadır.

SIRA SİZDE



Yirminci yüzyılda ortaya çıkmış bilim alanlarına örnek veriniz.

SIRA SİZDE



Bilimin sürekliliğine örnekler bulunuz.

Tekrarlanan gözlem ve deneylerle, aynı şartlarda aynı sonuçları verdiği kesin olarak belirlenen, akla ve mantığa uygun, genel kanıya göre kabul görmüş, değişmez nitelik kazanmış, yanlışlanma olasılığı olmayan gerçek bilgiye, bilimsel yasa (kanun) denir. Yasalar değişmezlik ilkesine sahiptir. Yanlışlamaya çalıştığınızda, yasaı çöktürmek mümkün olmaz. Yasalar en gerçek değişmezlerdir. Bilim insanları bu mevcut yasaları kullanarak yeni yasalar ortaya koymaya çalışırlar. Bilimsel yasalar bilimin vazgeçilmez öğeleri olmasına karşın ve birçok bilimsel yasanın doğruluğu tartışılır düzeydedir. Bilim deneye dayanır. Bilimin deneye dayanması, işlenen konuyu daha inandırıcı kılmının yanında belirli bir çerçeveye oturtulması için de gereklidir. Bilimin sonsuz bir süreç içinde değişimi yadsınamaz bir gerçektir. Zaman içinde birçok alt dala bölünen bilim, sayısal ve sosyal alanlarda ayrı konulara bürünmüş; fakat nitelik açısından aynı amaca hizmet etmeyi sürdürmüştür.

Bilimin Özellikleri

Bilim tarihçilerine göre bilimin şu özelliklere sahip olduğu belirtilir:

- Bilim bilimsel verilere dayalı, kanıtlanabilir özellikteki bilgidir yani olgusaldır. Olgulara yönlenecek doğrulanabilir olan ifadeleri inceler.
- Bilim mantıksaldır. Bilimsel ifadeler, mantıksal açıdan doğru çıkarımlar ile ulaşılmış, çelişkisiz ifadeler olmalıdır.
- Bilim objektiftir. Bilim, öznel ifadeler ile değil nesnel ifadeler ile ilgilenir.
- Bilim eleştireldir. Bilimdeki mevcut her kuram yeni olgular ışıktan çürütülebilir veya değiştirilebilir; her kuram yerini başka bir kurama bırakabilir.
- Bilim genelleycidir. Bilim, tek tek bütün olgular ile ilgili gözlem yapmaz; bunlar ile ilgili genel kurallar ve bağıntılar bulmaya çalışır.
- Bilim seçicidir. Bilim, her türlü olguyla değil yalnızca ilgi alanına giren ve önemli olgular ile ilgilenir.

Bu özelliklerin dışında bilimin bir takım inançlara dayandığı da ifade edilir. Bunlar:

- Bilim gerçekçidir. Buna göre dış dünya öznenin bağımsız ve gerçektir.
- Bilim akulcudur. Buna göre dünya anlaşılabilir ve akla uygun bir dünyadır. Bu nedenle olguları akıl yolu ile kavramaya elverişli bir düzeni vardır.
- Bilim nedenseldir. Buna göre doğadaki her şeyin bir nedeni vardır, doğadaki bütün olgular arasında neden-sonuç ilişkisi bulunur.
- Bilim niceldir. Buna göre var olan her şey ölçülebilir.

Bilimsel Yöntem

Bilimsel yöntem, yeni bilgi edinmek veya bilinen bazı bilgileri doğrulamak veya düzeltmek amacıyla, olayları araştırmak için ve geçmişte kazanılmış, öğrenilmiş bilgileri tamamlamak için kullanılan yöntemlerin tümüne denir. Bilimsel yöntem (ler) gözlemlenebilir, deneysel ve ölçülebilir kanıtların belirli bazı mantıksal ilkelerle incelenmesine dayanır. Bilimsel yöntem, 17. yüzyıldan beri doğa bilimlerini karakterize eden sistematik gözlem, deney, ölçüm, formüle etme ve varsayımların değiştirilmesini içeren yargılama olarak tanımlanabilir.

Bilimsel yöntem diğer bazı bilgi edinme yöntemlerinden, bilim, deney ve mantık temelli olmasıyla ayrılır. Aynı şekilde bilimsel yöntem ile elde edilen bilginin, tekrar edilebilir deneylerden sonra tekrar ulaşılabilir olması gerekir. Bu açıdan bilimsel yöntem, sıklıkla bir buyruk veya düşüncenin Tanrı tarafından peygamberlere bildirilmesi olarak tanımlanan **vahiy** bazlı olan dinî yöntemden farklıdır; dinî bilgide esas olarak vahiydir oysa vahiy tekrar edilebilir bir deneye dayanmadığı için bilimsel bir yöntem olarak kabul görmez. Her ne kadar farklı bilim dallarında ve farklı bilgi konularında farklılaşmış, konuya özelleşmiş bilimsel yöntemler kullanılsa da genel bazı noktalar bilimsel yöntemlerin temelini oluşturur.

Genellikle bilim insanları, araştırmacılar belirli bir olayı açıklamak adına büyük ölçüde ellerindeki bilgileri kullanarak varsayımlar öne sürerler; daha sonra bu varsayımları test etmek için çeşitli deneyler hazırlarlar ve deneylerin sonucuna göre bir varsayımın doğruluğu veya yanlışlığı ortaya çıkar. Bazen bir varsayımın doğruluğu belirli deneyler sonucu kabul edilse de; daha sonra yanlış olduğu farklı deneyler yoluyla da kanıtlanabilir. Bu sebeple her türlü varsayım, sürekli olarak deneylere tabii tutulabilir. Bilimsel yöntem açısından, bilimsel yöntemler sonucu elde edilen bilgilerin paylaşılması ve arşivlenmesi çok önemlidir zira bu bilgiler ışığında aynı veya farklı yöntemlerle ilgili deney ve testlerin tekrar edilmesi, yeniden üretilebilmesi ve yapılabilmesi bilimsel yöntem sonucu oluşacak bilgi açısından kaçınılmaz bir gerekliliktir. Deneylerle aynı sonuç tekrar tekrar üretilebildiğinde varsayım yasa olmaya yaklaşır.



Bilimsel yöntem, bilimsel bulgular ve bilimler içerisinde kullanılan kavramlar da bilim felsefinin konusu oluşturur. Örneğin bilimsel yasaların tam olarak ne olduğu, nasıl tanımlanması gerektiği ve eğer varsa gerçek bilimsel yasaların, yanlışlıkla yapılmış objektif olarak genel geçer olmayan genellemelerden nasıl ayrıştırılması gerektiği bilim felsefesi içinde tartışılır.

Fikir, deney ve bulguların paylaşımı, iletişimi ve tanıtımı gibi amaçlar güden bilim kurumlarına Rönesans döneminden beri rastlanmaktadır. Bugüne ulaşmış en eski bilim kurumu İtalya'daki Accademia dei Lincei ile 1660 ve 1666 yıllarında kurulan İngiliz Royal Society ve Fransız Académie des Sciences ulusal bilim akademileridir. Ayrıca birçok uluslararası bilimsel örgüt, örneğin Uluslararası Bilim Konseyi (International Council for Science), farklı milletlerin bilim toplulukları, camiaları arasındaki işbirliğini geliştirmek ve önyak olmak amacıyla kurulmuştur.

Bugüne kadar çok çeşitte bilimsel dergi yayınlanmış ve yayınlanmaya devam edilmektedir. Bilimsel dergiler üniversitelerde ve diğer çeşitli araştırma kurumlarında yapılan araştırmaların sonuçlarını belgelemek ve iletmekte; bilimsel araştırmaların ve çalışmaların bu sebeple de bilimin arşivsel bir kaydı olma işlevini görmektedirler. İlk bilimsel dergiler, Journal des Sçavans ve ardından gelen Philosophical Transactions, 1665 yılında yayımlanmaya başlanmıştır. O zamandan bu yana düzenli yayınların toplam sayısı durmadan artış göstermiştir. 1981 yılında yapılan bir tahmine göre yayındaki toplam bilimsel ve teknik degilerin sayısı 11. 500'dü.

Birçok bilimsel dergi belirli bir bilim dalını kapsamakta ve o daldaki araştırmaları yayımlamakta, sunmaktadır; araştırmalar normalde bilimsel bir tez formatındadır. Bilim çağdaş toplumlarda o kadar yaygın ve nüfuzludur ki genellikle başarıların, haberlerin ve bilim adamlarının heveslerinin daha geniş kitlelere aktarılması için gereklidir.

Bilimsel dergiler, örneğin New Scientist veya Scientific American, daha geniş bir okuyucu kitlesinin ihtiyaçlarına karşılık vermekte ve bazı araştırma alanlarındaki kayda değer keşif ve gelişmeler dahil birçok popüler araştırma alanının teknik olmayan özetlerini sunmaktadır. Ayrıca, yüzeysel olarak, bilim kurgu türü, temelde fantastik bir doğaya sahip olsa da, genel olarak toplumun hayal gücünü cezbetmekte ve belki bilimsel yöntemleri değil ama bilimsel fikirleri iletmektedir.

Bilim gibi tavır takınarak kendisine genel geçerlilik kazandırmaya çalışan herhangi bir yerleşmiş bilgi bütünü bilim olarak kabul edilmez; bunlara genellikle sınır-bilim (fringe science) veya alternatif bilim denmektedir. Bunların en büyük eksikliği, doğal bilimlerde olduğu gibi bilimlerin gelişimine katkıda bulunan, dikkatlice kontrol edilen ve etraflıca incelenip, yorumlanan deneylerden yoksun olmalarıdır. Bir başka terim de çöp bilimdir. Çöp bilim (junk science), aslında meşru, doğru sayılabilecek çeşitli bilimsel kuram ve verilerin, yanlış bir şekilde, karşı tarafı tutma ve savunma amaçlı kullanımıştır.

Psikolog Carl Jung (D. 1875-Ö. 1961)'a göre her ne kadar bilim doğanın her yönünü, tam olarak anlamaya çalışmışsa da kullanılan deneysel yöntemler ancak yapay ve sınırlı sorular ortaya atacak ve dolayısıyla sadece kısmi yanıtlara ulaşılacaktır. Robert Anton Wilson (D. 1932-Ö. 2007), bilimin soru sormakta kullandığı araçların ürettiği yanıtların sadece kullanılan araçlar açısından anlamlı olduğunu ve bilimsel bulguların incelenebileceği tamamen nesnel bir bakış açısına neden olmadığını sürerek bilimi eleştirmiştir.

Bilim ve Din İlişkisi

Bilim ile din arasındaki ilişki, ikisi de son derece geniş konuları ele aldığı için son derece farklı biçimlere sahiptir. Bilim ve din birbirinden farklı yöntemlere ve sorulara sahiptir. Bilimsel yöntem doğal, fiziksel ve maddesel konulara ölçüm, hesaplama ve tanımlamayı temel alan deneysel bir biçimde yaklaşır. Dinsel yöntemler ise evrendeki ruhani sorunları ve varlıkları doğaüstü otorite ve ilâhî vahiy gibi kavramlarla açıklamaya ve anlamaya çalışır. Tarihsel olarak bilimin din ile olan ilişkisi son derece karmaşıktır. **Dinsel doktrinler** ve nedenler zaman zaman bilimin gelişimini etkilerken, bilimsel bilgi de dini inanışları etkilemiştir.

Roma Engizisyonu' nun karşısında Galileo Galilei (D. 1564 – Ö. 1642) tarih boyunca bazı düşünürler bilim ile dinin uzlaşamaz ve birbirine karşıt uğraşlar olduğunu öne sürselerse de, bu genel olarak bilimin sorgulamaya dayanması, dinin ise sorgulamadan inanmayı gerektirmesinden kaynaklanmaktadır. Bazı düşünürler de bunun aksini iddia etmiştir. Özellikle 19. yüzyılın belirli dönemlerinde din ile bilimin birbirine karşı olduğu görünüşü kazanmıştır. Bu dönemlerde gelişen muhalefet, karşıtlık tezine göre bilim ile din arasındaki herhangi bir etkileşim her zaman çatışmaya yol açacaktır ve din de, yeni bilimsel fikirlere karşı, saldırgan olan taraf olacaktır. Her ne kadar bu anlayış 19. yüzyılda John William Draper (D. 1811-Ö. 1882) ve Andrew Dickson White (D. 1832-Ö. 1918) gibi isimlerce yaygınlaştırılmaya çalışılmışsa da bilim ile din arasındaki tarihsel ve bugünkü etkileşimi, çatışma alanlarından işbirliği alanlarına kadar, açıklamaya yeterli olmamıştır. Nitekim gerek Kopernik, Galileo, Kepler ve Boyle gibi Batı bilim tarihinde yer almış önemli isimler, gerekse İbn-i Sina, Biruni ve İbn-i Heysem gibi Doğu bilim tarihinde yer almış önemli isimler oldukça dindar ve inançlı insanlardı. Bununla birlikte, bilim ile dinin tarih içinde çatıştığı sorunlarda olmuştur ve bilim ile dinin uzlaşmasının mümkün olmadığını savunanlar bugün de mevcuttur. Örneğin İngiliz evrimsel biyoloji uzmanı Richard Dawkins (D. 1941-) bilim ile dinin uzlaşmasının mümkün olmadığını şiddetle savunmaktadır. Aksi görüşte olan bilim adamları ve yazarlar da mevcuttur; ABD'li biyolog Kenneth R. Miller (D. 1948-) gibi.

Tarih boyunca din ile bilimi birleştirmeye çalışan, birbiriyle çelişmeyen yöntemler olduğunu ileri süren ve hatta birbirlerini tamamladıklarını düşünenler de olmuştur. Zaman zaman dini kanıların bilimsel yöntemlerle veya bilimsel kanıların dini yöntemlerle açıklamaya çalışanlar olmuştur. Örneğin, İbn-i Sina Tanrı'nın varlığını akıl ve mantık yoluyla açıklamaya çalışmıştır. Buna ek olarak, özellikle modern çağda, bazıları bilim ve dinin birbirinden bağımsız olduğunu, insani deneyimin birbiriyle ilgisiz yönleriyle uğraştıkları ve bu sebeple birbirlerinin alanına bulaşmadıkça, kendi alanları içerisinde, sorunsuz bir şekilde birlikte var olabileceklerini öne sürmüşlerdir. Ama bu pek de mümkün olmamıştır.

BİLİMİN VE TEKNOLOJİNİN DOĞUŞU

Bilimin yazıdan daha önce ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu sebeple, özellikle antik çağlardaki bilimsel buluş, görüş ve keşifleri incelemekte arkeolojinin önemli bir yeri bulunmaktadır. Örneğin arkeolojik çeşitli keşiflerin incelenmesi sonucu, tarih öncesi çağlardaki ilk insanların çeşitli gözlemler yaptığı saptanmıştır; örneğin kendi amaçları doğrultusunda mevsimleri takip etmişlerdir. Afrika'da bulunan ve (MÖ 35000-MÖ 20000) yılları kökenli çeşitli bulgular, zamanı ölçmeye dair çeşitli denemelerin izlerini taşımaktadırlar.



İlk insanlar mevsimleri neden takip etme ihtiyacı duymuşlardır?

Bilim ve teknoloji tarihinin amacı yalnızca belli bir dönemdeki bilimsel ve teknolojik çalışmaları o dönemin koşulları bakımından anlamak ve irdelemek olmayıp aynı zamanda bilimin ve teknolojinin gelişme mekanizmasını incelemek ve bu mekanizmanın ışığı altında geçmişten bugüne kadar tarih sahnesinde ortaya çıkan bilimsel ve teknolojik devrimleri incelemek ve değerlendirmektir.

Bilim tarihi, bilimin ortaya çıkışını, başlangıcından günümüze gelişimini ve geçirdiği evreleri, bilimsel kuramları ve yasaları inceler. Bilimsel buluş ve keşifler yanında bilimsel yöntemlerin tarihsel ve sistematik olarak incelenmesi, bilim insanlarının çalışmaları, bilime yapmış oldukları katkılar, bilimsel araçlar, bilimsel kurumlar ve bilim-toplum ilişkisinde Bilim Tarihi konuları içinde yer alır.

Bilim tarihi bu konuları inceleyen diğer bilgi ve bilim dallarından da yararlanır. İlk çağlardaki bilimsel gelişmeleri incelemek için bilim tarihi özellikle dinler ve felsefe tarihinden faydalanır. Bilim tarihi, bilimin doğuşu ve ilk bilimsel gelişmeler konusunda bu bilgi dallarına ihtiyaç duyar. Eski

çağlardaki, bilim ve bilimsel gelişmeler bilim tarihçisi gözüyle değerlendirilmediğinden bu bilgi dallarına başvuru kaçınılmaz olmaktadır. Bu başvuru zaman içinde azalır, Yeni ve Yakın çağlardaki bilimsel gelişmelerin incelenmesi bilim adamlarının eser ve yaşam öykülerinden çıkarılmaktadır.

Bilim tarihi günümüzde özellikle bilimin konumu, gelişimi ve iç-yapısını değerlendiren, bunu kuramsal düzlemde ortaya koymaya çalışan felsefenin bir bölümü olan **bilim felsefesini** etkilemektedir. Bilim kavramı ve bilimin gelişme mekanizması bilim felsefesinin ana konularıdır. Günümüzde bilim felsefecileri mantık yerine bilim tarihi öğrenmeyi yeğlemekte ve tezlerini desteklemek için bilim tarihinden örnekler vermektedirler.

Bilim tarihi bilim kuramlarını ve yasalarını incelerken, kuramların ve yasaların ortaya çıkışını hazırlayan felsefi bilgi ve bilimsel görüşleri de kendine konu eder. Bilim tarihi, daha sonraki aşamalarda onların hangi yeni kuram ve yasaların ortaya çıkışına neden olduklarını da açıklar.

Ayrıca bilim tarihi, bilimsel yöntemleri konu edinirken, bu yöntemler ile bilimsel kuramlar, yasalar ve teknik arasında bir bağ kurar, bu bağ kurarken hangilerinin daha etkin olduğu konusunda yargılar ortaya koyar. Bilim felsefesi ve yöntemler arasındaki ilişkiyi de inceler.

Bilim insanından söz ederken, bilim tarihi en çok bilim insanının nitelikleri üzerinde durur. Yaratıcı bilim insanının zihin yapısını inceler ve bilim insanının dahil olduğu bilim akımlarıyla ilişkisini ortaya koyar.

Bilimsel kurumlar ve kuruluşlara bakarsak, bilim tarihi, özellikle doğrudan bilimsel eğitim veren, araştırma yaptıran okul, üniversite, kütüphaneler, gözlemevleri ve laboratuvar ile onlarda bulunan araçların niteliklerini ve bilime katkılarını inceler.

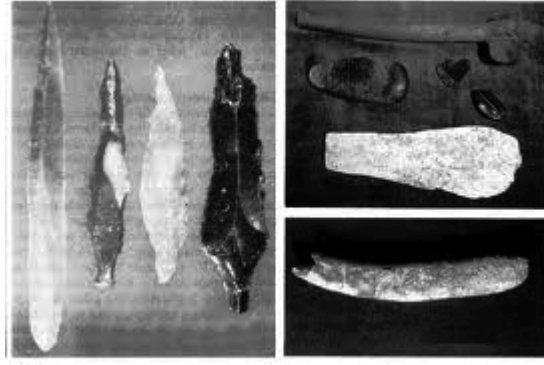
Bilim tarihi, bilim – toplum ilişkisini de inceler. Özellikle toplumların sahip olduğu dini inançların bilime olan olumlu-olumsuz tavırlarını ve bilimin dini inanç ve anlayışlarda yaptığı etkileri ve değişimleri inceler. İkinci olarak, bilim ile toplumun sosyal, siyasi ve ekonomik düzeni arasındaki ilişkileri ele alır. Karşılıklı olarak bilim ve toplumsal düzenin birbirinin gelişmesi veya gerilemesindeki katkı ve etkinlik paylarını saptar. Bilim tarihi ayrıca toplumların bilim hayatındaki yerlerini gösterir, bilim açısından önceki toplumların sonrakileri nasıl etkilediklerini ve etkileşimin yollarıyla sonuçlarını inceler.



Ronan, C. A., (2003), Bilim Tarihi: Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişmesi, (Çev. İhsanoğlu, E., Günergün, F.), Ankara, Tübitak Akademik Dizi.

YAZILI TARİH ÖNCESİ ÇAĞLARDA BİLİM VE TEKNOLOJİ

İnsanlığın tarihinde bilinen en eski çağ, Yontma taş (Eskitaş çağı) M. Ö. (2. 500. 000 – 10. 000) olarak adlandırılır. Güç koşullar altında yaşamak zorunda kalan insanoğlunun elinde araç olarak yalnızca yontulma taşı vardı; ancak, zaman içinde biriken gözlemlerinden yararlanarak taşa çeşitli biçimler verdi; avladığı hayvanların derisinden giysi, kemiğinden alet yaptı; etiyle beslendi. Ateşi keşfettikten sonra doğaya egemen olmaya başlayan insan, çevresini gözlemleyerek elde ettiği bilgiler üzerinde düşünmeye başladı ve düşündüklerini başkalarına aktardı, yani dili buldu Yontma taş devrinden önce, insan mağralarda barınıyordu. Kürklü hayvanların postlarını giyiyordu. bitki ve ağaçların sebze ve meyvelerini çiğ olarak yiyordu. Bu güç koşullar, insanı, aklını ve içgüdüsünü kullanmayı zorunlu kıldı. Bu durumda insan, doğayı hazır kullanma yerine doğayı taklitle yavaş yavaş bazı şeyler üretmeye başladı. Yontma taş devrinde, mağara yerine, ağaçlardan ve taşlardan oluşan kulübeler, avladığı hayvanların derisinden, kemiklerinden giysi ve çeşitli aletler yaptılar. Ateşin bulunmasıyla da yiyeceklerin bir kısmını, pişirdiler. Resim 1. 3’de arkeolojik kazılarda bulunmuş Taş devrine ait bazı aletler görülmektedir.



Resim 1.3: Taş Devrine Ait Bazı Aletler

Diğer taraftan, insanlar yavaş yavaş yerleşik düzene geçmeye başladı. Bunun sonucu olarak, ilkel şehirleşme ile insanlar arasında, seslerden ve işaretlerden oluşan dil ortaya çıktı.

Bilim, insanın, duyguları, aklı ve içgüdüleriyle doğayı, taklit etmesinden doğmuştur. İnsan, başlangıçta doğayı ve doğa olaylarını el yordamıyla ve deneme–yanılma yoluyla anlamaya çalışmıştır. Bilimin doğmasındaki ilk nedenler, insanın kendi varlığını ve hayatını devam ettirmesine yönelik günlük gereksinimler, doğaya karşı duyduğu korku ve sevgi duygularıdır.

Cilalı taş (M.Ö. 10.000- 6.000) çağında, insanlar taştan yapmış oldukları taşları cilalamaya başladılar. Balta, keser, ok ve yay gibi yeni aletler eskilerine eklendi. Bu dönemde tarım ve hayvancılık gelişti ve yavaş yavaş göçebelikten yerleşik yaşama geçildi.

İnsanlar, gündelik yaşamlarında kullanmış oldukları mutfak gereçlerini topraktan üretiyorlardı; daha sonra, bakır ve demir gibi madenleri çıkarıp kullanmayı öğrendiler. Bu maddelerden süs eşyaları yaptıkları gibi, çeşitli aletler ve silahlar da ürettiler. Cilalıtaş devrinde, insan daha önce elde ettiği bilgiler ve becerileriyle yavaş yavaş doğaya hükmetmeye başladı. Örneğin, suyun kaldırma kuvvetini bilmeden, basit kayıklar yaptı. Yonttuğu taşlardan,oyduğu ağaçlardan ve şekillendirdiği topraktan balta, keser, ok, yay, çanak, çömlek gibi aletler yaptı. Tarım ve hayvancılık gelişti. Göçebelikten yerleşik hayata geçiş fazlaştı. İnsanlar, hayvanların post ve derilerini örtünme yerine, onların yünlerinden dokunmuş giysiler giyinmeye başladılar.

Maden çağında (M.Ö. 6000–600), Nil, Dicle, Fırat, İndus ve Sarı ırmak kıyılarında toplumlar şekillenmeye başladı; yazıya da ilk kez bu bölgelerde rastlandı. Şu halde, uygarlıkların tarih sahnesine çıkmaya başladığı bölgeler, tarıma elverişli büyük nehirlerin kenarlarıydı. Maden çağında,insanlar önce bakır,daha sonra demir ve altın madenlerini keşfettiler, onları kullanmayı öğrendiler ve bu madenlerden süs eşyası,çeşitli silahlar ve aletler yaptılar. Bu çağda yazıyı icat oldu ve ticaret başladı. Özellikle büyük nehir ve deniz kenarlarına tarıma elverişli bölgelerde, şehirler oluştu. Böylece yeni uygarlıklar oluşmaya başladı. Bunlardan ilk akla gelenler şunlardır: Nil nehri ve Akdeniz kenarında oluşan Mısır, Dicle ve Fırat nehirleri arasında oluşan Mezopotamya, Orta ve güney Asya’da, İndus ve Sarı ırmakları etrafında Çin,Türk ve Hint uygarlıklarıdır. Bunları daha sonra, Anadolu’da ve Akdeniz havzasında oluşan Hitit, Lidya, Fenike ve Yunan uygarlıkları izlemiştir

Bilim, felsefe, hukuk ve din, insanın yaratılışıyla başlamıştır. Başlangıçta bütün bunlar içiçeydi; hatta bu içiçelik Yeniçağ’a kadar da devam etmiştir.

İnsan, içinde yaşadığı doğayı, doğa varlıklarını ve olaylarını,ister istemez, gözlemlemek gereksinimi duymuştur. Beslenmek, giyinmek, korunmak ve barınmak için, doğadan faydalanmıştır. Güç yetirebildiği ölçüde doğa varlıklarından faydalanmak ve güç yetiremediği varlıklara ve olaylara sığınmak, tapmak, insanı, doğayı yavaş yavaş tanımaya, bilmeye ve anlamaya itmiştir. Yerleşik hayata geçişle başlayan uygarlıkları oluşumu, dolayısıyla bilimsel ve kültürel faaliyetlerin ortaya çıkışı ilk çağlarda Asya kıtasında başlamış, daha sonra göçler ve diğer başka nedenlerle Anadolu ve Akdeniz havzasında, Afrika ve Avrupa’da uygarlıklar oluşmuştur.

Orta Asya'da Bilim ve Teknoloji

Asya'da bilime ilk kez önem veren milletlerden birisi de Türklerdir. Orta asya türk tarihi yılları öncesine M. Ö. 8000 yılları öncesine götürülmektedir. Yapılan kazılarda, taş devirlerine ait, birçok eşya ve aletler ortaya çıkmıştır. Bunlar arasında oyalı çanak-çömlek, çakmak taşından uçları topuz şeklinde sivrilmiş kesici aletler, buğday ve arpa tarımının yapıldığını gösteren araçlar bulunmuştur.

Hayvanları, özellikle de atı evcilleştirme, Türklerde görülmüştür. M.Ö. 2800 yılları civarında, arabayı icat etmişlerdir. Demir, bakır, altın gibi madenlerin Türkler tarafından kullanıldığı da bilinmektedir. Bakır ve kurşundan, çeşitli aletler yapmışlardır. Hatta bakır ve kurşunu karıştırarak alaşım olarak boronzu ilk kullananlar Türklerdir. Bugünkü pantolon dediğimiz giysinin ilk örneklerini Türkler icat etmişlerdir, çünkü at biniciliğiyle şöhret kazanan türkler için bu tür giysi, en uygun giysiydi (Resim 1.4).



Resim 1.4: Türkler Tarafından Deriden Yapılmış Bir Ayakkabı

Türkler, kozmolojiye ve takvim çalışmalarına önem veren en eski milletlerden birisidir. Evreni bir büyük kubbe olarak kabul etmişler; bu kubbenin de altın veya demirden bir kazık etrafında çok hızlı bir şekilde dairesel olarak döndüğünü varsaymışlardı. Burçları üzerinde taşıyan ekliptik bir çarkın da buna dik olarak döndüğü kabul ediliyordu. Gökyüzünün de, kutup yıldızı çevresinde döndüğüne inanılıyordu.

Orta Asya'da yaşayan Türkler takvimi ilk kullanan milletlerden birisidir. Hayvan adlarının (fare, öküz, kaplan v.b) kullanıldığı takvimde on iki yıllık bir dönem bulunmakta ve her yıl bir hayvan adıyla belirtilmekteydi. On iki yıllık bu dönemden sonra yeni bir dönem başlamaktaydı. Bu takvim 13. yüzyıla kadar kullanılan bu takvimi Çinlilerde kullanmış ve kullanmaya devam etmektedirler.

Türkler, bir günü "Çağ" adını verdikleri on iki parçaya ayırmışlardı. Yani bir çağ, bu günkü takvimde iki saate eşitti. On iki çağ, on iki hayvanın adıyla anılıyordu ve yılın başlangıcı ilk bahardı. İlk baharın ilk günleri bahar bayramı olarak kutlanmaya başlamış, bu bayram daha sonra nevruz (yeni gün) olarak kutlanmaya devam etmiştir. Türkler yılı dört mevsime bölmüşlerdi. Bir yıl 360 gün olup altmışar günlük altı haftaya ayrılmış olup bir yılda altı hafta vardı.

Doğu Türkistan'ın Tufan kenti civarında yapılan arkeolojik kazılarda ele geçen M.S. (7-8) yüzyıllara ait belgeler belkide Türklerin matbaayı Çinlilerden önce ilk icat eden millet olduğunu göstermektedir.

Türkler, ipekçilik ve kumaş dokumacılığında da çok ileriydiler. İpekli, pamuklu, yünlü ve keten kumaşları çeşitli renkte dokumayı biliyorlardı.

Çin'de Bilim ve Teknoloji

Çin uygarlığında bilimsel faaliyetin başlangıcı M. Ö. 2500'lere kadar götürülebilir. Zaman zaman ise sadece Sarı ırmak civarında ufak bir devlet şeklinde görülen Çin, ilk insan kalıntılarının (sinantropus pekinensis) bulunduğu yerlerden biridir. Çin uygarlığı, genellikle, kapalı bir uygarlık olarak nitelendirilmiş ve bilimsel etkinliklerin gelişmesinde doğrudan doğruya bir etkisi olmadığı ileri sürülmüşse de, erken devirlerde komşuları Türkler ve daha sonra da Hintlilerle yakın ilişki içinde oldukları bilinmektedir.

Çin'de kullanılan sayı sistemi on tabanlıdır. Ayrıca, işlem yapmalarını kolaylaştıran, abaküs ve çarpım cetveli gibi bazı basit aletler de kullandıkları bilinmektedir. Çin astronomisi, diğer uygarlıklardan

bazı farklılıklar gösterir; takvim hesaplamalarında, diğer uygarlıkların güneş veya ayı esas almalarına karşın, Çin uygarlıklarında yıldızlar esas alınmıştır ve diğer sistemlerde yıllık hesaplamalar kullanılırken, burada günlük hesaplamalar kullanılmıştır. Ayrıca Çinliler'in temel koordinat düzlemi olarak ekliptik düzlemi yerine ekvator düzlemini benimsedikleri görülmektedir.

Çin astronomisinde, Galileo'dan önce güneş lekeleri konusunda bilgi verildiği görülmektedir. (M. Ö. I yüzyıl) Çin tıbbı, evren, doğa ve insan arasında sıkı bir ilişkinin bulunduğu anlayışına dayanır. Çinli düşünürler, evrenin sürekli bir oluşum içinde olduğuna inanırlar; onlara göre, bu sürekli devinim daima bir başlangıca dönüşü içerir. Evrensel sistemin bir parçası olan insan, ikilem gösteren yin ve yang ilkesinin (iyilik ve kötülük, hastalık ve sağlık gibi) etkisi altındadır.

Çinliler, barut, kağıt ve matbaanın icadıyla bilinirler. Barutu ateşli silahlar yerine kötü ruhları kovmak için kullanıyorlardı. Kağıt ve matbaa ilk defa Çinliler tarafından kullanılmıştır. Uygur türklerinin de matbaayı daha önce veya aynı zamanda kullandıkları bilinmektedir.

Çinliler, Tıp'ta ileri bir durumda olup doğa ve insan arasında çok sıkı bir ilişkinin olduğunu kabul etmekteydi. Tedavide doğal yöntemler kullanmışlar, bitkisel ilaçları tercih etmişlerdir. Kullandıkları masaj ve akupunktur yöntemleri bugün bile kullanılmaktadır.

Hint'te Bilim ve Teknoloji

Hint bilimi, daha sonra Yunan ve İslam dünyasındaki bilimsel gelişmelere etki etmiştir. Hindistan'da bilimsel çalışmaların tarihini M.Ö. 3000-2500 yıllarına kadar götürebiliriz. Gerçi Hindistan'da bu tarihten öncede bilimsel faaliyetler vardı; bu yaklaşık olarak M.Ö. 5000 yıllarına kadar götürülmektedir. Ancak bilim gibi düzenli bir bilgi topluluğunun oluşumu için yaklaşık M.Ö. 2500'leri beklemek gerekmiştir. Erken dönemlere ilişkin bilgileri **vedik** metinlerinden ve daha geç tarihli olan **siddhantalar'dan** edinmek olanaklıdır. M.Ö. 3000 yıllarından önce, bilim süreklilik göstermeyip bu konuda sistemli bir çalışma yoktur.

Hindistan'da, bugün İslam dünyasında ve Türkiye'de harf devriminden önce kullanılan rakam sistemi kullanılıyordu. Bu az tabanlı sistemde rakamlar, sağdan sola doğru yazılır. Onun için bu rakamlara Hint rakamları denir. Hindistan'da kullanılan sayı sistemi, on tabanlı (yani desimal) olup, erken tarihlerden itibaren konumsal rakamlandırma yönteminin benimsendiği görülmektedir. Sıfırı ilk defa hintli matematikçiler kullanmıştır. Sayı sistemindeki bu erken tarihli gelişme, aritmetiğin gelişim hızını büyük ölçüde etkilemiştir.

Hintliler, boşluk veya yokluk anlamına gelen ve nokta halinde (.) gösterdikleri sıfır fikrine sahiptiler. Fakat sıfırı sayı olarak kabul etmiyorlardı. Sıfırı ilk defa Hint matematikçilerinin kullandığı söylenece, sıfır sayı olarak ilk defa İslam dünyasında kullanılmıştır. Hintliler, on tabanlı sayı sistemi kullanmışlardır. Erken bir tarihten başlayarak konumsal sayı sistemine geçmişlerdir. Bu yüzden aritmetikte önemli gelişme kaydetmişlerdir.

Hintliler cebir alanında birinci ve ikinci derece denklem çözümleriyle ilgilenmişler ve trigonometri alanında ise sinüs ve kosinüs fonksiyonlarını kullanmışlardır.

Hintlilerin evreni yer merkezlidir ve astronomiden söz eden metinlerde Ay ve Güneş'in hareketleri ve tutulmaları, Dünya, Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn'ün hareketleri, Dünya ve Güneş'in birbirlerine uzaklıkları hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiştir. M.S. 500. ve XII. yüzyıllar arasında konuyla ilgili yapmış oldukları çalışmalarda ise, trigonometrik oranları da dikkate almak suretiyle, Güneş-Dünya, Ay-Dünya uzaklıklarını, Güneş, Ay ve diğer gezegenlerin konumlarını ve dolanım periyotlarını hesaplamaya çalışmışlar ve bunlarla ilgili sayısal değerleri içeren eserler bırakmışlardır.

Hint tıbbı, başlangıcından itibaren hint felsefesi ve kozmolojisiyle iç içe gelişmiştir. Onlara göre, canlı varlıklar evrenin küçük bir modelidir ve doğadaki diğer varlıklar gibi, toprak, su, hava, ateş ve eterden (boşluk) meydana gelmiştir.

Hintliler, cisimlerin atomlardan oluştuğunu kabul ediyorlardı ve atomu bölünemez en küçük parça kabul ediyorlardı. Hintliler, astronomide de önemli bir yere sahiptiler. Onların gök sistemi, yer merkezli bir sistemdi. Ay ve Güneş tutulmaları hakkında bilgileri vardı.

Hintliler, tıp biliminde de ileri bir seviyedeydiler. Onların tıp anlayışı, evren anlayışları ve felsefeleriyle içiçe bir gelişme göstermişti. İnsan, evrenin küçük bir modeli olarak görülüyordu. İnsan bedenide diğer cisimler gibi su, toprak, hava, ateş ve eterden meydana gelmişti. İşte bu yüzden M. Ö. II yüzyılda, insan bedeninin kimyasal esaslara dayandığı kabul edilirdi. Tedavi için kimyasal yöntemler kullanılması görüşü ağırlık kazanmıştır. Aynı devirde ortaya çıkan Yoga okulu, sağlıklı kalabilmek için, beden ve zihnin belirli bir disiplin altında tutulmasını gerekli görmüştür. Bunların yanı sıra, Çin’de olduğu gibi Hint’te de bitkisel tedavi yöntemleri uygulanmıştır.

Mezopotamya’da Bilim ve Teknoloji

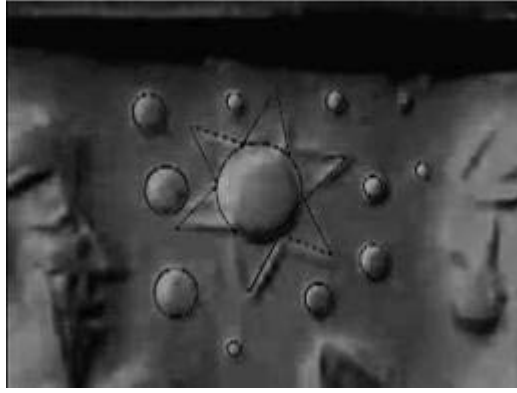
Dicle ve Fırat nehirlerinin deltasında bulunan Mezopotamya, çok önemli bir uygarlığın merkezi olmuştur. Mezopotamya uygarlığının ortaya çıkışı M. Ö. 3000 yıllarına dayanır. O zamanlar Asya, Afrika ve Avrupa arasında bir köprü vazifesi gören bu bölge, yoğun bir bilimsel çalışmaya öncülük etmiştir. Sümerler, Akadlar ve Babiller, Mezopotamya uygarlığının doğmasına neden olan kavimlerdir.

Mezopotamya’da aritmetik ve geometri çok ileri bir düzeydeydi. Sümer sayı sistemi, 60 tabanlıydı. Özellikle Babilliler, 60 tabanlı sayı sisteminin yanında 10 tabanlı sayı sistemini de kullanmışlardır. Aritmetik işlemlerde çarpım tablosunu kullanıyorlar, dört işlem, kare ve karekök almayı biliyorlardı. Alan ölçümleri ve su kanalları açmak için geometriden yararlanıyorlardı. Dairenin alanı ve silindirin hacmini bulmada π sayısı için 3,125 değerini belirlemişlerdi. Çemberi 360 dereceye bölme düşüncesini de ortaya koymuşlardı.

Mezopotamya uygarlığı, astronomi alanında da zamanına göre oldukça ileri durumdaydı. Astronomiyi, matematik temeller üzerine oturtmuşlardı. Matematiksel astronominin kurulmasına, özellikle Babilliler öncülük etmiştir. Ayrıca, astronomi bilgileri duyarlı gözleme dayanıyordu. Gözlemlerini tablolaştırmışlardı. Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter, Satürn gibi gezegenleri biliyorlardı. On iki takım yıldızı ve diğer bazı yıldız kümeleri hakkında bilgileri vardı. Ay ve Güneş tutulmalarını hesaplayabiliyorlardı; tutulmalarda 19 yıllık bir periodun olduğunu bulmuşlardır. Evrenin, bütün olarak, su üzerinde bulunduğuna inanıyorlardı.

Astronomi bilgilerine dayanarak takvim yapmışlardır. Takvimleri, ay yılına göre hesaplanmıştır. Bir yılın uzunluğunu, bugünkü hesaba göre sadece 4,5 dakikalık bir hata ile doğru bulmuşlardır. Geceyi günden saymamışlar, ancak gündüzü 12 saat olarak hesaplamışlardır. Bir saati 60 dakikaya, bir dakikayı da 60 saniyeye bölmüşlerdir. Bir haftayı, 7 gün kabul etmişlerdir. Haftanın 7 gün kabul edilmesi, önce Romalılara ve onarlarda bütün Avrupa’ya geçmiş oradan da bütün dünyaya yayılmıştır. Bu uygarlığı Sümerliler, Akadlılar ve Babiller ortaya koymuştur. Bilimsel faaliyetler olarak daha çok zaman ölçme, alan hesaplama, sulama kanallarını organize etme, değiş-tokuş gibi günlük yaşamın gereklerine uygulanan astronomi ve matematik bilgileri ile karşılaşılır. Resim 1.5’ de Sümer güneş sistemi görülmektedir.

Modern astronominin temelinde mezopotamya astronomisi bulunur. Onlar mitolojiye ve dini inançlara dayanan astronomiden matematiksel astronomiye geçmeyi başaramışlardır. Evrenin yer, gök ve ikisi arasında bulunan okyanustan oluştuğuna inanıyorlardı. Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn gezegenlerini ve oniki takım yıldızını tanıyorlardı. Söz konusu beş gezegenin tutulma düzlemi yakınında dolaştığını saptamışlardı. Ay yılına dayanan takvimleri daha sonraki dini takvimlere ve islam dünyasındaki hicri takvime temel oluşturmuştur. Ay ve güneş tutulması tahminlerini yapabilecek düzeyde astronomi bilgisine sahiptirler. Mezopotamyalıların 60 tabanlı ve konumsal bir rakam sistemleri vardı. Bu sistemin konumsal olması, yani bir rakamın sayı içindeki yerine göre değişik değerler alması nedeniyle, harf rakam sistemi kullanan Yunan ve Romalı’lardan daha ileri idiler. Bu rakamlarla dört işlemi, kare ve karekök almayı biliyorlardı. Thales teoremini dik üçgenler için bulmuş ve kullanmışlardır. Pythagoras teorimini de biliyor ve kullanıyorlardı. Daireyi 360 dereceye bölen de mezopotamyalılardır.



Resim 1.5: Sümer Güneş Sistemi

Cebir

Mezopotamyalıların en çok geliştirdikleri cebir konusu ikinci derece denklemlerinin çözümleriydi. Birinci derece denklemlerinin çözümünü kolaylıkla yapıyorlardı, ikinci derecede yüksek dereceli denklemleri de ikinci dereceye indirgeyerek çözüyorlardı. İkinci derece denklemler dokuz gruba ayrılmış ve her tüp özel çözüm formülleri verilmişti. Karşılaşılan problemler önce bu belirli tiplere dönüştürülür, sonra özel çözüm formüllerine göre otomatik olarak çözülürlerdi.

Geometri

Mezopotamyalıların Eukleides geometrisine benzer ispatlı bir geometrileri yoktu. Ancak incelenen tabletlerden analitik bir geometrileri olduğu anlaşılmıştır. Geometrik çözümler cebir yoluyla verilmişti, yani geometrilerinde gelişmiş cebirlerden yararlanmışlardır. Susa’da yapılan kazılarla ortaya çıkarılan tabletler mezopotamya geometrisi hakkında bilgi veren en önemli kaynaklardır. Mezopotamyalıların Thales (D. MÖ 624 – Ö. MÖ 546)’ten önce ulaştıkları geometri bilgileri sadece bununla sınırlı değildi. Dik üçgenler için “thales teoremi”ni, çapın çemberi iki eşit kısma böldüğünü, ikizkenar üçgende taban açılarının eşit olduğunu da Thales’ten önce bildikleri ve kullandıkları anlaşılmıştır

Eski Mısır’da Bilim ve Teknoloji

Eski Mısır uygarlığında bilim M. Ö. 3000 yılları civarında oluşmaya başlamıştır. Mısırlılar, özellikle matematik, astronomi, kimya ve tıp bilimlerinde parlak bir gelişme göstermişlerdir.

On tabanlı sayı sistemini kullanmışlardır. Rakam ve sayılar hiyeroglif harfler ve sembollerden meydana gelmekteydi. Sıfırı bilmiyorlardı. Dört işlemi biliyorlardı. Ayrı bir sayı grubu olarak ele almasalar da, kesiri, göz şeklinde özel bir işaretle gösteriyorlardı. Resim1.6 ‘de Mısır hiyeroglif yazısı görülmektedir.



Resim 1.6: Mısır Hiyeroglif Yazısı

Cebirde, “Aha” hesabı adı ile verilen bir yöntem geliştirmişlerdi. Bu günkü, “deneme-yanlışlama yoluyla çözüm” yöntemine benzeyen bir yöntemdi. Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemi biliyorlardı.

Eski Mısırlılar,geometride de ileri olduklarından, hacim ve alan ölçmeyi çok iyi biliyorlardı. Bu yüzden de, mimarlıkta oldukça yüksek seviyedeydiler. Piramitler gibi görkemli binaları çok sağlam bir şekilde yapabilmişlerdir. Düzgün olmayan yüzeylerin alanını, “dörtgenleştirme” yöntemiyle, yani alanı dörtgenlere ayırarak hesaplıyorlardı. Pi (π) sayısı için 3,160 değerini kullanıyorlardı.

Astronomi ve takvim yapmak, Eski Mısır’da oldukça ileriye geliyordu. Bir çok gezegeni biliyorlardı. Gezegen ile yıldız arasındaki farkı bildikleri sanılmaktadır. Bir günü 24 saat kabul etmişler ve dolayısıyla geceyi de gündenden saymışlardır. Güneş yılı esasına dayanan bir takvim yapmışlardır. Buna göre bir yılda 365 gün vardır. Bir yıl, 30 günlük 12 aydan ve 5 günden meydana geliyordu. Bugün dünyada kullanılan takvim,Mısır takviminin biraz daha şeklinden ibarettir.

Eski Mısır’lıların,kaldıraç,makara,palanga gibi bazı basit makinaları ve mekanik araçları yapıp kullandıkları kabul edilmektedir. Az kuvvetle çok yük kaldırma esasına dayanan bu aletler yardımıyla yüksek piramitleri ve binaları yapabilmişlerdir.

Bilindiği gibi,mumyalama Mısırlıların bir geleneğiydi. Bu, bize onların, kimya ile anatomi ve fizyoloji gibi tıp biliminde çok ileri olduklarını göstermektedir. Özellikle bazı maddelerin ve metal işlerinde ateşin kimyasal işlevlerini biliyorlardı. Kırık ve çıkıklarda alçı uygulaması yapmışlardır. Bazı göz hastalıklarını tedavi etmişler, ameliyatlarda dikiş yöntemini kullanmışlardır. Dişçilikle ilgili olarak, dolgu ve abse tedavisini biliyorlardı.

Geometrilere ise alan ve hacim hesapları yapıyorlardı. Mimari alanında mısırlılardan kalan eserler arasında en önemli yeri piramitler tutar; onlar birer mimari harikasıdır. Mısırlılar gökyüzü olaylarını dini açıdan yorumlamışlardır. Gök cisimlerini tanrı olarak kabul ediyorlar ve gökyüzündeki olayların da tanrıların faaliyetleri olduğuna inanıyorlardı; yani astronomileri dini öğelerle iç içeydi. Takvimleri güneş takvimi idi ve yıl uzunluğu 365 gün olarak kabul ediliyordu. Günümüzde kullanılan takvimin temelinde mısır takvimi yer alır. Günün 24 saate bölünme geleneğini de mısırlılara borçluyuz.

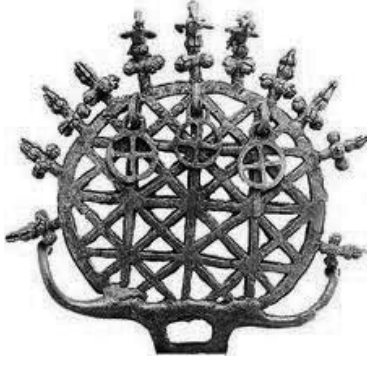
Anadolu ve Ege Havzasında Bilim (Girit,Miken,Minos)

Anadolu ve Ege Havzaları, İlkçağlardan beri bir çok uygarlığın beşiği olmuştur. Yunanlıların, Anadolu ve Ege Havzasını egemenlikleri altına almalarından önce, buralarda M. Ö. 13. ve 10. Yüzyıllar arasında kurulan ve haklarında bilgimiz olan en önemli uygarlıklar,Urartu,Hitit,Frigya,Lidya;Girit ve Miken uygarlıklarıdır. Genel olarak Anadolu uygarlıkları olarak tanınan bu uygarlıklar,kendilerinden daha eski olan Mezopotamya ve Mısır uygarlıklarından etkilenmişlerdir.

Hititlerin mezopotamya kökenli “şekel” ve “mina” adlı ağırlık birimlerini kullandıkları, en çok bakır ve tunçtan eşyalar yaptıkları, çivi yazısı ve hiyeroglif yazı olmak üzere iki çeşit yazıları oldukları bilinmektedir.

En önemli merkezleri Gordion ve Midas olan Frigya uygarlığının Fenike alfabesinin Batı’ya yayılmasında önemli bir rolü olmuştur.

Bakır ve tunç gibi bazı madenleri kullanmasını iyi bilen Hititler,bunlardan çok çeşitli ev eşyası yapmışlardır. Hititler, iki tekerlekli savaş arabasını ilk yapan ulustur. Ölçü ve tartı aletleride yapmışlardır. Mezopotamya kökenli oldukları sanılan “şekel” ve “mina” adlı ağırlık birimlerini kullanmışlardır. Taşlar ve kayalar üzerine kabartma insan ve hayvan heykelleri yapımında çok ustaydılar (Resim 1.7).



Resim 1.7: Hitit Uygarlığının Sembolu Sayılan Hitit Güneş Kursu

Doğu Anadolu’da Van Gölü çevresinde kurulan ve gelişen Urartu uygarlığı çivi ve resim yazılarını kullanmışlardır. Urartular, özellikle mimarlıkta ve el sanatlarında çok ustatydılar. Aritmetik ve geometride oldukça ileri gitmiş olduklarını, yaptıkları kapı ve pencere gibi şeyler üzerine, alan ve hacim ölçülerini hesaplayarak yazmış olduklarından anlamaktayız. Ayrıca, topraktan çeşitli eşyalar yapmışlardır. Çivi ve resim yazısı olmak üzere iki çeşit yazı kullanmışlardır (Resim 1.8).



Resim 1.8: Urartular’a Ait Bir Yazıt

Batı Anadolu’da gelişen Frigya uygarlığıda, bilim ve sanatta ileri bir seviyedeydi. Başkentleri Gordion ve Midas ‘da bulunan kazılardan Frigyalıların fenike yazısını kullandıkları bilinmektedir. Yunan uygarlığına büyük ölçüde etkisi olan Frigyalılar, özellikle simbal ve flüt gibi bazı müzik aletlerini icat etmişler ve müzikte çok ileri gitmişlerdir. Bakır, kalay ve onların alaşımı olan tunçtan eşyalar yapmışlardır. Özellikle, yünlü eşya dokumacılığı ve kilim yapımında önemli bir yere sahiptiler. Kilime “tapetes” diyorlardı ve bu kelime, bugün az çok farklı yazılış ve söylenişle bütün batı dillerinde kilim için hala kullanılmaktadır (Resim 1.9).



Resim 1.9: Frig Vadisi

Batı Anadolu’da kurulan ikinci önemli uygarlık, Lidya uygarlığıdır. Lidyalıların en önemli başarısı ve Dünya uygarlığına katkıları, ilk defa madeni parayı icat etmeleri ve kullanmalarıdır. Bunlardan dolayı onların ticaret ve ekonomiye oldukça önem vermiş oldukları anlaşılmaktadır (Resim 1.10).



Resim 1.10: Dünyanın İlk Parası (Altın Lidya Aslanı)

Ege havzası uygarlığını oluşturan Girit, Miken, ve Minos uygarlıkları da, komşuları Anadolu uygarlıkları gibi, toprak ve madeni eşya yapıp kullanmışlardır. Deniz içerisinde yaşadıklarından, ulaşım ve ticaret amacıyla kullandıkları sandal ve kayık yapımına özel bir önem vermişlerdir. Üçgen biçimindeki kayıklarıyla tanınırlar.

İyonya ve Antik Yunan’da Bilim

İlk çağ uygarlıklarından, hakkında en çok bilgi sahibi olduğumuz uygarlık, İyon ve Eski Yunan uygarlığıdır. İyonya, özellikle, çanakkale ve Muğla arsındaki sahil kuşağından oluşan bölgedir. İyoniyalıların soyca, Yunanlı olup olmadıkları tartışmalıdır, fakat dil ve kültürel bakımdan grek (eski yunan) oldukları kabul edilmektedir.

Özet

Bilim ve teknoloji tarihini, bilim ve teknolojinin doğuş ve gelişme öyküsü olarak tanımlayabiliriz. Bilim ve teknoloji tarihinin amacı nesnel bilginin ve tekniğin ortaya çıkması, yayılma ve kullanılma koşullarını incelemek, bir bakıma niteliği belli bir yöntemin, bir düşünme türünün hatta geniş anlamda bir bakış açısının oluşmasını sağlamaktır. Bilim ve teknoloji tarihi, amacına, çeşitli bilim kollarında ulaşılan sonuçları sıralayarak değil, daha çok, bu sonuçları bağlı oldukları koşullar çerçevesinde açıklayarak ulaşmaya çalışır. Görevi ise gerçeklerin (olgu) ve buluşların bir katalog çalışması olmayıp, bilimsel kavram, kuram, teknik ve anlayışın doğuş ve gelişimini izlemek ve açığa çıkarmaktır.

Bilim, genel anlamda “evrenin yapısını ve davranışlarını gözlem ve deney yardımıyla sistematik bir şekilde incelenmesini ve yasalar biçiminde açıklamaya çalışan düzenli bilgi bütünü” olarak tanımlanabilir. İnsan için, yaşamın başladığı andan itibaren çevresinde olup biten olayları anlamak ve açıklamak vazgeçilmez bir tutku olmuştur. Bu açıdan bilim, özellikle doğaya ilişkin kuram yada beklentilerimizi sürekli sorgulayan bir faaliyet olarak tanımlanabilir.

Akademik düzeyde bilimler iki ana kategoride ele alınır. Doğa olaylarını araştıran ve inceleyen doğa bilimleri (veya doğal bilimler) ile toplumu, bireyi ve insanî faaliyetleri ve davranışları araştıran ve inceleyen sosyal (veya beşerî) bilimler. Biyoloji, fizik ve kimya gibi bilimler doğa bilimlerine örnek gösterilirken, iktisat, sosyoloji ve antropoloji gibi bilimler sosyal bilimlere örnektir. Bu temel alanlar arasında çok çeşitli ilişkiler olmuş, mühendislik ve tıp gibi bu alanlarla ilişkili birçok uygulamalı disiplin de olduğu gibi özellikle son yüzyılda birçok ara bilim dalları ortaya çıkmıştır; sibernetik, astrofizik ve tıbbi antropoloji bu bilim dallarına örnek gösterilebilir.

Matematik bilimi sıklıkla bu iki ana kategoriden farklı üçüncü bir kategori olan formal bilimler kategorisinde yer alır, formal bilimler teorik fikirlerle başlar ve düşünme süreci sayesinde diğer farklı teorik fikirlere ulaşır; oysa fen bilimleri gerçek dünyadaki çeşitli gözlemlerle

başlar ve gerçekliğin bir bölümü için bir ölçüde kullanışlı olan modellere ulaşırlar. Formal bilimlerin hem doğa bilimlerine hem de sosyal bilimlere yakın ve uzak olduğu birçok nokta mevcuttur.

Bilimsel yöntem, yeni bilgi edinmek veya bilinen bazı bilgileri doğrulamak veya düzeltmek amacıyla, olayları araştırmak için ve geçmişte kazanılmış, öğrenilmiş bilgileri tamamlamak için kullanılan yöntemlerin tümüne denir. Bilimsel yöntem (ler) gözlemlenebilir, deneysel ve ölçülebilir kanıtların belirli bazı mantıksal ilkelerle incelenmesine dayanır. Bilimsel yöntem, 17. yüzyıldan beri doğa bilimlerini karakterize eden sistematik gözlem, deney, ölçüm, formüle etme ve varsayımların değiştirilmesini içeren yargılama olarak tanımlanmaktadır.

Bilim tarihçilerine göre bilimin şu özelliklere sahip olduğu belirtilir:

- Bilim bilimsel verilere dayalı, kanıtlanabilir özellikteki bilgidir yani olgusaldır. Olgulara yönlendirilerek doğrulanabilir olan ifadeleri inceler.
- Bilim mantıksaldır. Bilimsel ifadeler, mantıksal açıdan doğru çıkarımlar ile ulaşılmış, çelişkisiz ifadeler olmalıdır.
- Bilim objektiftir. Bilim, öznel ifadeler ile değil nesnel ifadeler ile ilgilenir.
- Bilim eleştireldir. Bilimdeki mevcut her kuram yeni olgular ışığında çürütülebilir veya değiştirilebilir; her kuram yerini başka bir kurama bırakabilir.
- Bilim genelleycidir. Bilim, tek tek bütün olgular ile ilgili gözlem yapmaz; bunlar ile ilgili genel kurallar ve bağıntılar bulmaya çalışır.
- Bilim seçicidir. Bilim, her türlü olguyla değil yalnızca ilgi alanına giren ve önemli olgular ile ilgilenir.

Orta Asya’da bilime ilk kez önem veren milletlerden birisi de Türklerdir. Orta asya türk tarihi M.Ö. 8000 yılları öncesine götürülmektedir. Yapılan kazılarda, taş devirlerine ait, birçok eşya ve aletler ortaya çıkmıştır. Bunlar arasında oyalı çanak-çömlek, çakmak taşından uçları topuz şeklinde sivrilmiş kesici aletler, buğday ve arpa tarımının yapıldığını gösteren araçlar bulunmuştur.

Hayvanları, özellikle atı evcilleştirme, Türklerde görülmüştür. M.Ö. 2800 yılları civarında, arabayı icat etmişlerdir. Demir, bakır, altın gibi madenlerin Türkler tarafından kullanıldığı da bilinmektedir. Bakır ve kurşundan, çeşitli aletler yapmışlardır. Hatta bakır ve kurşunu karıştırarak alaşım olarak boronzu ilk kullananlar Türklerdir. Bugünkü pantolon dediğimiz giysinin ilk örneklerini Türkler icat etmişlerdir, çünkü at biniciliğiyle şöhret kazanan türkler için bu tür giysi, en uygun giysiydi

Çin uygarlığında bilimsel faaliyetin başlangıcı M. Ö. 2500'lere kadar götürülebilir. Zaman zaman ise sadece Sarı ırmak civarında ufak bir devlet şeklinde görülen Çin, ilk insan kalıntılarının (sinantropus pekinensis) bulunduğu yerlerden biridir. Çin uygarlığı, genellikle, kapalı bir uygarlık olarak nitelendirilmiş ve bilimsel etkinliklerin gelişmesinde doğrudan doğruya bir etkisi olmadığı ileri sürülmüşse de, erken devirlerde komşuları Türkler ve daha sonra da Hintlilerle yakın ilişki içinde oldukları bilinmektedir.

Çin'de kullanılan sayı sistemi on tabanlıdır. ayrıca, işlem yapmalarını kolaylaştıran, abaküs ve çarpım cetveli gibi bazı basit aletler de kullandıkları bilinmektedir. Çin astronomisi, diğer uygarlıklardan bazı farklılıklar gösterir; takvim hesaplamalarında, diğer uygarlıkların güneş veya ayı esas almalarına karşın, Çin uygarlıklarında yıldızlar esas alınmıştır ve diğer sistemlerde yıllık hesaplamalar kullanılırken, burada günlük hesaplamalar kullanılmıştır. Ayrıca Çinliler'in temel koordinat düzlemi olarak ekliptik düzlemi yerine ekvator düzlemini benimsedikleri görülmektedir

Çinliler, barut, kağıt ve matbaanın icadıyla bilinirler. Barutlu ateşli silahlar yerine kötü ruhları kovmak için kullanıyorlardı. kağıt ve matbaa ilk defa Çinliler tarafından kullanılmıştır. Türklerinin de matbaayı daha önce veya aynı zamanda kullandıkları bilinmektedir

Hint bilimi, daha sonra Yunan ve İslam dünyasındaki bilimsel gelişmelere etki etmiştir. Hindistan'da bilimsel çalışmaların tarihini M.Ö. 3000-2500 yıllarına kadar götürebiliriz. Gerçi, Hindistan'da bu tarihten öncede bilimsel faaliyetler vardı; bu yaklaşık olarak (M.Ö. 5000) yıllarına kadar götürülmektedir. Ancak bilim gibi düzenli bir bilgi topluluğunun oluşumu için yaklaşık M.Ö. 2500'leri beklemek gerekmiştir. Erken dönemlere ilişkin bilgileri vedik

metinlerinden ve daha geç tarihli olan siddhantalardan edinmek olanaklıdır. M.Ö. 3000 yıllarından önce, bilim süreklilik göstermeyip bu konuda sistemli bir çalışma yoktur.

Hindistan'da, bugün İslam dünyasında ve Türkiye'de harf devriminden önce kullanılan rakam sistemi kullanılıyordu. Bu az tabanlı sistemde rakamlar, sağdan sola doğru yazılır. Onun için bu rakamlara Hint rakamları denir. Hindistan'da kullanılan sayı sistemi, on tabanlı (yani desimal) olup, erken tarihlerden itibaren konumsal rakamlandırma yönteminin benimsendiği görülmektedir. Sıfırı ilk defa hintli matematikçiler kullanmıştır. Sayı sistemindeki bu erken tarihli gelişme, aritmetiğin gelişim hızını büyük ölçüde etkilemiştir

Dicle ve Fırat nehirlerinin deltasında bulunan Mezopotamya, çok önemli bir uygarlığın merkezi olmuştur. Mezopotamya uygarlığının ortaya çıkışı M.Ö. 3000 yıllarına dayanır. O zamanlar Asya, Afrika ve Avrupa arasında bir köprü vazifesi gören bu bölge, yoğun bir bilimsel çalışmaya öncülük etmiştir. Sümerler, Akadlar ve Babiller, Mezopotamya uygarlığının doğmasına neden olan kavimlerdir.

Sümerlilerde Aritmetik ve geometri ileri bir düzeydeydi. Sümer sayı sistemi, 60 tabanlıydı. Özellikle, Babilliler, 60 tabanlı sayı sisteminin yanında 10 tabanlı sayı sistemini de kullanmışlardır. Aritmetik işlemlerde çarpım tablosunu kullanıyorlardı. Sayı sistemlerinin konumsal olması nedeniyle, dört işlem, kare ve karekök almayı biliyorlardı. Alan ölçümleri ve su kanalları açmak için geometriden yararlanıyorlardı. Dairenin alanı ve silindirin hacmini bulmada π sayısı için 3,125 değerini belirlemişlerdi. Çemberi 360 dereceye bölme düşüncesini de ortaya koymuşlardı.

Nil Nehri civarında gelişen Mısır uygarlığı M. Ö. 2700 yıllarından itibaren matematik, astronomi ve tıp konularındaki etkinliklerle parlamıştır. Mısırlılar matematiklerinde, kullandıkları on tabanlı hiyeroglif rakamlarıyla, sayıları sembollerle ifade etme safhasına ulaşmışlardır. Bu rakamlarla çeşitli matematik işlemlerini yapabilmişler ve cebir işlemlerine çok benzeyen ve diğer uygarlıklarda da görülen "aha hesabı" adlı bir hesaplama yöntemi geliştirmişlerdir. Bu hesaplama "yanlış yoluyla çözüm" tekniği kullanılmıştır.

Geometrilerinde ise alan ve hacim hesapları yapıyorlardı. Mimari alanında mısırlılardan kalan eserler arasında en önemli yeri piramitler tutar; onlar birer mimari harikasıdır. Mısırlılar gökyüzü olaylarını dini açıdan yorumlamışlardı.

Gök cisimlerini tanrı olarak kabul ediyorlar ve gökyüzündeki olayların da tanrıların faaliyetleri olduğuna inanıyorlardı; yani astronomileri dini öğelerle iç içeydi. Takvimleri güneş takvimiymiş ve yıl uzunluğu 365 gün olarak kabul ediliyordu. Günümüzde kullanılan takvimin temelinde mısır takvimi yer alır. Günün 24 saate bölünme geleneğini de mısırlılara borçluyuz.

Ege havzasını egemenlikleri altına almalarından önce, buralarda M.Ö. 13. ve 10. Yüzyıllar arasında kurulan ve haklarında bilgimiz olan en önemli uygarlıklar, Urartu, Hitit, Frigya, Lidya; Girit ve Miken uygarlıklarıdır. Genel olarak Anadolu uygarlıkları olarak tanınan bu uygarlıklar, kendilerinden daha eski olan Mezopotamya ve Mısır uygarlıklarından etkilenmişlerdir.

Hititlerin mezopotamya kökenli “şekel” ve “mina” adlı ağırlık birimlerini kullandıkları, en çok bakır ve tunçtan eşyalar yaptıkları, çivi yazısı ve hiyeroglif yazı olmak üzere iki çeşit yazıları oldukları bilinmektedir.

En önemli merkezleri Gordion ve Midas olan Frigya uygarlığının Fenike alfabesinin Batı’ya yayılmasında önemli bir rolü olmuştur. Batı Anadolu’da kurulan ikinci önemli uygarlık, Lidya uygarlığıdır. Lidyalıların en önemli başarısı ve Dünya uygarlığına katkıları, ilk defa madeni parayı icat etmeleri ve kullanmalarıdır.

İlk çağ uygarlıklarından, hakkında ençok bilgi sahibi olduğumuz uygarlık, İyon ve Eski Yunan uygarlığıdır. İyonya, özellikle, çanakkale ve Muğla arsındaki sahil kuşağından oluşan bölgedir. İyonyalıların soyca, Yunanlı olup olmadıkları tartışmalıdır, fakat dil ve kültürel bakımdan grekçe (eski yunan) oldukları kabul edilmektedir.

Kendimizi Sınavalım

1. Aşağıdakilerden hangisi bilimin özelliği **değildir**?

- a. Mantıksaldır
- b. Objektiftir
- c. Eleştireldir
- d. Genelleyicidir
- e. Belli Bir Yöntem Kullanmaz.

2. Geniş bir açıdan değerlendirildiğinde bilimin gelişiminde hangi aşamadan **söz edilmez**?

- a. Mısır ve Mezopotamya uygarlıklarına raslayan ampirik bilgi toplama aşaması
- b. Eski yunanlıların evreni açıklamaya yönelik akılcı sistemlerinin kurulduğu aşaması
- c. İslam biliminin parlak başarılarını kapsayan aşaması
- d. Rönesans sonrası gelişmelerin yer aldığı modern bilim aşaması
- e. 20. yüzyıl biliminin geldiği yeni aşaması

3. Siberetik, astrofizik ve tıbbi antropoloji gibi bilimler hangi tür bilimlere örnek gösterilebilir?

- a. Ara Bilimler
- b. Fen Bilimleri
- c. Sosyal bilimler
- d. Formel bilimler
- e. Uygulamalı Bilimler

4. Barut, kağıt ve matbaanın icadı kimler tarafından yapılmıştır?

- a. Hitit
- b. Lidya
- c. Frig
- d. Çin
- e. Sümer

5. Hangi kavim 60 tabanlı sayı sisteminin yanında 10 tabanlı sayı sistemini de kullanmıştır?

- a. Sümer
- b. Babil
- c. Hitit
- d. Mısır
- e. Frig

6. Günümüzde kullanılan takvimin temelinde hangi uygarlık yer alır?

- a. Sümer
- b. Hitit
- c. Mısır
- d. Urartu
- e. Frig

7. Aşağıdaki kavimlerden hangisi Mezopotamya uygarlığının doğmasına neden olmuştur?

- a. Hititler
- b. Babiller
- c. Urartu
- d. Frigya
- e. Lidya

8. Hindistan'da bilimsel çalışmaların tarihini M. Ö. hangi yıllarına kadar götürebilir?

- a. 3000-2500
- b. 1500-1000
- c. 1000-500
- d. 500-200
- e. 200-100

9. Bilimi, gözlem ve gözleme dayalı akıl yürütme yoluyla dünyaya ilişkin olguları birbirine bağlayan yasaları bulma çabası olarak tanımlayan bilim adamı kimdir?

- a. A. Einstein
- b. S. I. Newton
- c. K. Popper
- d. G. Galilei
- e. B. Russel

10. Fenike alfabesinin Batı'ya yayılmasında önemli bir rolü hangi uygarlık oynamıştır?

- a. Sümer
- b. Frig
- c. Hitit
- d. Lidya
- e. Çin

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. **e** Yanıtınız yanlış ise “Bilimin Özellikleri” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
2. **e** Yanıtınız yanlış ise “Bilim ve Teknoloji Tarinin Önemi” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
3. **a** Yanıtınız yanlış ise “Bilim ve Teknoloji Tarihi” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
4. **d** Yanıtınız yanlış ise “Çin’de Bilim ve Teknoloji” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
5. **b** Yanıtınız yanlış ise “Mezopotamya’da Bilim ve Teknoloji” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
6. **c** Yanıtınız yanlış ise “Eski Mısır’da Bilim ve Teknoloji” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
7. **b** Yanıtınız yanlış ise “Mezopotamya ‘da Bilim ve Teknoloji” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
8. **a** Yanıtınız yanlış ise “Hint’e Bilim ve Teknoloji” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
9. **e** Yanıtınız yanlış ise “Bilimin ve Teknolojinin Tanımı” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
10. **b** Yanıtınız yanlış ise “Anadolu ve Ege Havzasında Bilim” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Bugün bile nasıl yapılabileceği tartışılan değişik çağlarda yapılmış sanat eseri anıtlar ve yapılar örnek gösterilebilir. Babilin asma bahçeleri, Çin seddi v.b.

Sıra Sizde 2

Yirminci yüzyılda ortaya çıkmış bilim alanına Nükleer Fizik, Biyokimya, Sıbernetik v.b örnek gösterilebilir.

Sıra Sizde 3

Bilimin sürekliliğine Newton yasası, Termodinamik yasalar, Atom Kuramları v.b örnek gösterilebilir.

Sıra Sizde 4

İlk insanlar mevsimleri, ihtiyaçları olan ürünlerin ekimi ve yetiştirilme dönemleri yanında sel felaketleri v.b. kendisini belirli dönemlerde tekrarlayan doğa olaylarından korunmak için takip etmişlerdir.

Yararlanılan Kaynaklar

Akdoğan, C., (1993), **Bilim Tarihi**, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayınları.

Bayrakdar, M., (1996) Lise Bilim Tarihi, Ankara Bem Koza.

Landels, J. G., (1996), **Eski Yunan ve Roma’da Mühendislik**, Ankara, Tübitak Popüler Bilim Kitapları.

Ronan, C. A., (2003), **Bilim Tarihi: Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişmesi**, (Çev. İhsanoğlu, E., Günergün, F.), Ankara, Tübitak Akademik Dizi.

Tekeli, S., Kahya, E., Dosay, M., Demir, R., Topdemir, H. G., (2007) **Bilim Tarihine Giriş**, Ankara, Nobel Yayınevi.

Tekeli, S., Kahya, E., Dosay, M., Demir, R., Topdemir, H. G., Unat, Y., (1993), **Bilim Tarihi**, Ankara, Doruk Yayıncılık.

Topdemir, H. G., Unat, Y. (2012), **Bilim Tarihi**, Ankara, Pegem Akademi Yayınevi. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Philolaus>)

Ural, Ş., (1998), **Bilim Tarihi**, İstanbul, Kırkambar Yayınları.

(<http://en.wikipedia.org/wiki/Philolaus>)

Yıldırım, C., (1974), **Bilim Tarihi**, İstanbul, Remzi Kitabevi.

2

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;



Antik Yunan ve Helenistik çağlardaki bilim insanlarını tanımlayabilecek,



Bu bilim insanlarının bilim ve teknolojiye olan katkılarını açıklayabilecek,



Antik Yunan ve Helenistik çağlarda Bilim ve Teknoloji alanındaki gelişmeleri tanımlayabilecek bilgi ve becerilere sahip olabilirsiniz.

Anahtar Kavramlar



Materyalizm



Metafizik



Evren Modeli



Yer Merkezli Evren Modeli



Güneş Merkezli Evren Modeli



Atomsal Evren Kuramı



Ayaltı Evren



Ayüstü Evren



Mekanik Okulu



Archimedes Prensibi



Doğa Felsefesi

İçindekiler

- ❖ Giriş
- ❖ Thales ve Öğrencileri
- ❖ Pytagoras ve Öğrencileri
- ❖ Atomsal Evren Kuramı
- ❖ Helenistik Çağ ve İskenderiye'nin Kuruluşu
- ❖ İskenderiye Mekanik Okulu

Antik Yunan ve Helenistik Çağdaki Bilim ve Teknoloji

GİRİŞ

Bilim tarihinin batı kültürü üzerinde belki de en etkili olan dönemi bu bölümde ele alınacak olan Antik Yunan ve Helenistik Dönem'dir. Bu dönemden önceki dönemde insanlar doğadaki olayları akıl yoluyla irdelemeksizin yalnızca doğada olup bitenleri gözleyip, bir yere kaydetmekle yetinmişlerdir. Bu nedenle, Antik Yunan Dönemi öncesi döneme, yalnızca gözlem verilerinin kaydedildiği fakat yorumlanmadığı dönem anlamına gelen, "Amprık Dönem" adı verilmiştir. Antik Yunan ve Helenistik Dönem'de ise, doğadaki olayların nedenleri ve niçinleri üzerinde durularak, önceki dönemde olduğu gibi, doğa dışı nedenlere dayandırılarak açıklanmamıştır.

Yunanlıların atalarının tarih sahnesine çıkışı M.Ö. onuncu onbirinci yüzyıllar arasındaki döneme rastlar. Bu zaman diliminde Yunan Yarımadası, Ege adaları ve Anadolu'nun batı kıyılarına ilkel bir kültüre sahip barbar topluluklar biçiminde yerleştikleri söylenebilir. Bu topluluklar, enerjik, yaşama sevinci dolu, öğrenme ve anlama isteği taşıyan, dünyayı bir takım doğaüstü güçlerin yönettiğine inanan insanlardan oluşuyordu. M.Ö. yedinci yüzyılda, bu topluluklar, Yunanistan, Güney İtalya, Sicilya ve İyonya bölgelerinde, kıyı şehirleri kurarak, barbarlıktan demir çağına ve deniz ticaretine geçtiler. İyonya daha çok bugün İzmir-Aydın'ı kapsayan, batısında Ege Denizi, doğusunda Lidya, güneyinde Karya ve Dor gibi şehir devletlerinin yer aldığı bölgenin adıdır. Bunun yanı sıra, Yunanlılar'ın Finikelilerin kullandıkları alfabeyi benimsedikleri, rakamları yazarken de bu alfabedeki harflerden yararlandıkları görülmüştür.

Yunanlılar, günlük yaşantıdaki problemlerin çözülmesi yerine soyut düşünceyle ilgilenmişlerdir. Bu düşünceyi geliştirirken, doğadaki olayları akıl yoluyla çözümlemeyi ilke edinen doğa felsefesini benimsemekle bu sürece başlamışlardır.

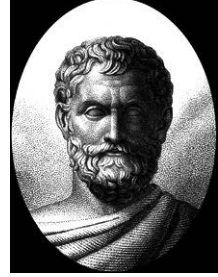
Bu üniteye ele alınacak olan Antik Yunan Dönemi M.Ö. sekizinci yüzyıldan başlayarak M.Ö. 323 de Büyük İskender'in ölümüne kadar sürmüştür. Bunu izleyen Helenistik Dönem ise, Romalılar tarafından Ptolemaios krallığının yıkılışı olan M.Ö. 30 yılına kadar sürmüştür.

Antik Yunan dönemi içerisindeki bilimsel gelişmelerin altıncı yüzyıldan itibaren başladığını belirtelim. Mısır ve Mezopotamya'daki ilk uygarlıklar gibi Antik Yunan döneminin, nehir ya da deniz kıyılarında kuruluşu ve gelişiminin temel nedeni, yaşamın temel öğelerinden biri olan suyun, içecek olmasının yanı sıra, tarım ve deniz ticareti açısından önemidir. İzmir'in güneyinde, Söke-Milas yolunun batısında ve Balat koyu yakınındaki kıyı şehri olan Milet'te başlayan çalışmalarda, gezgin ve tüccarların mal alıp satmanın yanı sıra, İran, Hindistan ve hatta Çin gibi Dünya'nın diğer ülkelerinden taşıdıkları bilgilerin öğrenilmesi ve geliştirilmesinin büyük rolü olmuştur. Bu nedenle Antik Yunan döneminin başlangıcında, İyonya bölgesindeki bu çalışmalara Milet Okulu adı verilmiştir. Daha sonraları Yunanistan Yarımadası, Güney İtalya yörelerinde de bilimsel çalışmaların başladığı, hatta farklı düşüncelerin ifade edildiği görülecektir. Bu dönemi incelemeye, bu dönemdeki Milet Okulu'nun ilk temsilcisi olan Thales ile başlayalım.

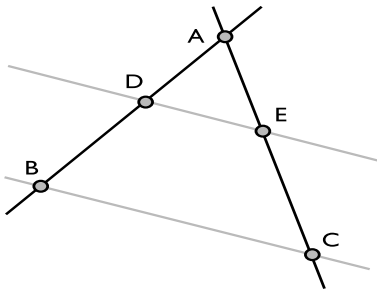
THALES VE ÖĞRENCİLERİ

Milet'te varlıklı bir tüccar olan Thales, M.Ö.624 ile M.Ö. 548 yılları arasında yaşamıştır. Lidyalılarla Persler arasındaki savaş sırasında, 28 Mayıs 585 de Güneş tutulmasını önceden bildirerek, bu tarihte tutulmanın gerçekleşmesiyle her iki tarafı da hayrete düşürmüş, böylece de savaşın sona ermesine neden olmuştur. Oysa, Thales bu bilgiyi M.Ö. 603 te güneş tutulmasını Mısır'da izleyerek, Mısırlılardan öğrenmiştir. Yaptığı hesaplarla, takibeden güneş tutulmasının 18 yıl 11 gün sonra olacağını bulmuştur.

Thales, mitolojik düşünceden, rasyonel yani akılcı düşünceye geçişi simgeler. Thales ile ilgili bilgilere, yetiştirdiği öğrencilerin bıraktığı belgelerden yararlanılarak ulaşılmıştır. Thales, matematik, astronomi ve doğa felsefesiyle uğraşmıştır. İlk Yunan matematikçisi olan Thales, kendi gölgesiyle kendi boyunun eşit olduğu anda, piramidin gölgesini ölçerek piramidin yüksekliğini bulmuştur.



Şekil 2.1: Thales



Kendi adıyla anılan Thales teoremi'nin Şekil 2.2'de verilen ifadesini, A köşesi ortak, DE ve BC kenarları birbirine paralel olan $\triangle ADE$ ve $\triangle ABC$ üçgenlerinde eşit açılar karşısındaki kenarların oranlarının birbirine eşit oluşunu görmek yoluyla ispatlamıştır. Böylece geometriye ispat düşüncesini ilk kez Thales uygulamıştır.

Şekil 2.2: Thales Teoremi $\frac{AD}{AB} = \frac{AE}{AC} = \frac{DE}{BC}$

Thales kendi adıyla anılan teoremin dışında, aşağıdaki teoremleri de geometriye kazandırmıştır:

- İkizkenar bir üçgenin tabanına komşu olan açılar birbirine eşittir
- Bir dairenin çevresindeki bir noktayı, çapın uçlarına birleştiren doğru parçaları arasındaki açı diktir.
- Yarıçap, bir daireyi iki eşit parçaya böler.
- İki açısı ve bir kenarı eşit olan üçgenler birbirine eşittir.
- İki doğru birbiriyle kesiştiğinde karşıt açılar birbirine eşittir.

Thales'in ilk bilimsel görüşü, evrenin sudan oluştuğu şeklindedir. Böylece ilk kez evrenin bir maddeden meydana geldiği ifade edilmiş olmaktadır. Thales'in evren düşüncesine göre, evreni oluşturan tüm öğeler, suyun değişik biçimlerinden oluşmaktadır. Böylece, evrenin karmaşık yapısı, tek bir maddesel kökene indirgenmektedir. Yani evren bir maddedir. Evreni anlamak için onun yapısal niteliğini anlamak gerekir. Evrenin yapısal niteliği anlamına gelen "physis" sözcüğünü Yunanca'ya Thales kazandırmıştır. Sonraları, bu sözcük, fizik biliminin adını oluşturacaktır. Thales'in bu düşünceleri "materyalist felsefe"nin doğmasına yol açmıştır.

Thales'in ilgi alanlarından birisi olan "doğa felsefesi"nin temel sorunları olan varoluş ve yokoluştur. Bu iki zamansal nokta arasında, değişme, meydana gelme, bozulma, yaşam, ölüm, hareket, üreme gibi süreçler vardır. Thales'in düşüncesinde bu sorunlar irdelenirken, bu süreçlerin birbirinden belirgin biçimde ayırılmaması düşüncelerinin anlaşılmasını zorlaştırmıştır. Bu nedenle süreçlerin iyi çözümlenemeyişine yol açarak, bilimsel gelişmeyi yavaşlatma gibi bir olumsuzluğa neden olmuştur.

Thales'in dünya ile gökyüzündeki cisimler arasındaki ilişkiyi araştırma çabası, "uzay" kavramının doğmasına ve önceleri gök cisimlerinin konumları ile yeryüzündeki etkinlikler arasındaki benzerlikleri kurarak geleceğe yönelik öngörülerin ifade edildiği, astroloji düzeyinde olan gökyüzü ile ilgili gözlemler, yeni bir bilim olan "astronomi"nin doğmasına yol açmıştır.

Thales'in "dünyayı bir tahta gibi suyun üzerinde yüzen bir tepsi" olarak tanımlaması gibi çocukça düşüncesi de vardır. Bu düşüncesinin temelinde, evrenin sudan meydana geldiği düşüncesi yatmaktadır.

Herhalde, suyu seçmesinin nedeni, yaşam için zorunlu bir madde olmasından etkilenmesinden kaynaklanmaktadır.. Fakat, suyun nasıl hal değiştirdiği konusundaki düşüncesi bilinmemektedir. Thales'in dünya ile gökyüzündeki cisimler arasındaki ilişkiyi araştırma çabası, “uzay” kavramının doğmasına ve önceleri astroloji düzeyinde olan gökyüzü ile ilgili gözlemler, yeni bir bilim olan “astronomi”nin doğmasına yol açmıştır.

Özet olarak, Thales'in bilime olan katkıları şunlardır:

- Evrende olan bitenleri, doğaüstü mitolojik güçlere dayandırarak açıklamaya son vermiştir.
- Geometriye ispat kavramını sokarak, matematik düşüncüyü ampirik işlemlerle sınırlamaktan kurtarmıştır.
- Evrendeki nesneleri tek bir maddeye indirgeyerek, olup bitenleri evrensel bir ilkeye dayanarak açıklamak yolunu açmıştır.

Thales'in yetiştirdiği öğrencilerden ikisi olan Anaximander ve Anaximanes'in evrenle ilgili düşüncelerine değinmek yerinde olacaktır. Bunun yanı sıra aynı yörede ve yaklaşık aynı dönemde yaşamış bir düşünür ve bilim adamı olan Hekataeos'u tanıtmak gerekecektir.

Anaximander

Anaximander, M.Ö. 610 ile M.Ö. 547 arasında yaşamıştır. Anaximander'e göre, evrenin temel yapı taşı, “sınırsız” ya da “sonsuz” adını verdiği soyut yani maddesel olmayan bir kavramdır. Maddesel olmayan bu kavramın, evrensel, bitmeyen, değişmeyen ve görünmeyen olmak gibi özellikleri vardır. Evrendeki



bütün nesneler, tanımladığı bu kavramdan değişik özellikler taşıyarak oluşmuşlardır. Sınırsız adı verilen bu kaynaktan, karışık nitelikte şeyler, hareket sonucu oluşmuştur. Önce soğuk ve sıcak, dış ateş (yani sıcak), içi soğuk (yani ıslak) ve su, ortalarında yer küre olacak şekilde halkalar şeklinde ayrılmışlardır. Yer ya da toprak başlangıçta ıslaktı, sonra sıcak etkisiyle kuruyarak dört halka meydana getirdi: İçten dışa doğru sıralanırsa, sıcak (ateş), soğuk (hava), ıslak (su), kuru (toprak). Dört nesne üzerine dayandırılarak, geliştirilen bu evren düşüncesi yaklaşık ikibin yıl boyunca, kabul görmüştür. Yine Anaximander tarafından, gök cisimlerinin kökenini açıklayan bir teori ortaya atılmıştır. Buna göre, güneş, ay ve yıldızlar, ateş halkasının halkalara ayrışması sonucu meydana gelmiştir. Güneşi oluşturan halka, yer halkasının yirmiyedi, ay halkası ise yer halkasının ondokuz katı büyüklüktedir. Bu sayısal büyüklüklerin bilimsel bir anlamı olmamasına karşın, ay güneş ve yerin karşılaştırılarak, ölçülebilir fiziksel nesneler olarak düşünülmesi ilginçtir.

Şekil 2.3: Anaximander

Anaximanes

Thales'in diğer öğrencisi olan Anaximanes, M.Ö. 584 ile M.Ö. 524 yılları arasında yaşamıştır. Anaximanes, Anaximander tarafından tanımlanan sınırsız kavramını gözlenebilir nitelikte olmadığı yani somut olmadığından dolayı reddederek, bunun yerine hava veya buharı evrenin temel yapı taşı olarak önermiştir. Bu düşünceye göre, hava seyreltilirse ısınır, ateşe döndürür, sıkıştırılan hava ise soğur. Bu



dönüşüm (hava→ rüzgar →bulut→su→toprak ya da taş) şeklinde ifade edilmiştir. Hava, sürekli hareket halinde olduğu için, değişimi simgelemektedir. Bunun yanı sıra nefes alma özelliği taşıdığından yaşam kaynağıdır. Hava, rüzgar, bulut, yağmur gibi meteorolojide kullanılan kavramlara ilgi duyması, Anaximanes'in doğaya olan büyük ilgisini simgelemektedir. Evrenin maddesel nesnelerden oluştuğunu ifade etmesi Thales'in materyalist görüşünü benimsediğini göstermektedir. Oysa, Anaximander'in, evrenin yapı taşı sınırsız adını verdiği soyut bir kavram olarak tanımlaması, “metafizik” yani “fizik ötesi düşünce”yi benimsediğini göstermektedir. Bu açıdan değerlendirilirse, aynı hoca tarafından yetiştirilen iki öğrencinin farklı temel görüşleri benimseyebileceklerine bir örnek oluşturmıştır.

Şekil 2.4: Anaximanes



Anaximander ve Anaximanes’in evrenle ilgili düşüncelerinden hangisinin bilimsel açıdan anlamlı olduğunu tartışınız.

Hekataeos

M.Ö.6.yüzyılda Milet’in Persler tarafından işgal edildiği dönemde yaşamış bir düşünür olan Hekataeos, yaşamının bir dönemini Mısır’da geçirmiştir. İlk Yunanca coğrafya kitabı olan “Dünya Turu”nun yazarıdır. Orijinal metni mevcut olmayan bu kitapta, biri Avrupa, diğeri Asya ve Afrika olmak üzere iki harita bulunmaktaydı ve kıyı bölgelerdeki şehirler ile oralarda yaşayan insanlar hakkında bilgiler verilmekteydi. Yerkürenin yaşanılan bölgesinin etrafı, okyanuslarla çevrilmiş bir disk şeklinde olduğunun belirtildiği bu kitapta, yeryüzü şekilleri ve yaşamakta olan bazı hayvanlarla ilgili bilgiler de verilmekteydi. Bu bilgiler, Milet’e uğrayan gemilerdeki tüccarlar, gemicilerden ve Hekataeos’un kendi gezilerinden sağlanmıştı.

Hekataeos’a göre, Thales, Anaximander ve Anaximanes’in evrenin yapısıyla ilgili tartışmaları boşuna idi. Evrenin yapısını araştırmadan önce, yerin gezilmesi ve bilgi toplanması gerektiğini düşünmekteydi. Bu düşüncenin sonucu olarak ilk coğrafya kitabını yazmıştır. Bu nedenle, kendisine “Coğrafya’nın kurucusu” ünvanı verilmiştir. Matematiksel coğrafya ile de ilgilenmiş olan Hekataios’un coğrafyaya olan katkısı, yeryüzü şekilleri bakımından olmuştur.

PYTAGORAS VE ÖĞRENCİLERİ



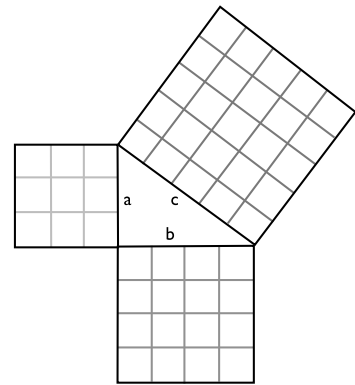
Tanınmış Yunanlı düşünür ve bilim adamı Pythagoras (Pisagor okunur) M.Ö.580 ve M.Ö. 500 yılları arasında yaşamıştır. Sisam adasında doğmuş, Güney İtalya’daki Kroton kentinde yaşamını sürdürmüştür. İyonya’daki doğa düşünürlerinin etkisiyle dinsel ve mistik görüşlerin tartışıldığı bir topluluk kurmuştur. Ruhun öldükten sonra, bedenden ayrıldığına ve insan ya da hayvan olan bir başka canlının bedenine geçtiğine, öbür dünya olarak isimlendirdiği bir aleme gidildiği için ölümün bir kurtuluş olduğuna inanmaktaydı. Bunların yanısıra topluluğun amacı bilgi üretmekti. Bu nedenle Pythagoras, materyalist değil rasyonelist bir kişiliğe sahipti.

Şekil 2.5: Pythagoras

Pythagoras’ın savunduğu düşünceler, şöyle özetlenebilir: Evrenin temel maddesinden çok, varlığın ve değişimin gerçek niteliği sorununa önem verilmelidir. Bu açıdan düşüncelerini matematik üzerine yoğunlaştırmıştır. Pythagoras’çılara göre, sayı evrenin temel yapı taşıdır. Bütün doğal sayılar, 1 sayısından türemiştir, yani 1 sayısı, evrenin yapısını açıklayan bir kavramdır. 1 sayısı “nokta”yı, 2 sayısı “doğru parçası”nı, 3 sayısı “üçgen”i, 4 sayısı “piramit”i simgelemektedir. Bunun yanısıra, sayılar arasındaki orantı kavramı ile de ilgilenildi. Pythagoras’çılar, gergin tellerin boyunu değiştirmek suretiyle, değişik sesler elde edilebildiğini buldular.

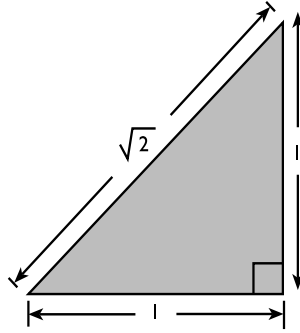
Pythagoras’a göre, “Evreni matematik yasaları idare eder”. Evreni matematiğe indirgemenin iki yolu söz konusudur: (1) Deney ve gözlem sonuçlarını yorumlama ve genellemede matematiğin kullanılması olan “matematiksel fizik”, (2) Dünyayı anlamada gözleme gerek görmeden “matematiksel sezgi”yle yetinmek. Pythagoras’çılar ikinci yolu seçmişlerdir, fakat sonradan deney ve gözlem olmaksızın, yalnızca matematikle her problemin çözülmeyleceğinin farkına varmışlardır.

Pythagoras’ın kendi adıyla anılan teoreme göre, bir dik üçgende dik kenarların karelerinin toplamı, hipotenüsün karesine eşittir. Şekil 2.6’da verilen dik üçgende $a^2 + b^2 = c^2$ bağıntısı geçerlidir. Dik kenarlar ve hipotenüs üzerine çizilen karelerin alanları hesaplanarak, teoremin doğruluğu kanıtlanabilir. Şekil 2.7’deki gibi dik kenarları birim uzunluktaki dik üçgenin hipotenüs uzunluğunun $\sqrt{2}$ olmasıyla, Pythagoras zamanına kadar büyüklükleri kesin olarak bilinen tam



Şekil 2.6: Pythagoras Teoremi

sayılar ve değeri tam olarak bilinen kesirli sayıların dışında diğer bir sayı türünün farkına varılmıştır. Bu sayı türüne irrasyonel sayı adı verilmektedir. Bu sayı türünün büyüklükleri kesin olarak bilinmemektedir. Pythagoras, evrenin temel yapıtaşının 1 sayısı olduğunu belirterek tam sayıların dışında bir sayı türünün olmadığını vurgulamıştı.



Fakat, birim kenarlı bir dik üçgenin hipotenüs uzunluğu şeklinde karşısına çıkan sayı türünün Pythagoras'ın tam sayı türünden farklı olduğu ortaya çıkmıştı. Böylece Pythagoras, kendi keşfettiği bir teorem vasıtasıyla, kendi ifade ettiği evren düşüncesini çürütmekle, bilim tarihinde ilginç bir anekdota imza atmıştır. O zamanlar, şimdi irrasyonel sayı adını verdiğimiz bu sayı türüne, bir dik üçgenin hipotenüsü olan bir doğru parçasının uzunluğu yardımıyla temsil edilen sayılar olarak bakılmıştır. Yani aritmetik yerine geometri kullanılarak bu tür sayıların gösterimi gerçekleştirilmiş olmuştur. Pythagoras'ın öğrencilerinden Efes'li Herakleitos, Parmenides ve Philolaos'un üzerinde duralım.

Şekil 2.7: $\sqrt{2}$ İrrasyonel Sayısının Pythagoras Teoreminden Bulunması



Dik kenar uzunlukları 12 cm ve 16 cm olan bir dik üçgenin hipotenüs uzunluğunun sayısal büyüklüğü ne cinsten bir sayıdır? Bir diğer dik üçgenin dik kenar uzunlukları cm cinsinden 4 ve 5 olduğuna göre, bu dik üçgenin hipotenüsünün uzunluğunu ifade eden sayıyı bularak, ne cins bir sayı olduğunu bulunuz.

Herakleitos

M.Ö.540 ile M.Ö.480 yılları arasında yaşamış olan Herakleitos, gerçeğin özünün sayılar değil, değişme süreci olduğunu ifade etmiştir. Her şey sürekli değişim içerisinde. Duyularımızla algıladığımız her şey algılama anında vardır. Bir ırmakta aynı suyla iki kez yüzümüzü yıkayamayız. Çünkü ikinci kez, ırmak aynı ırmak değildir. Her şey bir değişim içerisinde. Popüler bir siyaset adamımızın ifade ettiği gibi, “dün dündür, bugün bugündür”. Yani, dün bugünden farklıdır, öbür günde bugünden farklı olacaktır. Yine Herakleitos'a göre, nesneler arasında en acı ve esnek olanı ateştir. Ateş yok olurken hava, hava yok olurken su meydana gelir. Güneş, ölümsüz ve sürekli değişen bir ateş kaynağıdır. Evrende olan biteni soyut kavramlarla açıkladığı için, bu düşüncenin metafizik felsefeye dayandığı söylenmelidir.



Şekil 2.8: Herakleitos

Evrendeki düzensizlik, arkasındaki düzen ve uyumu gizlemektedir. Her nitelik, karşıtını da içerir. Bugün var olan şey yarın yok olmaya başlar. Gece ile gündüz, yaz ile kış, savaşla barış, tatlı ile acı, tokluk ile açlık bir bütünün karşıt görünümelerini oluştururlar. Yukarıda açıkladığımız düşünceler, diyalektik felsefe adı verilen bir düşünce biçimini tanımlamaktadır. Özet olarak, Herakleitos, her şeyin göreliliğini ve zamanla kaybolup gittiğini savunan bir düşünür olarak bilim tarihindeki yerini almıştır ve diyalektik felsefenin kurucusudur. Ayrıca, bu felsefe, Einstein'ın 1905'te ifade ettiği Özel Görelilik Kuramı'nda tanımlanan görelilik kavramı açısından da önemlidir.

Parmenides



Yaklaşık olarak M.Ö. 520 ile M.Ö. 460 yılları arasında yaşamıştır. Herakleitos'un tersine, hareket ve değişimin duyguların aldanmasından başka bir şey olmadığını ileri sürmüştür. Asıl gerçeğin “olma” adını verdiği, değişmeyen, bitmeyen ve hareketsizlik özelliklerini taşıyan soyut bir kavram olduğunu ifade etmiştir. İnsan aklının olma kavramının karşıtı olan “olmama”yı kavrayamadığını savunmuştur.

Parmenides'in ileri sürdüğü düşünceler metafizik felsefeyi kapsamaktadır. Çünkü evreni oluşturduğunu söylediği olma soyut bir kavramdır, yani maddesel bir kavram değildir.

Şekil 2.9: Parmenides

Philolaos

Pythagoras'çılar içinde en ilginç görüşe sahip olanı M.Ö. 470 ile M.Ö. 385 arasında yaşamış olan Philolaos'dur. Philolaos'a göre, diğer gezegenler gibi yerküre de bir yörünge etrafında dönmektedir. Bu evren modelinde, merkezde, yerküre değil, hareket etmeyen "merkezi bir ateş" in olduğu ve Yer, Ay, Güneş, o zamanlar bilinen beş gezegenin onun çevresindeki yörüngelerde döndükleri düşünülüyordu.

Pythagoras'çılar 10 sayısını kutsal kabul ederler ve bu sayı üzerine yemin ederlerdi. Merkezdeki ateş ve bunun yanısıra tanımlanan sekiz nesneyle birlikte dokuz ögeli bir model ortaya çıkıyordu. Evreni kutsal bir varlık olarak gördükleri için dokuzu, 10 sayısına tamamlayan bir öge daha olmalıydı. Onuncu öge, Philolaos tarafından "antikthon" yani Türkçe çevirisiyle "karşıt dünya" olarak tanımlandı. Karşıt dünya, merkezdeki ateşle yerküre arasındaki görünmeyen bir bölge olup, merkez etrafında yerle aynı hızda dönmekteydi. Yeryüzünün yaşanılan bölgesi, güneşe arkasını döndüğünde gece oluşuyordu. Bu evren modeli tam olarak doğru olmamasına karşın, M.Ö. 450'li yıllarda ifade edilmesi nedeniyle cesur bir adımdı ve de hem kendi çevresinde hem de merkezdeki ateş etrafında dönen bir yerküre kavramıyla, sonraki düşünürleri etkileyen bir düşünce olarak önem taşıyordu. Philolaos, Şekil 2.10'daki gibi çeşitli nefesli ve telli müzik aletlerinin geliştirilmesi üzerine çalışmalar yapmıştır. Aslında, Pythagoras'ın kendisi de titreşen bir telin verdiği sesin, telin uzunluğuyla değiştiğini bulmuştur.



Şekil 2.10: Pythagoras ve Philolaos'un Müzik Aleti Keşfetmeleriyle İlgili Olarak Tahta Üzerine Oluşturulmuş Resmi

Empedocles

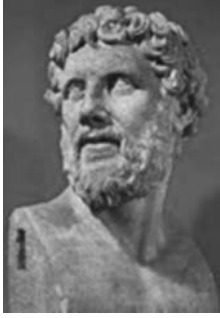
Materyalist ve rasyonalist görüşlerin etkisinde ortaya atılan tartışmalar, evrenle ilgili daha somut kavramları savunan düşünürlerin ortaya çıkmasında rol oynamıştır. M.Ö. 490 ile M.Ö. 435 yılları arasında, Sicilya'nın Agrigentum kentinde yaşamış olan düşünür ve bilim adamı olan Empedocles bunlara verilebilecek bir örnektir. Evrenin yapısını anlamaya çalışan Empedocles, herşeyin temelinde ateş, hava, su, toprak şeklinde dört öge bulunduğunu ve bunlar arasında sevgi (yakınlaştırmacı ya da çekici) ve nefret (uzaklaştırmacı ya da itici) etkileşmelerinin olduğuna inanmıştır. Bu dört ögenin sevgisel etkileşmesiyle evrende varolan bütün varlıkların meydana geldiğini ifade etmiştir. İnsandaki et, kan ve vücuttaki organlar sevgisel etkileşmenin ürünüdür. Bu dört elementin birleşim oranları insanın mizacını belirlerler. Hava ağırlıklı bir birleşim, havai bir mizaca, ateş ağırlıklı olduğu birleşim, ateşli bir mizaca yol açar. Yine bu düşünceye göre, gece itici, gündüz çekici etkileşmenin sonucudur.

Bilim tarihinde ilk su saati deneyi Empedocles tarafından gerçekleştirilmiştir. Su saati, altında ve üstünde bir delik bulunan kapalı bir kaptır. Su saatinin alttaki deliği kapatılarak üstteki deliğinden doldurulan su, alttaki delik açıldığında kaptan boşalırken, boşalan suyun miktarından yararlanılarak zaman tayini yapılabiliyordu. Bunun yanısıra, görme ve ışıkla ilgili deneyleri sonucunda, şu düşünceyi ifade etmiştir: Görme olayı, ışıklı cisimden çıkan şeylerle, gözden çıkan şeylerin birleşmesi sonucu gerçekleşmektedir. Güneşten çıkan ışık ışınları sonlu bir hızla hareket ederek, gözümüze ulaşmaktadır. Ay ışığını güneşten almaktadır. Hem güneş hem ay, yerküre etrafında dönmektedir. Güneş tutulması, ayın güneş ve dünya arasından geçmesiyle oluşur. Empedocles'e göre, evren yumurta biçiminde olup, gök kubbe ise, hareket ettiğinde dünyayı merkezinde tutan kristal bir küredir.



Şekil 2.11: Empedocles

ATOMSAL EVREN KURAMI



Şekil 2.12: Democritus

M.Ö.beşinci yüzyılda yaşamış olan Leucippus ile onun öğrencisi olan Trakya’lı Democritos (M.Ö.460-M.Ö.370)’a göre, evrende herşey, fiziksel olarak bölünemeyen atomlardan oluşmuştur. “Atom” Yunanca “bölünemeyen” anlamına gelen bir sözcüktür. Democritos’a göre, evren atomlarla dolu olan bölge ile bunun dışında kalan boşluktan oluşmuştur. Atomlar, aynı niteliklere sahip, ama biçim, ağırlık ve büyüklükleri farklı, yok edilemeyen sonsuz sayıdaki parçacıklardır. Atomlar boşluk içerisinde sürekli hareket ederek, rastlantı sonucu birleşmeler yaparak evrendeki nesneleri oluştururlar. Democritos, atomsal evren kuramının kurucusu olması nedeniyle, atom fiziğinin kurucusu olarak kabul edilir.

Democritos, ruhla madde arasında ayrım yapmaz. Ruhı oluşturan atomların diğerlerine göre daha küçük ve hafif, daha hareketli olduklarını tanımlar. Bu tür atomlar bir araya geldiklerinde ruhu, diğer deyişle aklı meydana getirirler. Ruhı oluşturan atomlar, evrenin her tarafına dağıldıkları için, evren canlı ve akıllıdır. Bütün bunlar evreni tanrının değil atomların yarattığı düşüncesini ortaya koymaktadır. Bu nedenle Democritos’un atomsal evren kuramı, evrendeki düzeni açıklamak için tanrı ve tanrısal yasa gibi kavramlardan yararlanmadığı için ateist (tanrı tanımaz)-materyalist görüş niteliği taşır.

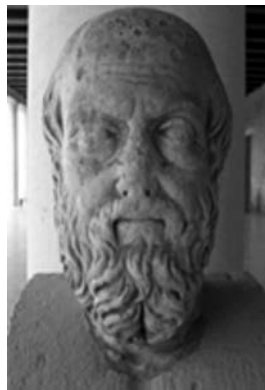
Bunların yanı sıra, Democritos, “Bir Daire veya Küreye Teğet Çizmek”, “Geometri Üzerine”, “Sayılar Üzerine”, “İrrasyonel Sayılar Üzerine” isimli matematik kitaplarını da kaleme almıştır. Bunlardan bilhassa “Geometri Üzerine” isimli kitabı, Helenistik dönem bilim adamlarından Euclides tarafından yazılmış “Elementler” isimli geometri kitabındaki bazı konularla paralellik taşımaktadır.



Empedocles ve Democritos’un düşünceleri arasındaki temel farklılıkları açıklayınız.

Heredotos

Bodrum yakınlarındaki Halikarnas’ta doğan ve M.Ö. 484 ile M.Ö. 425 yılları arasında yaşamış olan, ömrü boyunca yaptığı seyahatlarda gördüklerini ve duyduklarını Tarih isimli kitabında kaleme alan Heredotos, tarihçilerin babası kabul edilir. Kendinden önce yaşamış Musevi tarihçiler, olay kayıtçısı olarak nitelendirilebilirler. Oysa, Heredotos’un Tarih isimli eserinde, siyasi ve askeri olayların yanısıra, gezilen görülen yerlerin fiziki ve sosyal açıdan değerlendirmelerinin de bulunduğu görülebilir.

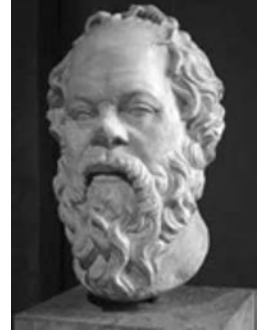


Şekil 2.13: Heredotos

Bu kitapta, Avrupa, Asya ve Afrika kıtalarında yapılan seyahatlarda derlenen bilgiler ile birlikte, Yunan ve Yakın Doğu ile ilgili kültürel izlenimler bulunmaktadır. Aynı kitapta, Mısırlılar, Pers imparatorluğu, Hindistan, Karadeniz’in kuzeyindeki İskitler hakkında ayrıntılı bilgiler verir. Matematiksel bilgisinin yetersizliğinden dolayı eserinde hiçbir haritaya yer vermemiştir. Bunun nedenini kendisi kitabında şöyle açıklamıştır: “Bazı kişilerin Yeryüzü’nün tam bir haritasını çizdiklerini görmem, beni çok güldürmüştür. Bu iş, rasyonel bir nedene dayanmamaktadır. Çünkü Okyanus’u, ancak bir pergelle çizilecek biçimde, yerin çevresinde akıyormuş gibi göstermişler ve Avrupa’yı Asya ile aynı büyüklükte çizmişlerdir.” Bunlardan dolayı, Heredotos’un bir coğrafyacı değil, yalnızca tarihçi olduğunu söylemek gerekir.

Socrates

Thales’le başlayarak, M.Ö. dörtyüzlü yıllara kadar süren materyalist görüşün ağır bastığı evrenin yapısını anlamaya yönelik çalışmalar dönemi, bu yüzyıl sonlarında doğa felsefesine tepki göstermeyle sona ermiştir. Bunu izleyen dönemde ana düşüncenin bakış açısı evrenden insana yönelme (evren→insan) şeklindedir. Yunanlıların bu yüzyıldaki sanat, edebiyat ve politika merkezi Atina olup, felsefe ve doğa bilimi adına hiçbir gelişme göze çarpmamaktadır. Atina’daki düşünürler, Yunanlı değildir. Demokrasinin beşiği olan Atina’daki yönetim, özgür düşünce ve tartışmaya elverişli olduğu için, Yunan kökenli olmayan birçok düşünür, matematikçi ve bilim adamı Atina’ya göç etmiştir. Bunların bir çoğu Pythagoras’çı düşünceyi benimsemişlerdi. Atina’ya göç eden düşünürlerin pekçoğu, zengin ailelerin çocuklarına ders vererek yaşamlarını sürdüren sofistlerdi. Bunların amaçları gerçeği aramak değil, tartışma sanatını öğrencilerine öğretmektir. Yani, sofistlerin, gerçek anlamda bilim ve felsefeye katkıları yoktu. Pythagoras’çılar, matematiği ampirik bir uğraş olmaktan çıkarak, mantıksal bir güç haline getirmişlerdi. Geometri, bir kafa eğitimi aracından başka bir şey değildi. Sofistler de ders verirken bu araçtan yararlanıyorlardı. Sofistlerin hedefi, gerçeği aramaktan çok, tartışmada galip gelmeyi öğretmektir. Çocuklarının ileride politikacı olmalarını hedefleyen üst düzey Atina’lı ailelerin sofistlerden öğretici olarak yararlanmalarının altında bu neden yatıyordu. İşte bu ilkesiz kitlenin karşısında yer alanların başında Socrates bulunuyordu.



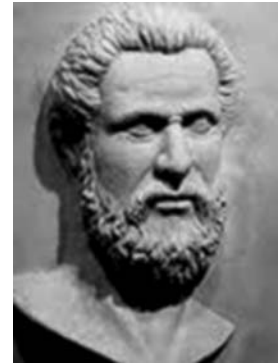
Şekil 2.14: Socrates
(Louvre Müzesi, Paris)

Socrates, M.Ö. 470 ile M.Ö. 399 yılları arasında yaşamış olup, Yunan düşünürlerinin belki de en tanınmış ve öğrencisi Platon’a göre, “en iyi, en akıllı ve en dürüst insan” olanıdır. Sofistlerin karşısına çıkan Socrates’in amacı “gerçeği aramak” olarak özetlenebilir. Bunun yanısıra hedefi, “doğayla değil insanla ilgilenmek”ti. Başlıca amacı ise “iyi, akıllı, adil insan yetiştirmek”ti. Yöntemi, öğrencilere yönelttiği sorularla onları düşünmeye sevk etmek ve doğruyu onların bizzat kendilerinin bulmasını sağlamaktı. Atina’nın en seçkin ailelerinin çocukları onunla tartışmak veya tartışmalarını izlemekten büyük keyif alırlardı.

Socrates’in düşünceleri ile doğa bilimleri arasında ilişki kurmak oldukça güçtür. Çünkü, onun çalışma alanını insan oluşturmuştur. Ahlak boyutunu gözardı etmeleri ve gerçeklerin aydınlatılmasıyla ilgilenmedikleri gerekçesiyle, doğa bilimlerine karşı olduğu söylenir. Socrates, yalnızca doğaya dönük olan felsefeden ziyade, tek ele aldığı konu, insan ve insan davranışı olan bir felsefenin geliştirilmesi konusunu savunmuştur. Bu düşüncelerinden dolayı eğitimciler, Socrates’i eğitim alanındaki çalışmaların babası olarak kabul ederler. Socrates’in alaycı bir kişiliğe sahip olması ve korkusuzca eleştirilerde bulunması, iyi niyetli olan kişiliğine karşın, birçok düşman sahibi olmasına yol açmıştır. Atina gençliğini kötü yola düşürmesi gibi birçok suçlamadan dolayı yargılanarak, ölüme mahkum edildi. Ölümünden sonra, özellikle öğrencilerinden Platon, onun düşüncelerini gelecek kuşaklara aktarmaya devam etmiştir. Öğrencileri onu bir eğitim şehiti olarak kutsallaştırmışlardır.

Hipocrates

M.Ö. 460 ile M.Ö. 370 yılları arasında yaşayan ve İstanköy adasında doğan Hipocrates, tıp alanındaki düşünceleriyle, M.S. 16. yüzyıla kadar insanlığa damgasını vurmuş olan bir bilim adamıdır. Klasik tıbbın ilk merkezi kabul edilen İstanköy ekolü’nün kurucularından olan Hipocrates’in ve meslektaşlarının birlikte kaleme aldığı altmış kadar metinden oluşan “Hipocrates Külliyyatı” o dönemi yansıtan önemli bir kaynaktır. Fakat hangi metinlerin Hipocrates tarafından yazıldığı konusunda net bir bilgi yoktur. Platon’a göre, Hipocrates “Bir insanın bedeni ve ruh yapısını bilmek istersek, önce doğayı bilmemiz gerekir” düşüncesini ileriye sürmüştür. Anatomiyle ilgili oldukça ilkel bilgilere sahip olan Hipocrates’in, kemikler hakkında doyurucu bilgisi olmasına karşın, iç organlarla ilgili bilgisi yoktu ve damarlar, sinirler, kaslar hakkındaki bilgisi ise oldukça yüzeyseldi. Bu nedenle, bu dönem içerisinde, çeşitli düşünceleri yansıtan teoriler üretmekten başka bir gelişmeden söz edilemez. Örneğin, Empedocles’in dört element kuramından esinlenerek oluşturulan, insan bedeninin “kan, balgam, kara safra, sarı safra” gibi dört sıvıdan meydana geldiği ve hastalık sırasında



Şekil 2.15: Hipocrates

bu sıvıların gözle görünür hale geldiği ifade ediliyordu. Soğuk algınlığında burundan bir sıvı akması bunun bir kanıtı kabul ediliyordu. İnsan vücudunu oluşturan bu dört ögenin farklı oranlardaki birleşimi, farklı karakterdeki insanların oluşumuna neden oluyordu.

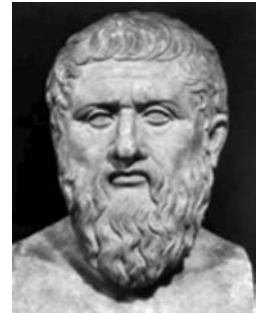
Hipocrates'in en ünlü eseri, Kutsal Hastalık'tır. Bugün sara veya epilepsi olarak bildiğimiz dengesizlik durumu, bu kitaba adını veren kutsal hastalıktır. Hipocrates'e göre, bu hastalık beyinden kaynaklanmaktadır ve beyinden gelen balgamın kandaki havanın hareketini engellediği için ortaya çıkmaktadır. Aslında, Hipocrates, eserinde, bu hastalığın halk arasında kutsal olarak nitelendirilmesine karşı çıkmaktadır. O zamanlar hastalıklar, doğal ve kutsal olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktaydı. Hipocrates bu konuda şunları ifade etmiştir: "Benim düşünceme göre, tanrısal ya da kutsal hastalık yoktur. Bir hastalığın tanrısal olarak nitelenmesi, insanın deneyimsiz ve özel karakterinden kaynaklanmaktadır. Eğer insanlar bilgi eksikliklerinden dolayı kutsal kaynağa inanmayı sürdürürlerse, onu anlama olanağından yoksun kalacaklardır. Kullandıkları sihir ve iyileştiriciden arınırlarsa, insanlar basit bir yöntemle bu hastalığın kutsallığını çürütülebilirler. Bu hastalığa kutsallık yakıştırması yapanlar, çok dindar ve çok bilgili olduklarını iddia edenler, yani zamanımız sihirbazları ya da sahte doktorlarıdır". Ateşli hastalıklarla ilgili düşüncelerini de şöyle ifade etmiştir: "Bazı ateşler, sürekli, bazıları gündüz yükselir, gece düşer ve bazıları da gece yükselir, gündüz düşer. Akut hastalıklarda, ateş çok şiddetli ve öldürücüdür. Gece ateşleri uzun sürer, ancak öldürücü değildir. Gündüz olanlar da, uzun sürer ve verem belirtileri ortaya çıkar."

Hekimin hastasına sıcak yaklaşımı çok önemlidir. Hipocrates'in bu konudaki öğütlerini aktaralım: "Hastanıza karşı katı olmamanızı öneririm. Önceki kazançlarını ve tatminkar durumunu düşünerek, bazan da karşılıksız hizmet ver. Parasal sıkıntısı olan kişiye hizmet verme durumu ortaya çıkmışsa, bu gibilere her türlü yardımı yap. İnsan sevgisinin bulunduğu yerde sanat aşkı da bulunur. Durumlarının öldürücü olduğunun bilincinde olan bazı hastalar, yalnızca hekimlerinin iyi tutumlarından dolayı iyileşmişlerdir. Hastayı iyileştirmek ya da şifa bulmuş olanın kendisini iyi hissetmesini sağlamak için gözetim altında bulundurmamak yerinde olacaktır" Yine Hipocrates'e göre, ruh ve beden çok sıkı bir ilişki içindedir, bunlardan biri göz ardı edilerek diğeri iyileştirilemez. Hipocrates'le ilgili değindiğimiz bilgileri, yine onun adıyla anılan, Tıp Fakültesi'ni bitiren öğrencilerin ettiği meşhur Hipocrates yeminin bugünkü koşullara göre düzenlenmiş şekli ile sonlandıralım:

"Tıp fakültesinden aldığım bu diplomanın bana kazandırdığı statü, hak ve yetkileri kötüye kullanmayacağıma, hayatımı insanlık hizmetlerine adanacağıma, hastalarımı memnun edeceğime, insan hayatına mutlak surette saygı göstereceğime, mesleğim dolayısıyla öğrendiğim küçük sırları saklayacağıma, hocalarıma ve meslektaşlarıma saygı ve sevgi göstereceğime dil, din, milliyet, cinsiyet, takım, ırk ve parti farklarının görevimle vicdanım arasına girmesine izin vermeyeceğime, mesleğimi dürüstlük ve onurla yapacağıma namusum ve şerefim üzerine yemin ederim."

Platon

M.Ö.428 ile M.Ö. 347 yılları arasında yaşamış, soylu bir Atina'lı aileye mensup olan Platon (Eflatun), 20 yaşından itibaren, M.Ö.399'da Socrates'in idam edilmesine kadar, öğrencisi olmuştur. Hocasının ölümünden sonra, Atina'yı terkederek, önce Mısır'a, oradan Pytagoras'çılarının etkili olduğu Sicilya ve Güney İtalya'ya gitmiştir. Kırk yaşlarındayken Atina'ya dönerek, meşhur Truva'lı Güzel Helen'i geri getirmek için yardım eden kahraman Akademos'tan esinlenerek, Akademia adını verdiği bir eğitim kurumunu M.Ö.387'de açtı. Akademia M.S.529'da Bizans İmparatoru Justinyen'in emriyle, pagan yani putperest yetiştiren bir kurum olduğu gerekçesiyle kapatılıncaya kadar hizmet etmiştir. Akademia'nın kapısında "Geometri bilmeyen giremez" yazılıydı. Bu cümle Platon'un geometriye olan tutkusunu ve verdiği önemi yansıtmaktadır. Platon'un amacı, öğrencilerine öğrenme aşkını aşılayarak, onları bir düşünür ve hocası Socrates'in tanımladığı özelliklere sahip yönetici yetiştirmektir. Hocası Socrates'in yöntemiyle ders verilen Akademia'nın her yaştan öğrencisi vardı.



Şekil 2.16: Platon

Platon'un bilime katkısı yalnızca yöntem açısından olmuştur. Doğru kabul edilen birkaç önermeden yola çıkarak, geriye kalan tüm önermeleri mantıksal olarak çıkarmayı hedefleyen tümdengelimsel yöntemi geliştirmiştir. Ona göre bilim, yalnızca Matematik ve de özellikle Geometri'dir. Geometri'ye olan tutkusu şu iki görüşe karşı tepkisinden ileri geliyordu:

- i. Herşey bir akış içinde, değişim içindedir. Kalıcı bir şey yoktur. (Herakleitos'un diyalektik düşüncesi)
- ii. Her türlü değer görelidir. (Sofistlerin görüşü)

Bu görüşler doğru iseler, bilim yapmak ve doğru bilgiye ulaşmak olanaksızdır. Öyleyse, iyi ile kötü, doğru ile yanlış arasında bir fark yoktur. Bu durumda insan çelişkiler içerisinde, hiçliğe gömülecektir. Platon'a göre bu görüşler yanlıştır. Bu çelişkilerden kurtulmak için sarsılmaz bir bilim vardır: Matematik. Bu iki görüşe karşı koyabilmek ve yanlış olduklarını ispatlamak için, ideal olan, örneğin zaman, mekan ve insana göre değişmeyen matematiği ve onun üzerine kurulduğu önermeler olan aksiyomları keşfettiği zaman, kendi kurduğu felsefe sisteminin ne kadar mükemmel olduğunun farkına varmıştır. Platon'a göre, akıp giden yani değişen değil, kalıcı olan temeldir. Matematik ve geometri, bu amaca hizmet etmektedir. Doğru, üçgen, daire ve küre, ideal şekillerdir. Bu kavramlar akılla kavranabilir türdendir. Çünkü bu kavramların özellikleri değişmez. Geometri ise yalnızca akıl yürütmeye dayanan bir bilimdir.

Platon'a göre evren küreseldir ve merkezinde, küresel ve hareketsiz olan yer bulunur. Yer, merkezinden geçen eksen etrafında 24 saatte bir dönüş yapar. Ona göre, insanlar tarafından duyulamayan bir evren müziği vardır. Bu müzik, gezegenlerin farklı aralıklarda ve biçimlerde dolanmalarından kaynaklanmaktadır. Bu görüş, Platon'u uyumlu bir evren anlayışına götürecektir ve sonuçta matematik, müzik ve astronomi arasındaki uyumun farkına varıracaktır.

Platon'un siyasetle ilgili düşünceleri, "Cumhuriyet", "Devlet Adamı" ve "Kanunlar" isimli üç kitabında yer almaktadır. Bu kitaplarında Platon, seçkin bir toplum yanında, nüfusun beşte birini oluşturan "yöneticiler ve muhafızlar" grubunun, nüfusun beşte dördünü yönetmesini önermektedir. Son olarak, bu yapıtlarında ifade ettiklerinden kesitler sunarak, sözü Platon'a bırakalım:

"İnsanların doğruyla eğriyi kendi kendilerine ayıramayıp, mahkeme ve yargıca başvurmaları, adaleti başkalarından beklemleri çirkin bir şey değil midir?", "Zenginlik ve fakirlik, iyi insanları bozar ve işe yaramaz hale getirir; kısacası, bunlar devlete sokulmaması gereken iki büyük düşmandır. Biri insanı sefahata ve tembelliğe sürükler, diğeri ise bayağılaştırır ve aşağılaştırır", "Başa geçen kimselerin, bir topluma baş olamaktan daha üstün niteliklere sahip olmaları gerekir. Mesela zengin olmalıdırlar, ama istenen zenginlik, altın zenginliği değil, akıl ve erdem zenginliğidir. Kendi çıkarlarına düşkün, açgözlü kişiler başa geçer ve başta bulunmayı keselerini doldurmak için iyi bir fırsat olarak sayarlarsa, orada düzen diye bir şey kalmaz. Çünkü, herkes, başa geçmek için birbirini ezer ve bu iç kavgada, hem kendilerinin ve hem de devletin başını yerler.", "Yönetici olacak bir kişinin, öncelikle filozof olması gerekir, çünkü, filozoflar idealler alemine yükselmişler ve orada doğrunun ve iyinin gerçek örneklerini görmüşlerdir. Böylece devletin başında olanlar, gölgeler için çarpışmayacaklar, başa geçmek büyük ayrıcalıklı gibi kim başa geçecek diye birbirlerini yemiyeceklerdir. En çok istenen şey, bir devlette başa geçmeyi en az isteyenlerin başa geçmesidir. Bunun karşısı olan durumlarda, devlette ne bir dirlik ne de bir düzen kalır.", "Geometri, her zaman için varolanı bilmeye yarar, doğup öleni bilmeye değil. Ruhumuzu gerçeğin özüne yükseltmeye, bizlerde bilim sevgisini doğurmaya yarar. Üstelik öteki bilimleri daha iyi anlamamıza yardımcı olur. Bu bakımdan, geometri bilenle bilmeyen arasında büyük bir uçurum vardır."



Platon'un bilime olan en önemli katkısı nedir? Yazınız ve açıklayınız.

Eudoxus

Platon'un doğa felsefesi, mistik ve matematiksel olup, astronomiyi matematiğin uzantısı olarak görüyordu. Platon, yıldızları gözlemek yerine problem çözme yöntemini kullanmayı öğrencilerine öneriyordu. Bazı öğrenciler ise, hocalarının tersine, bu yöntemi benimsemeyerek, yıldızları gözlemeye devam ettiler. Bunlardan biri olan Eudoxus, M.Ö. 409 ile M.Ö. 356 yılları arasında yaşamış ve Datça'da doğmuştur. Astronominin bilimsel teorisini Eudoxus kurmuştur. Ölçmeye dayanan astronomi ve

kozmozolojiyi (evrenbilim) birleştirmek suretiyle, gözleme dayanarak evrenin düzenini belirtmeye çalışan bir teorisyendi. Babilliler, gök cisimlerinin karmaşık hareketlerini, basit periyodik hareketlere indirgeme yöntemini geliştirmişlerdi. Eudoxus ise, ya bunu bilmeden, ya da bilerek Babillilerin düşüncesini savunmuştur. Eudoxus, bu yöntemi aritmetikten çok, geometriyi kullanarak geliştirmiştir.

Her basit periyodik (kendini tekrarlayabilir) hareket, çember ya da küre üzerinde meydana gelmektedir. Eudoxus'un modelinde, bir küre, bir gök cisminin gökyüzündeki günlük hareketini gösterir. Bunun yanısıra, başka küreler üzerinde de aylık, yıllık dönüşler yapılmaktadır. Bu çember ya da küreler, eşmerkezlidir ve merkezde yerküre vardır. Ay, güneş ve gezegenlerin herbiri bir küre tarafından taşınıyordu. Kürelerin merkezleri ortak fakat yarıçapları farklıdır. Fiziksel olarak görünmeyen küreler, matematiksel olarak bir anlam taşıyorlardı. Bu özellikleri taşıyan yirmiyedi kürenin olduğu varsayılmıştı. Bunların birinde basit yıldızlar, üçünde ay, üçünde güneş, o zamanlar bilinen beş gezegenin her birine dörder tane olmak üzere toplam yirmi yedi küre tanımlanmıştı. Gözlemler yapıldıkça küre sayısı da giderek artacaktı. Önceleri 34 e çıktıktan sonra, Aristoteles'in gözlemleri sonucu küre sayısı 56 oldu.

Eudoxus'un yermerkezli evren teorisine göre, gök cisimleri dünyadan eşit uzaklıkta hareket etmektedir. Bundan dolayı, bir gök cismi dünyadan eşit parlaklık ve büyüklükte gözlenmelidir. İlk yapılan gözlemlerde Venüs ve Mars'ın parlaklık ve büyüklüklerinin farklı oldukları farkedildi. Parlaklık ve büyüklük değişmesi, dünyaya uzaklıkların değişmesinden kaynaklanmaktadır. Bunun yanısıra, güneş tutulmaları bazan halkalı bazan da tam tutulma oluyordu. Güneş ve ayın dünyaya olan uzaklıklarının değişmesinin sonucudur. O halde, yermerkezli evren modeli yetersizdi. Bu sistemin başarısızlığı, temelindeki önyargıdan ileri gelmektedir. Gök cisimlerini taşıyan küreler, ortak merkezleri olan dünyanın çevresinde aynı hızla dönmektedir. İşte, bu önyargı yüzyıllar boyu sürecektir. Copernicus'un güneş merkezli evren modelinde bile küreler ve çember şeklinde gezegen yörüngeler kullanılmıştır.

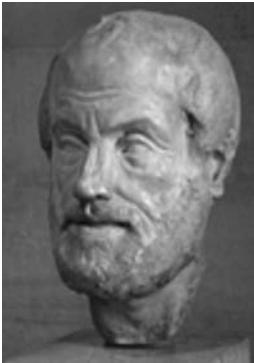
Astronomideki çalışmalarının yanısıra, Eudoxus, döneminin önde gelen matematikçilerinden biridir. Dairelerin alanlarının çaplarının karesiyle orantılı olduğunu göstermiştir. Piramitlerin ve konilerin hacimlerinin, bunlarla eşit tabanlı ve eşit yükseklikli prizmaların hacimlerinin üçtebirine eşit olduğunu da kanıtlamıştır. Bu çalışmasını, eğrilerle sınırlandırılmış geometric şekillerin alanları ve hacimlerinin bulunmasına da genişletmiştir.



Eudoxus'un yer kürenin etrafındaki eş merkezli küreler modelinde, aynı gezegene ait birden çok hareket ettiği küre tanımlanmaktadır. Böyle bir model sizce doğru mudur? Doğru ya da yanlışlığını açıklayınız.

Aristoteles

Platon'un, doğa felsefesine olan tepkiyi ve Pythagoras geleneğine özgü mistisizmi temsil ederek, bilimin gelişmesini yavaşlattığına değinmiştik. Burada değineceğimiz, Aristoteles ise hem Platon'a hem de atomsal evren kuramına olan tepkiyi temsil edecektir. Dünyayı anlamada duylara önem vererek, Platon'a, olguları nicel ve ölçülebilir açıdan inceleyerek, atomculara karşı çıkmıştır. Platon'a karşı çıkarak olumlu, atomculara karşı çıkarak olumsuz yönde bilimin gelişmesini etkilemiştir.



şekil 2.17: Aristoteles
(Louvre müzesi-Paris)

M.Ö. 384 ile M.Ö. 322 yılları arasında yaşamış olan Aristoteles (kısaca Aristo okunur), Platon'un öğrencisidir. Platon ölünceye kadar Akademia'ya devam etmiş, daha sonra Atina'dan ayrılarak Ege kıyılarındaki bir kıyı kenti olan Assos'a yerleşerek buradaki Akademia'nın şubesinde öğretmen olarak görev aldı. Bu sıralarda Makedonya kralı II. Philip oğlu İşkender için öğretmen arıyordu. Bu görev Aristoteles'e önerildi ve o da görevi kabul etti. M.Ö. 343 ile M.Ö. 340 yılları arasında İşkender'in öğretmenliğini yaptı. M.Ö. 336'da Kral II. Philip süikast sonucu ölünce yerine geçen İşkender, Aristoteles'i danışmanlığına getirdi. Bu görevi bir süre sonra bırakarak Atina'ya gitti ve orada İşkender'in yardımıyla Lyceum (Lise) isimli bir okul kurdu. Bir orta öğretim kurumu olan lise adı buradan gelmektedir. M.Ö. 323'de İşkender ölünce, çıkan karışıklıklardan rahatsızlık duyarak, Chalcis adasına kaçtı ve yakalandığı bir hastalık sonucu M.Ö. 322'de öldü.

Akademia ve Lyceum, aslında felsefe eğitimi veren okullardı. Bunlardan Akademia, metafizik öğreten ve ahlak, siyaset öğretilen bir okulken, Lyceum ise mantık ve bilimle ilgili araştırmaların yapıldığı bir okuldu, fakat Lyceum, Akademia kadar uzun ömürlü olmamıştır.

Aristoteles, klasik mantığın kurucusudur. Klasik mantıkta yapılan çıkarım işlemine bir örnek verelim: **(Bütün insanlar ölümlüdür. → Ali bir insandır. → O halde Ali ölümlüdür)**. Bu çıkarımda birinci (tümel) önermeden, üçüncü (tekil) önermeye ulaşmak için bir işlem yapılmaktadır. İkinci (orta) önermede ise tümelden tekile gitmek için verilen bir neden söz konusudur. Klasik mantıkta bu çıkarım işleminden başka işlemlerde bulunmaktadır. M.S.17. yüzyılda modern mantık kuruluncaya kadar Aristoteles tarafından kurulmuş olan klasik mantık geçerliliğini sürdürmüştür.

Aristoteles, yaşamı süresince, astronomi, fizik ve biyoloji ile ilgilenmiştir. Bu alanlardaki çalışmaları ve yazdığı kitaplar, Galilei Galileo'ya kadar olan yaklaşık ikibin yıllık süre içerisinde insanlığa ışık tutmuştur. Bu nedenle Aristoteles, bilim ve teknoloji tarihinin önemli bir kilometre taşı olmuştur.

Aristoteles'e göre, evren bir küre biçimindedir. Kürenin merkezinde yer küre bulunur. Bütün gezegenler, hareketsiz duran yerin etrafında dolanırlar. Evren ayüstü ve ayaltı olarak iki bölgeye ayrılır. Ayüstü evren ve dolayısıyla burada bulunan bütün gök cisimleri ether'den oluşmuştur. Ether (esir), gözle görülmeyen ve kütlesi farkedilemeyen ve de boşluğu dolduran bir maddesel varlıktır. Ayüstü evrende hiçbir değişim yoktur ve mükemmel bir evrendir. Ayaltı evren ise, her türlü değişimin olduğu ve mükemmel olmayan bir evrendir. Merkezden dışarıya doğru ağırlıklarına göre sıralanan dört temel öge, toprak, su, hava, ateş bulunur. Bu ögelerin sırasıyla kuru, yaş, soğuk, sıcak niteliklerini simgeledikleri söylenmiştir.

Yapıları farklı iki evrende, farklı fizik yasaları geçerlidir. Ayüstü evrendeki gök cisimleri, eş merkezli kürelere yapışık olarak dairesel hareketler yaparlarken, ayaltı evrende farklı hareketler meydana gelir. Bunlar “doğal hareketler” ve “zorunlu hareketler” şeklinde iki sınıfa ayrılırlar. “Zorunlu hareket”, evrendeki bir nesnenin, örneğin bir taşın, bir dış kuvvet uygulanarak, doğal halde bulunduğu yerden, yani merkezden uzaklaştırılması sonucu oluşturulur. Kuvvet ortadan kalkarsa, zorunlu hareket de ortadan kalkar. Nesne doğal olarak bulunduğu yere doğru, yani merkeze doğru düşer. İşte, nesnelerin doğal yerlerine dönmek için yaptıkları harekete “doğal hareket” denir. Doğal hareketler ağırlığın etkisiyle meydana gelir. Zorunlu hareketler ikiye ayrılır: (i) Kuvvetin nesne üzerine sürekli olarak etki ettiği hareketler (sürekli zorunlu hareketler), (ii) İlk hareket verildiğinde bir kuvvetin etki edip, sonra uygulanmazsa, bu şekilde hareket kendi kendine sürerse meydana gelen hareketler (sürekli zorunlu hareketler). Aristoteles'e göre, kuvvet uygulanmazsa, hareket olmaz. Fakat, gözlemlere göre, kuvvet ortadan kalkınca, duruncaya kadar bir süre hareket devam eder. Örneğin, havaya doğru, düşey doğrultuda fırlatılan taş, fırlatılırken uygulanan kuvvet ortadan kalktığında, yükselmeye devam eder. Bu durum Aristoteles'e sorulduğunda nasıl açıklamış olabilir? Aristoteles'e göre, hareketi oluşturan kuvvet, havaya geçer ve hava nesneyi yukarı doğru itmeye devam eder. Aristoteles'in kuvvetle ilgili bir düşüncesi vardır: Kuvvet ne kadar çoksa, hızda o kadar fazladır. Buna göre $Hız = \frac{kuvvet}{direnc}$ denklemi geçerlidir. Bu düşünceler, çok az değişerek, ikibin yıla yakın bir süre geçerliliğini korumuştur.



Aristoteles'in hız ve kuvvet arasında önerdiği ilişki ile hareket-kuvvet ilişkisi gerçekten açıklanabilmekte midir? Bir örnek yardımıyla düşüncenizi açıklayınız?

Aristoteles'e göre, canlı doğanın parçasıdır. Dört öğeden oluşmuştur: Kan, balgam, kara safra, sarı safra. Bunların birleşim oranları, canlının özelliklerini oluşturur. Canlıyı cansızdan ayıran en önemli fark, ruhu olmasıdır. Aristoteles, çok iyi bir gözlemci ve iyi bir sistematikçidir. Hayvanların sınıflandırılması, kendinden sonraki çalışmaların temelini oluşturmuştur. Evrime inanmaz. Canlının cansızdan meydana geldiğini, yani kendiliğinden üremeyi savunur. Fakat bu tür kendiliğinden üreme, basit hayvanlarda vardır. Örneğin, ette kendiliğinden üreyen kurtçuklar, çamurlu su birikintisinde kendiliğinden üreyen kurbağa larvaları ve sivrisinekler gibi. Bu düşünceye ikibin yıldan uzunca bir süre inanılmıştır. Pasteur, canlıların yine canlılardan ürediğini göstermiştir.

Aristoteles'in gözleme dayanarak yaptığı açıklamaların bazıları bugün de kabul edilmektedir: Örneğin, köpek balıkları, yavrularını olgunlaşana kadar karınlarında taşırlar. Somon balıkları ise, üreme mevsiminde, batıya göç ederler ve yumurtlarlar.

HELENİSTİK ÇAĞ VE İSKENDERİYE’NİN KURULUŞU

Helen birliğini kuran ve yaşatan Makedonya kralı II.Philip suikast sonucu öldürülünce, yerine oğlu Büyük İskender tahta geçti. M.Ö. 334 ile M.Ö. 323 yılları arasındaki dönemde, Avrupa’dan Hindistan’a kadar bir imparatorluk kurdu. Büyük İskender, askeri başarılarının yanısıra kültürel açıdan da kendi kültürü ile, topraklarına kattığı ülkelerin kültürleri arasında bir değiş tokuşu da gerçekleştirmiştir. Bunun oluşması için sözkonusu ülkelerde kalan askerleriyle, işgal ettiği ülkelerin kadınları arasındaki evlilikleri teşvik etmiştir. Böylece Yunan kültürü, Avrupa’dan Uzak Doğu ülkelerine kadar yaygınlaşmıştır. İskender’in ölümünden sonra, Roma imparatorluğu’nun yayılmasına kadar olan dönemde Helen özelliği yitirildiği için, bu yeni uygarlık “Helenistik Çağ” adını almıştır. İskender’in ölümünden sonra, imparatorluk, İskender’in generalleri ve mirasçıları tarafından üçe bölünmüştür: Yunanistan ve Makedonya, Antigonos ve sülalesine düşerken, Pers ve Babil bölgesi Selefkoslar’a, Mısır ise Ptolemeus sülalesine düşmüştür. Mısır valisi olan Ptolemeus Soter, Mısır’da Ptolemeus krallığını kurmuştur. Bu dersin kapsamı içerisinde, ele alacağımız sonuncu bölge olacaktır. Helenistik uygarlığını, Ptolemeus krallığı geliştirecektir. Ptolemeus krallığının başkenti olan İskenderiye, Helenistik çağın da başkenti olacaktır.

İskenderiye’deki Bilimsel Kurumlar

İskender’in kendisinin kurduğu ya da onun anısına kurulmuş, onun adını taşıyan onsekiz şehir bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi olan ve dünyanın en çok bilinen kentlerinden birisi olan İskenderiye, M.Ö. 331’de Nil’in deltası üzerine kurulmuştur. İskender’in adını taşıyan kentlerden birisi de Antakya ilimizin ilçelerinden birisi olan İskenderun’dur. İskenderiye’nin İskender’in kendisi tarafından inşa edildiği söylenirse de, kent İskender’in emriyle, Ptolemy Soter tarafından kurulmuştur. İskenderiye başlangıçta çok küçük bir şehir olduğu için yeniden inşa edilmesine karar verilmiş ve inşaat sürerken, Ptolemeus krallığının başkenti Memphis olmuştur. İskender öldükten sonra cenazesinin İskenderiye’de Sema tapınağına defnedildiği söylenir. Bu anıt mezarın bugün nerede olduğu bilinmemektedir. Yunan kentleri, mükemmel bir şehircilik mimarisine göre inşa edilirdi. İskenderiye, kenti Rodos’lu mimar Deinocrates tarafından inşa edilmiştir. Şehirde, doğudan batıya ve kuzeyden güneye birbirini dik olarak kesen ve kesişme yerinde şehrin merkezinin yer aldığı iki bulvar bulunuyordu. Sema tapınağı, müze, kütüphane ve imparatorluk sarayı gibi önemli yapılar şehir merkezinde idi. İskenderiye’deki önemli yapılardan biri de II. Ptolemaios’un Knidos’lu mimar Sostratos’a, liman yakınındaki Pharos adasına yaptırdığı ve İskenderiye’nin zenginliğini sembolize eden İskenderiye feneridir. Bu fener dünyanın yedi harikasından biri olarak kabul edilmiştir. Ardarda gelen depremler sonucu ondördüncü yüzyılda yıkılan bu fenerin kalıntılarından yararlanılarak yeniden inşa edilmesi konusundaki Unesco projesi sürmektedir.

İskenderiye’deki bilimsel kurum niteliğindeki iki önemli yapı müze ve kütüphanedir. Ptolemeus ailesi, krallığın tarım ve ticaretin yanı sıra Helen kültürünün bu topraklarda sürmesi düşüncelerini gerçekleştirmek istiyorlardı. Bu nedenle, Tanrı Zeus’un, edebiyat, tarih ve astronomiyi sembolize eden kızları olan Musae’ler için bir tapınak inşa edildi. Sonraları, çeşitli bilimsel araştırmaların yürütüldüğü bir bilim kurumuna dönüşen bu kurum, bugün müze olarak adlandırılan kurumların atası olarak tarihe geçti. Bu kurum, astronomi gözlemlerinin yapıldığı bir oda ile biyoloji araştırmalarının yapıldığı bir herbaryum (botanik bahçesi) ve bir faunayı (hayvanat bahçesi) bünyesinde barındırıyordu. Dönemin bir çok önemli bilim adamları Müze’de çalışmışlardır. M.S. beşinci yüzyıla kadar varlığını sürdüren bu kurum, ilk bilim şehiti olan bayan matematikçi olan Hypatia’nın öldürülmesini izleyen yıllarda kapanmıştır.

Bilimsel araştırmaların yapıldığı müzenin yanısıra, bir kütüphanene de kurulmalıydı. Papirus yazma tomarlarının raflara yerleştirilmesi ile oluşturulan kütüphane müdürlüklerine o zamanın meşhur bilim adamları olan Aristarkos ve Eratostenes’de getirilmişlerdi. 400.000 den fazla tomarın bulunduğu bu kütüphanedeki tomarların oluşumunda, İskenderiye limanına gelen yolcu ya da yük gemilerine geçici olarak el koyarak buradaki tomarların, katipler tarafından kopyalaması yolu izlenmişti. M.Ö. 48 yılında Roma imparatoru Julius Sezar tarafından, kütüphane yakınında bulunan Mısır donanması yok edilirken, kütüphanenin de büyük ölçüde zarar gördüğü söylenir.

Şimdi Helenistik çağda yaşamış önemli bilim insanlarından birkaçını tanıyalım.

Euclides

Euclides'in (Öklid), yaklaşık olarak M.Ö. 325 ile M.Ö. 265 yılları arasında yaşadığı ve Lübnan'ın Sur kentinde doğduğu bilinmektedir. İskenderiye'deki müzede büyük bir matematik okulu kurmuş ve asıl ününü 40 yaşında kaleme aldığı Stoikheia (Elementler) isimli geometri kitabını yazmakla kazanmıştır. Bu kitap, Yunan Geometrisi'nin, düzenli bir sentezi olup, yakın zamana kadar, birçok ülkedeki geometri eğitiminin temelini oluşturmuştur. Aksiyom, postüla, teorem ve ispatlara dayalı çalışma yöntemine dayalı olan bu kitabın, Batı düşüncesi üzerinde, İncil dışında kalan tüm kitaplardan daha etkili olduğu söylenmektedir.

Gençliğinde Atina'daki Platon'un ünlü Akademia'sına devam ederken, Euclides, astronomi, matematik alanlarına ilgi duymuştur. Yunanlıların bilime bakışının "bilim bilim yapmak için önemlidir" olduğunu yansıtan, Euclides'e ait bir anekdot şöyledir: Birgün bir geometri dersi alan bir öğrencisi Euclides'e "bu konuları öğrenince ne kazanacağını" sormuş. Euclides de cebinden bir miktar para çıkartarak, çocuğa uzatmış ve "sana bu parayı vermemin nedeni, öğrendiğin şeylerden bir şeyler kazanacağını ummandır" demiş.



Şekil 2.18: Euclides (Oxford Üniversitesi Doğa Tarihi Müzesi)

Euclides'in Elementler (Stoikheia) isimli eseri onüç ciltten oluşuyordu:

- i. Benzerlik (üçgenlerde benzerlik, pergel-cetvelle çizilen geometrik şekiller, üçgende açılar ve kenarlarla ilgili eşitsizlikler), paralel doğruların özellikleri ve paralelkenarlar, Pythagoras teoremi.
- ii. Geometrik cebir, alanlar.
- iii. Daire ve açı ölçümleri.
- iv. Dairenin içine ve dışına çokgen çizimleri.
- v. Geometrik olarak incelenen orantı, kesirli cebirsel denklemlerin geometrik çözümü.
- vi. Çokgenlerde benzerlik.
- vii. ve ix. Aritmetik.
- viii. x. Orantısızlık.
- ix. xi. xii. ve xiii. Uzak geometri (üç boyutlu cisimler).

Elementler kitabının giriş bölümünde, aksiyomlar (Doğruluğu apaçık kabul edilen fakat ispatlanmasına gerek duyulmayan temel önermeler olup, bütün bilimler için geçerlidirler.), postülalar (Doğruluğuna apaçık şekilde ve ispata gerek duyulmadan inanılan temel önermeler olup, belli bir bilim dalına ilişkindirler), çeşitli tanımlar verilmiştir, diğer bölümlerde ise yukarıda konuları sıralanan teoremler ve bunların verilen aksiyom ve postülalara dayanarak ispatları bulunmaktadır. Kitabın baş tarafında nokta, çizgi, yüzey, açı gibi geometrik kavramlar tanımlanmıştır. Tanımlara birkaç örnek vererek: nokta (parçası olmayan), doğru (genişliksiz uzunluk).

Elementler kitabında, tanımlardan sonra, beş aksiyom sıralanır:

1. Aynı şeye eşit olan şeyler birbirine eşittir.
2. Eşit miktarlara eşit nicelikler eklenirse, elde edilenler de eşit olur.
3. Eşit miktarlardan eşit nicelikler çıkartılırsa, elde edilenler eşit olur.
4. Birbirine çakışan şeyler birbirine eşittir.
5. Bütün parçalarından büyüktür.

Bunların yanısıra geometriye ait beş tane de postula bulunur:

1. İki noktayı birleştiren en kısa yol, doğrudur.
2. Doğru, doğru olarak sonsuza kadar uzatılabilir.
3. Bir noktaya eşit uzaklıkta bulunan noktaların geometrik yeri, bu noktayı merkez kabul eden bir çemberdir.
4. Bütün dik açılar birbirine eşittir.
5. İki doğru, bir üçüncü doğru tarafından kesilirse, içte meydana gelen açılarının toplamının 180° den küçük olduğu tarafta doğrular, birbirlerini keserler.

Bu önermelerden sonra, Euclides'in uzayla ilgili üç özelliğinin de olduğu ortaya çıkmaktadır:

1. Uzay üç boyutludur.
2. Uzay sonsuzdur.
3. Uzay homojendir.

Euclides'in beşinci postulası olarak bilinen “paralellik postülası” matematikçiler tarafından apaçık şekilde kabul edilmeyerek, teorem gibi de ispatlanmıştır: M.S. birinci yüzyıla kadar, postulanın ispatı veya basit bir postulayla yerdeğiştirmesi için çaba sarfedilmiştir. Bunlardan bir kaç bilinen postulalar şunlardır:

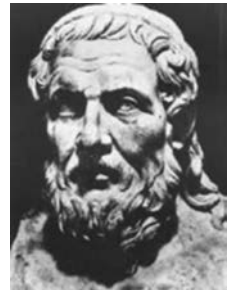
1. Üçgenin iç açıları toplamı 180° dir.
2. Bir doğruya dışındaki noktadan bir tek paralel çizilebilir.

Elementler isimli eserde sözü edilen geometri, bir düzlem üzerinde geçerli olup, bu geometriye “düzlem geometri” ya da “Euclides geometrisi” adı verilmiştir. 19. Yüzyılda ise diğer postulalar üzerine kurulan başka geometriler de ortaya atılmıştır. Bu geometrilerin genelleştirilmiş adı, “eucliden olmayan geometriler” dir. Örneğin Nicolai Lobatchevski (1792-1856) tarafından kurulan ve Bernard Riemann (1826-1866) tarafından geliştirilen küre yüzeyleri üzerinde tanımlanan geometriye “küresel geometri” adı verilmiştir. Küresel geometride ele alınan küresel bir yüzeyde, bir noktadan dışındaki bir doğruya paralel çizilemez.

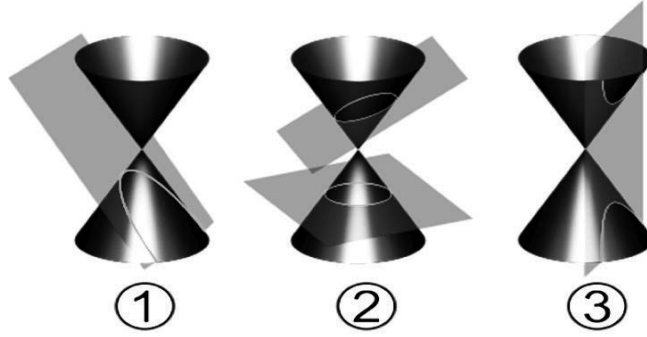
Pergeli Appolonius

Appolonius, Antalya yakınındaki Perge şehrinde doğmuş ve M.Ö. 262 ile M.Ö. 200 yılları arasında yaşamıştır. İskenderiye'deki matematik okulunda yetiştikten sonra, tekrar Perge'ye dönerek, “Konikler Hakkında” isimli geometri kitabını kaleme aldığı için “Büyük Geometrici” ünvanıyla anılmıştır. Konikler Hakkında isimli kitabında bahsettiği konikler, Şekil 2.20'deki gibi bir koninin çeşitli düzlemlerle yapmış olduğu arakesit eğrileridir. Şekil 2.20'deki 3 numaralı arakesitte, konilerin tepe noktalarını taban merkezine birleştiren doğruya paralel olan düzlemin, koninin yanal yüzeylerle yaptığı kesişme sonucu elde edilen eğri, hiperbol adını alır.

Şekil 2.20'deki 1 numaralı arakesitte, konilerin eksenine paralel olmayan düzlemin koni yüzeyi ile kesişmesi sonucu elde edilen eğri, parabol adını alır. Şekil 2.20'deki 2 numaralı eğriler ise çember ve elips adını alırlar. Konikler Hakkında isimli kitap sekiz bölümden oluşmuştur: Birinci bölümde, koniklerin elde edilmesi hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde, asimptotlar, eksenler ve çaplar üzerinde durulmuştur. Üçüncü bölümde, elips ve hiperbolün odakları ele alınmıştır. Dördüncü bölümde, koniklerin birbirleriyle dörtten fazla noktada kesişemeyecekleri gösterilmiştir.



Şekil 2.19: Appolonius



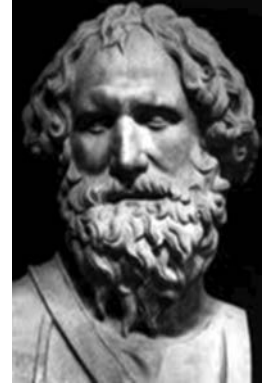
Şekil 2.20: Appolonius'un konikleri (1) Parabol, (2) Çember ve elips (3) Hiperbol

Beşinci bölümde, bir noktadan, bir konike çizilen en uzun ve en kısa çizgiler araştırılmıştır. Altıncı bölümde, koniklerin benzerliği anlatılmıştır. Yedinci ve sekizinci bölümlerde ise, koniklerle ilgili teoremler ve ispatları üzerinde durulmuştur.

Astronomi ile ilgili çalışmalarında, Eudoxus'un eş merkezli küreler sistemi yerine, Batlamyus'un oluşturduğu evren sisteminde yararlandığı, merkezi yörünge eğrisi üzerinde bulunan ve bu merkez etrafında episikl daireleri adı verilen küçük bir dairesel yörünge çizen bir ikili yörünge sistemini önermiştir. Bunun dışında, Kepler'in evren modelindeki elips şeklindeki yörünge eğrisini önermesinde, Apollonius'un eserinden yararlandığı söylenir.

Archimedes

Sicilya adasındaki Siracusa'da M.Ö.287 ile M.Ö. 212 yılları arasında yaşamış önemli bir fizikçi, matematikçi ve düşündürüdür. Romalılar, Siracusa'yı kuşattığında, Archimedes'in (Arşimet) Roma donanmasının bazı gemilerini, hazırladığı büyük çukur aynaların güneş ışığını yansıtarak ve odak noktasında toplayarak, yaktığı söylenir. Bundan başka, makaralarla büyük taşları kalenin burçlarına çıkartarak, mancınıklarla çok uzaklara fırlatan bir silahta geliştirmişti. Fakat yine de Romalılar M.Ö.212'de yine de Siraküza'yı zaptetdiler. Romalı askerlerden biri Archimedes'in başına dikilerek, ayağa kalkmasını istediğinde, toprağa çizmiş olduğu problemin çözümü üzerinde düşünüyordu. Askeri yanından çekilmesi konusunda uyardığında, onu tanımayan asker sinirlenerek, elindeki zıpkını saplayarak Archimedes'i öldürmüştür. Savaş bittikten sonra Roma generali Marcellus savaş alanını gezerken onun cesedini tanıdığına, çok üzölmüştür, ama artık iş işten geçmiştir.



Şekil 2.21: Archimedes

Archimedes'in mekanikte yapmış olduğu buluşlar arasında, bileşik makaralar, sonsuz vidalar, yakan aynalar sayılabilir. Geometriye yaptığı önemli katkılardan bazıları, yarıçapı r olan bir kürenin yüzölçümünün $4\pi r^2$ ve hacminin $(4/3) \pi r^3$ olduğunu ispatlaması, tabanı bir dairenin çevresi, yüksekliği dairenin yarıçapı kadar olan bir üçgenin alanının dairenin alanine eşit olduğunu ispatlaması, π sayısının değerinin $\frac{22}{7} > \pi > \frac{223}{71}$ olduğunu gösterdiği şeklindedir. Archimedes'in matematikteki parlak başarılarından biri de eğri yüzeylerinin alanlarını bulmak için geliştirdiği yöntemdir. Bir parabolün altında kalan alanı hesaplarken, bu alanı herbiri sonsuz küçük boyutta olan dikdörtgen şeklindeki alanların toplamına eşit olduğunu düşünmesidir. Bu düşünce diferansiyel ve integral hesabın geliştirilmesinde Newton ve Leibnitz'e yardımcı olmuştur.



Şekil 2.22: Bana Bir Destek Verin Dünya'yı Yerinden Oynatayım

Denge prensiplerini ilk olarak ifade eden bilim adamı da Archimedes'tir. Bu prensipler şunlardır:

1. Tam ortasından bir destek üzerine yerleştirilmiş bir çubuğun uçlarına asılmış eşit ağırlıklar dengede kalır.
2. Ortasından farklı bir yere yerleştirilmiş desteğe oturtulan çubuğun uçlarına sırasıyla F_1 ve F_2 ağırlıklı cisimler takılırsa, uç noktalarının desteğe olan uzaklıkları sırasıyla a ve b ise, denge halinde $F_1.a = F_2.b$ eşitliği gerçekleşir.

Bu denge prensipleri ile tanımlanan “ağırlıklar, destek ve dayanıklı çubuktan oluşan sistem”e “kaldıraç” adı verilir. Archimedes'in Şekil 2.22'de canlandırılan, kaldıraçla ilgili ünlü sözü olan “Bana bir destek verin, dünyayı yerinden oynatayım”, bir bilim adamının ne kadar yüksek bir hayal gücüne sahip olduğuna bir örnek oluşturur.



Archimedes'in “Bana bir destek verin, dünyayı yerinden oynatayım” sözü gerçekleştirilememiştir. Nedenini açıklayınız.

Sıvıların dengesiyle ilgili Archimedes ilkesine ilişkin öykü, yine bir bilim adamının gözlemciliği ve takipçiliğine örnektir. Sicilya kralı II.Heron, bir kuyumcuya başındaki altından tacın benzerini yapması emrini verir. Kuyumcu tacı yapıp getirdiğinde, kral tacın saf altından yapılmadığı kuşkusuna kapılır ve tacın saf ya da katkılı altından yapıldığı konusunda ödüllü bir yarışma düzenler. Archimedes sürekli bu konuda düşünmeye başlar. Bir gün hamama giderek, tamamen suyla dolu havuza girdiğinde suyu taşırdığını farkeder. Bunun yanı sıra, elindeki hamam tasını tamamen su dolu havuzda suyun yüzeyine bıraktığında, tasın taşırdığı suyun ağırlığının tasın ağırlığına eşit olması gerektiğini, düşünerek bulur. Kraldan gerçek tacı ve kuyumcudan gelen tacı ister ve hamamdaki suyun yüzeyindeki hamam tasının içine önce gerçek tacı koyarak, sonra da kuyumcudan gelen tacı ayrı ayrı koyarak, her iki durumda havuzdan taşan suları ayrı ayrı tartar. Sonuçta suların ağırlıklarının farklı olduğunu bulur. Öyleyse, kuyumcunun tacı saf altından değildir. Kralın vadettiği büyük ödülü kazandığı için çok sevinerek, üzerinde peştemalla hamamdan dışarı fırlayarak bağırmaktadır: Eureka, Eureka, yani buldum, buldum. Bu öykünün final sahnesi Şekil 2.23'deki resimde canlandırılmıştır. Bu öykünün sonunda bulunan Archimedes ilkesine göre, “Bir sıvıya bırakılan ve dengedeki cisme uygulanan kaldırma kuvveti, cismin ağırlığına eşittir”. Archimedes'in bu öyküsüne gelinceye kadar, gemiler ahşaptan yapılmış, çünkü tahtadan başka bir malzemeden yapılsa, geminin batacağına inanılmış. Archimedes'in havuzdaki hamam tasının batmayışını gözlemle-mesinden sonra, gemiler metal malzemeden de yapılmaya başlanmıştır.



Şekil 2.23: Archimedes'in Kendi Adıyla Anılan İlkesini Bulma Sevinci

Sısamalı Aristarkhos



Şekil 2.24: Aristarkhos

M.Ö.310 ile M.Ö.230 arasında Sisam adasında yaşamış olan Aristarkhos, Aristoteles'in yer merkezli küreler sistemi şeklindeki evren modelinin gözlemler tarafından doğrulanamamasından dolayı yeni bir evren modeli oluşturmaya karar vermiştir. Bu modele göre, evrenin merkezinde Güneş bulunmaktadır ve Yer'le birlikte diğer gezegenler, güneş merkezli dairesel yörüngeler etrafında dönmektedir. Daha sonra Nikolai Copernicus tarafından tekrar ele alınarak ifade edilmiştir. fakat Aristarkhos tarafından ilk kez ifade edildiğin de aşağıdaki nedenlerle kabul edilmemiştir:

1. Güneşin her gün doğudan doğup, batıdan battığı ve Yer'in hiç hareket etmediğini çıplak gözle görmüş ve o zaman yaşamış olsaydınız, siz de Aristarkhos'a değil Aristoteles'e hak verirdiniz.
2. Yer merkezli küreler sistemi hem gözlemlerle hem de Aristoteles fiziği ile uyumludur.

Aristarkhos'un Güneş ve Ay'ın Uzaklıkları ve Büyüklükleri isimli eseri uzun yıllar astronomi çalışanlarının temel kitabı olmuştur. Bu kitapta postülatları şöyle sıralayabiliriz:

1. Ay, ışığını Güneş'ten almaktadır.
2. Yer, Ay'ın yörüngesinin merkezindedir.
3. Yarımay döneminde, Ay'ın Güneş'e olan uzaklığını göze birleştiren doğrultular arasında 87° 'dir.
4. Yer'in yörüngesinin merkezinde Güneş bulunur.
5. Ay'ın çapını göze birleştiren doğrultular arasındaki açı 2° 'dir.

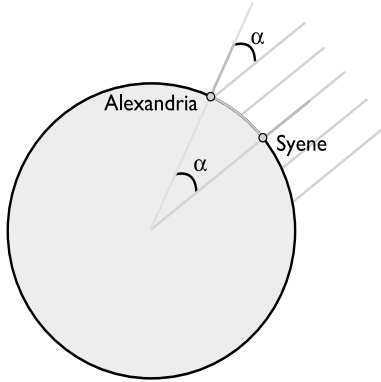
Bu bilgilerin yanısıra kitapta verilen yerküreyle ilgili veriler, bugünkü verilerden oldukça farklıdır.

Eratostenes

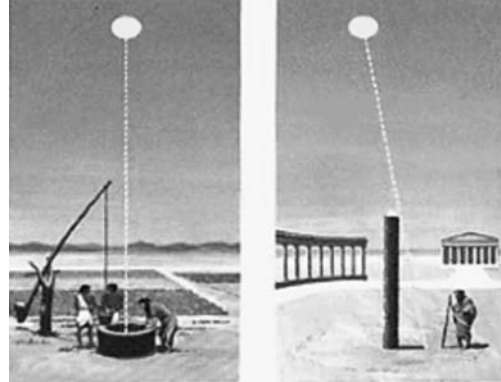


Bugün Libya sınırları içinde bulunan Kyrene'de doğan Eratostenes, M.Ö. 276 ile M.Ö. 194 yılları arasında yaşamış ve önce Atina'da öğrenim gördükten sonar İskenderiye'ye gelerek yaşamının kalan yıllarını burada geçirmiştir. İskenderiye kütüphanesi müdürlerinden biridir ve ünlü bir coğrafyacısıdır. Coğrafyadaki en önemli çalışması, yerin çevresini hesaplamasıdır. Yerin küre biçiminde olduğunun kanıtlanmasından sonraki dönemde, Aristoteles yerin çevresinin bir eski Yunan uzunluk ölçü birimi olan stadium (=160 metre) cinsinden 400 stadyum olduğunu öngörmüştür. Eratostenes ise bugün bile doğruluğu kabul gören bir yöntemi kullanarak yerin çevresini hesaplamıştır:

Şekil 2.25: Eratostenes



Şekil 2.26: Eratostenes'in Yaptığı Deney



Şekil 2.27: (1) Syene (2) İskenderiye'deki Deney

Şekil 2.26'daki gibi aynı enlem derecesinde bulunan İskenderiye ve Syene (bugünkü adıyla Assuan) kentlerinde bulunan su kuyularında, Şekil 2.27'de görüldüğü gibi güneşin tam tepede bulunduğu anda yapılan gözlemlerde, Syene'deki kuyunun tamamen aydınlandığı, İskenderiye'deki kuyuda ise, $7^\circ 12'$ lik bir açı yapan bölgenin karanlıkta kaldığı görülmüştür. Bu gözlem sonucu İskenderiye ve Syene'yi yerin merkezine birleştiren doğrultular arasındaki açının $7^\circ 12'$ yani $7,2^\circ$ olduğu anlaşılmıştır. İskenderiye ile Syene arasındaki uzaklık 5.000 stadyum olduğuna göre, basit bir orantı işlemi sonucu 360° 'ye karşılık gelen yerin çevresinin uzunluğunun 250.000 stadyum olduğu hesaplanabilir. Stadyum 160 metre olduğuna göre, $(250.000 \text{ stadyum}) \times (160 \text{ metre}) = 40.000.000 \text{ metre}$ bulunur. Bu değer, bugün de bildiğimiz 40.000 kilometreye karşılık gelmektedir.



Eratostenes'in yaptığı yerin çevresinin hesaplanması deneyi, aynı boylam derecesi üzerinde bulunan ve dünyanın merkezine birleştirilen doğrular arasındaki açı 36° olan iki şehir arasında yapılmış olsaydı, bu iki şehir arasındaki uzaklık ne kadar olurdu?

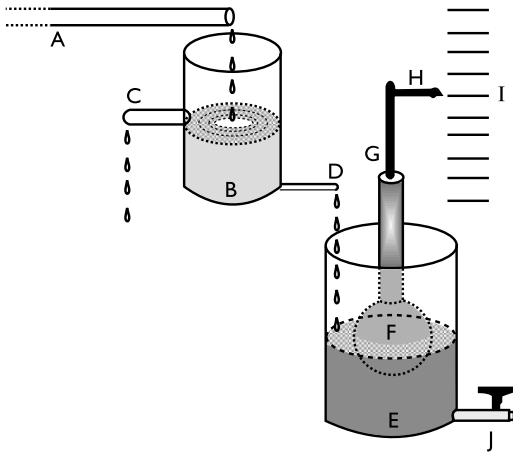
İSKENDERİYE MEKANİK OKULU

Helenistik dönem içerisindeki teknolojik gelişmeler, üç ünlü bilim adamı olan İskenderiye’li Ctesibios, İskenderiye’li Heron ve Bizans’lı Philon tarafından oluşturulmuş olan İskenderiye Mekanik Okulu’nda meydana gelmiştir. Sözü ettiğimiz üç önemli bilim adamını tanımaya başlayalım:

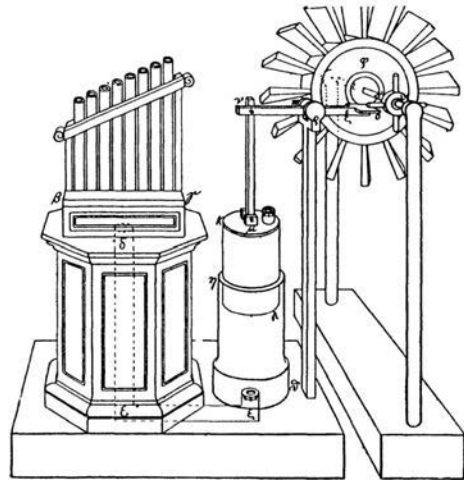
Ctesibios

M.Ö. 285 ile M.Ö. 222 yılları arasında yaşamış olan İskenderiye Mekanik Okulu kurucusu Ctesibios, bilim tarihindeki ilk mekanik kitabını yazmıştır. Bu kitap kayıp olup, öğrencilerinden elde edilen bilgilerden varlığı hakkında bilgi edinilmiştir. Ctesibios’un en önemli buluşları, basma tulumba, Şekil 2.28’deki su saati ve Şekil 2.29’da görülen su orgudur.

Basma tulumbalarda silindir, piston ve valf gibi üç parça kullanılmıştır. Hidrolik adı da verilen Şekil 2.29’daki su orgu, tulumbalara ait bir uygulama olarak tasarlanmıştır. Farklı su yüksekliklerine sahip birbirinden bağımsız su dolu borulara, kanatçıklardan yararlanılarak üflenerek üflenen hava borulardan farklı seslerin çıkmasına yol açacaktır. Şekil 2.28’deki su saati ise, birim zamanda akan su miktarı (debi) biliniyorsa, akan su miktarı da bilinecek olursa, ölçülen zaman aralığının kaç birim olduğu konusunda bilgi verecektir.



Şekil 2.28: Ctesibios'un Su Saati



Şekil 2.29: Ctesibios'un Su Orgu

Heron

M.S. 10 ile M.S.70 yılları arasında yaşamış olan İskenderiye’li Heron, İskenderiye Mekanik Okulu’nun temsilcisi olan bilim adamlarından biridir. Mechanica (Mekanik) ve Pneumatica (Pnömatik) isimli iki önemli kitabı bulunur. Pneumatica’da, hava, su ve ateşi itici güç olarak kullanan makinaların (örneğin, Şekil 2.30’daki buhar gücü ile dönen küreler, açılıp kapanan kapılar ve gök saatleri) yapılabilmesini önermiştir.

Optikle ilgili ve ışığın yansıması konusundaki araştırmalarını yayınladığı Catoptrics (yansımalar) isimli kitabında, küresel, düz aynalardaki görüntüleri incelemiş, gelme açısı ile yansıma açısının birbirine eşit olduğu şeklindeki ışığın yansıma yasasını geometrik olarak ispatlamıştır.

Heron’a göre, gözden çıkan ışık ışınları, parlak bir nesneye çarpıp, tıpkı bir taşın duvara çarpıp geri dönmesi gibi yansır ve böylece cisimlerin görülmesi işlemi gerçekleştirilmiş olur. Gözden çıkan ışınlar, doğrusal yolla giderler, çünkü ışık en kısa yoldan gitmek ister. Heron’un belirttiği bu sonuç, daha sonra en kısa yol ilkesi (ya da Fermat ilkesi) olarak, Fransız bilim adamı Fermat tarafından ifade edilmiştir.



Şekil 2.30: Heron'un Buhar Gücü

Philon

M.S. ikinci yüzyılda yaşamış olan Bizanslı Philon, yaşamının büyük bir kısmını İskenderiye ve Roma'da geçirmiş askeri bir mühendistir. Sekiz ciltlik Mekanika Syntaxis isimli eseri savaş sırasında mekaniğin uygulamaları konusunda yazılmış ilk eserdir. Eserin içinde şu bölümler yer alır:

1. Kaldıraçların kullanılması,
2. Liman inşaatı,
3. Balistik araç yapımı,
4. Pnömatik,
5. Sur ve kale duvarlarının inşaatı,
6. Surların savunulması,
7. Kuşatma tekniği.

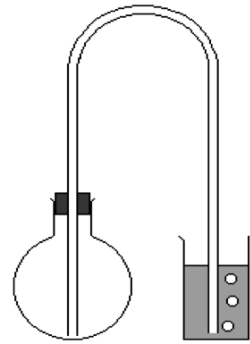
Bu bölümler içerisinde en önemli bölüm, pnömatik olup, Arapça'ya çevrilerek, İslam dünyasında çok ilgi uyandırmıştır.

Pnömatik isimli bölümde, havanın bir cisim olduğu ve her yeri kapladığını ispatlayan deneylerden söz edilir. Boşluğun olmadığı ifade edilmiştir. Bir kaba su konabilmesi için kaptaki havanın, kabı terketmesi gerekir. Kaptaki hava kabı terkederken su da onu izler. Su havayı izlerken, bazan da beklenenin tersine, yukarı çıkar. Bu gözlem sonucu, çeşitli su sifonlarının yapımında kullanılan bir bilgidir.

Bir kaba bir miktar su, suyun üzerine de bir mantar parçası ve mantarın üzerine de yanan bir mum konarak, üzeri de bir cam fanusla kapatılırsa, bir süre sonar mum söner ve fanusun içerisindeki su fanusun içerisinde bir miktar yükselir. Philon bu olayı şöyle yorumlamıştır: Ateş havayı yokeder ve yok olan havanın yerine su yükselerek, aynı hacmi doldurur.

İskenderiye Mekanik Okulu'nda geliştirilen düşünceleri kendinden önceki bilim adamlarınıninkilerle karşılaştıralım: Aristoteles'e göre boşluk yoktur. Atomik evren kuramını savunanlara göre ise, boşluk vardır ve atomlar da bu boşluğun içerisinde hareket etmektedirler. İskenderiye mekanik Okulu temsilcileri ise, büyük ölçekli boşluk olmayıp, atomların etrafında küçük ölçekli boşluklar bulunduğu görüşünü ileri sürmüşlerdir. Philon bu görüşü termoskop adını verdiği bir cihazla kanıtlamıştır:

Şekil 2.31'de şematik olarak gösterilen termoskop sisteminde, sol tarafta bulunan kurşundan yapılmış ve ağzı mantarla sıkıca kapatılmış küresel bir kaba, kabın dibine kadar uzanan kıvrık bir sifon, hava geçirmeyecek şekilde sokulur. Sifonun diğer ucu ise sağ taraftaki bir kavanozun içindeki suya daldırılır. Kurşun kap güneş veya ateş ile ısıtılırsa bir miktar hava sifondan dışarı çıkar ve kavanozdaki suda baloncuklar oluşur. Kap tekrar soğutulduğunda ise kavanozdan bir miktar su çeker. Çekilen su, kurşun kabın sıcaklığına göre sifonda ileri ya da geri hareket eder. Philon'a göre bu durum, ateşin ve havanın kendi doğalarında ortak noktalarının olduğunu ve havanın ateş (ısı) tarafından çekildiğini gösterir. Ama bu doğada hiç boşluğun olmamasından da kaynaklanır, eğer hava herhangi bir yerden çekilirse boşluğu başka miktarlar doldurur.



Şekil 2.31: Philon'un Termoskopu

Bilim tarihinin batı kültürü üzerinde belki de en etkili olan dönemi bu bölümde ele alınacak olan Antik Yunan ve Helenistik Dönem'dir. Bu dönemden önceki dönemde insanlar doğadaki olayları akıl yoluyla irdelemeksizin yalnızca doğada olup bitenleri gözleyip, bir yere kaydetmekle yetinmişlerdir. Bu nedenle, Antik Yunan Dönemi öncesi döneme, yalnızca gözlem verilerinin kaydedildiği fakat yorumlanmadığı dönem anlamına gelen, Amprik Dönem adı verilmiştir. Antik Yunan ve Helenistik Dönem'de ise, doğadaki olayların nedenleri ve niçinleri üzerinde durularak, Mezopotamya ve Mısır dönemlerinde olduğu gibi, doğa dışı nedenlere dayandırılarak açıklanmamıştır.

Thales, mitolojik düşünceden, rasyonel yani akılcı düşünceye geçişi simgeler. Thales ile ilgili bilgilere, yetiştirdiği öğrencilerin bıraktığı belgelerden yararlanılarak ulaşılmıştır. Thales, matematik, astronomi ve doğa felsefesiyle uğraşmıştır. Thales'in bilime olan katkıları şunlardır:

- i. Evrende olan bitenleri, doğaüstü mitolojik güçlere dayandırarak açıklamaya son vermiştir.
- ii. Geometriye ispat kavramını sokarak, matematik düşünceyi amprik işlemlerle sınırlamaktan kurtarmıştır.
- iii. Evrendeki nesne-leri tek bir maddeye indirgeyerek, olup bitenleri evrensel bir ilkeye dayanarak açıklamak yolunu açmıştır.

Thales'in öğrencisi olan Anaximander'e göre, evrenin temel yapı taşı, "sınırsız" ya da "sonsuz" adını verdiği soyut yani maddesel olmayan bir kavramdır. Maddesel olmayan bu kavramın, evrensel, bitmeyen, değişmeyen ve görünmeyen olmak gibi özellikleri vardır. Evrendeki bütün nesneler, tanımladığı bu kavramdan değişik özellikler taşıyarak oluşmuşlardır. Sınırsız adı verilen bu kaynaktan, karşıt nitelikte şeyler, hareket sonucu oluşmuştur. Önce soğuk ve sıcak, dışı ateş (yani sıcak), içi soğuk (yani ıslak) ve su, ortalarında yer küre olacak şekilde halkalar şeklinde ayrılmışlardır. Yer ya da toprak başlangıçta ıslaktı, sonra sıcak etkisiyle kuruyarak dört halka meydana getirdi: İçten dışı doğru sıralanırsa, sıcak (ateş), soğuk (hava), ıslak (su), kuru (toprak). Thales'in ilgi alanlarından birisi olan "doğa felsefesi"nin temel sorunları

olan varoluş ve yokoluştur. Bu iki zamansal nokta arasında, değişme, meydana gelme, bozulma, yaşam, ölüm, hareket, üreme gibi süreçler vardır.

Thales'in diğer öğrencisi olan Anaximanes, Anaximander tarafından tanımlanan sınırsız kavramını gözlenebilir nitelikte olmadığı yani somut olmadığından dolayı reddederek, bunun yerine hava veya buharı evrenin temel yapı taşı olarak önermiştir. Bu düşünceye göre, hava seyreltilirse ısınır, ateşe dönüşür, sıkıştırılan hava ise soğur. Bu dönüşüm (hava→rüzgar→bulut→su→toprak ya da taş) şeklinde ifade edilmiştir. Hava, sürekli hareket halinde olduğu için, değişimi simgelemektedir.

Hekataios'a göre, Thales, Anaximander ve Anaximanes'in evrenin yapısıyla ilgili tartışmaları boşuna idi. Evrenin yapısını araştırmadan önce, yerin gezilmesi ve bilgi toplanması gerektiğini düşünmekteydi.

Pythagoras'a göre "Evreni matematik yasaları idare eder". Evrenin temel maddesinden çok, varlığın ve değişimin gerçek niteliği soruna önem verilmelidir. Bu açıdan düşüncelerini matematik üzerine yoğunlaştırmıştır. Pythagoras'çılara göre, sayı evrenin temel yapı taşıdır. Bütün doğal sayılar, 1 sayısından türemiştir, yani 1 sayısı, evrenin yapısını açıklayan bir kavramdır. 1 sayısı "nokta"yı, 2 sayısı "doğru parçası"nı, 3 sayısı "üçgen"i, 4 sayısı "piramit"i simgelemektedir. Bunun yanı sıra, sayılar arasındaki orantı kavramı ile de ilgilenildi.

Pythagoras'ın öğrencisi olan Herakleitos, gerçeğin özünün sayılar değil, değişme süreci olduğunu ifade etmiştir. Her şey sürekli değişim içerisindedir. Duyularımızla algıladığımız her şey algılama anında vardır. Bir ırmakta aynı suyla iki kez yüzümüzü yıkamayız.

Pythagoras'ın diğer öğrencisi Parmenides, Herakleitos'un tersine, hareket ve değişimin duyguların aldanmasından başka bir şey olmadığını ileri sürmüştür. Asıl gerçeğin "olma" adını verdiği, değişmeyen, bitmeyen ve hareketsizlik özelliklerini taşıyan soyut bir kavram olduğunu ifade etmiştir. İnsan aklının olma kavramının karşıtı olan "olmama"yı kavrayamadığını savunmuştur.

Pythagoras'çılar içinde en ilginç görüşe sahip olan Philolaos'a göre, diğer gezegenler gibi yerküre de bir yörünge etrafında dönmektedir. Bu evren modelinde, merkezde, yerküre değil, hareket etmeyen "merkezi bir ateş" in olduğu ve Yer, Ay, Güneş, o zamanlar bilinen beş gezegenin onun çevresindeki yörüngelerde döndükleri düşünülüyordu.

Evrenin yapısını anlamaya çalışan Empedocles, herşeyin temelinde ateş, hava, su, toprak şeklinde dört öge bulunduğunu ve bunlar arasında sevgi (yakınlaştırıcı ya da çekici) ve nefret (uzaklaştırıcı ya da itici) etkileşmelerinin olduğuna inanmıştır. Bu dört ögenin sevgisel etkileşmesiyle evrende varolan bütün varlıkların meydana geldiğini ifade etmiştir.

Trakya'lı Democritos'a göre, evrende herşey, fiziksel olarak bölünemeyen atomlardan oluşmuştur. "Atom" Yunanca "bölünemeyen" anlamına gelen bir sözcüktür. Democritos'a göre, evren atomlarla dolu olan bölge ile bunun dışında kalan boşluktan oluşmuştur.

Bodrum yakınlarındaki Halikarnas'ta doğan ve yaşamış olan, ömrü boyunca yaptığı seyahatlarda gördüklerini ve duyduklarını Tarih isimli kitabında kaleme alan Heredotos, tarihçilerin babası kabul edilir. Heredotos'un Tarih isimli eserinde, siyasi ve askeri olayların yanısıra, gezilen görülen yerlerin fiziki ve sosyal açıdan değerlendirmelerinin de bulunduğu görülebilir.

Socrates'in amacı "gerçeği aramak" olarak özetlenebilir. Bunun yanısıra hedefi, "doğayla değil insanla ilgilenmek"ti. Başlıca amacı ise "iyi, akıllı, adil insan yetiştirmek"ti. Yöntemi, öğrencilere yönelttiği sorularla onları düşünmeye sevk etmek ve doğruyu onların bizzat kendilerinin bulmasını sağlamaktı. Atina'nın en seçkin ailelerinin çocukları onunla tartışmak veya tartışmalarını izlemekten büyük keyif alırlardı.

Hipocrates "Bir insanın bedeni ve ruh yapısını bilmek istersek, önce doğayı bilmemiz gerekir" düşüncesini ileriye sürmüştür. Anatomiyile ilgili oldukça ilkel bilgilere sahip olan Hipocrates'in, kemikler hakkında doyurucu bilgisi olmasına karşın, iç organlarla ilgili bilgisi yoktu ve damarlar, sinirler, kaslar hakkındaki bilgisi ise oldukça yüzeyseldi. Bu nedenle, bu dönem içerisinde, çeşitli düşünceleri yansıtan teoriler üretmekten başka bir gelişmeden söz edilemez. Hipocrates'in en ünlü eseri, Kutsal Hastalık'tır. Bugün sara veya epilepsi olarak bildiğimiz

dengelessizlik durumu, bu kitaba adını veren kutsal hastalıktır. Hipocrates'e göre, bu hastalık beyinden kaynaklanmaktadır ve beyinden gelen balgamın kandaki havanın hareketini engellediği için ortaya çıkmaktadır.

Platon'un bilime katkısı yalnızca yöntem açısından olmuştur. Doğru kabul edilen birkaç önermeden yola çıkarak, geriye kalan tüm önermeleri mantıksal olarak çıkarmayı hedefleyen tümdengelimsel yöntemi geliştirmiştir. Ona göre bilim, yalnızca Matematik ve de özellikle Geometri'dir.

Eudoxus'un yermerkezli evren teorisine göre, gök cisimleri dünyadan eşit uzaklıkta hareket etmektedir. Bundan dolayı, bir gök cismi dünyadan eşit parlaklık ve büyüklükte gözlenmelidir. İlk yapılan gözlemlerde Venüs ve Mars'ın parlaklık ve büyüklüklerinin farklı oldukları farkedildi. Parlaklık ve büyüklük değişmesi, dünyaya uzaklıkların değişmesinden kaynaklanmaktadır. Bunun yanısıra, güneş tutulmaları bazan halkalı bazan da tam tutulma oluyordu. Güneş ve ayın dünyaya olan uzaklıklarının değişmesinin sonucudur.

Aristoteles'e göre, evren bir küre biçimindedir. Kürenin merkezinde yerküre bulunur. Bütün gezegenler, hareketsiz duran yerin etrafında dolanırlar. Evren ayüstü ve ayaltı olarak iki bölgeye ayrılır. Ayüstü evren ve dolayısıyla burada bulunan bütün gök cisimleri ether'den oluşmuştur. Ether (esir), gözle görülmeyen ve kütlesi farkedilemeyen ve de boşluğu dolduran bir maddesel varlıktır. Ayüstü evrende hiçbir değişim yoktur ve mükemmel bir evrendir. Ayaltı evren ise, her türlü değişimin olduğu ve mükemmel olmayan bir evrendir. Merkezden dışarıya doğru ağırlıklarına göre sıralanan dört temel öge, toprak, su, hava, ateş bulunur. Bu öğelerin sırasıyla kuru, yaş, soğuk, sıcak niteliklerini simgeledikleri söylenmiştir. Aristoteles'e göre, canlı doğanın parçasıdır. Dört öğeden oluşmuştur: Kan, balgam, kara safra, sarı safra. Bunların birleşim oranları, canlının özelliklerini oluşturur. Canlıyı cansızdan ayıran en önemli fark, ruhu olmasıdır. Aristoteles, çok iyi bir gözlemci ve iyi bir sistematikçidir. Hayvanların sınıflandırılması, kendinden sonraki çalışmaların temelini oluşturmuştur. Evrime inanmaz. Canlının cansızdan meydana geldiğini, yani kendiliğinden üremeyi savunur. Fakat bu tür kendiliğinden üreme, basit hayvanlarda vardır.

İskender'in ölümünden sonra, Roma imparatorluğu'nun yayılmasına kadar olan dönemde Helen özelliği yitirildiği için, bu yeni uygarlık "Helenistik Çağ" adını almıştır. Ptolemeus krallığının başkenti olan İskenderiye, Helenistik çağın da başkenti olacaktır. İskenderiye'deki bilimsel kurum niteliğindeki iki önemli yapı müze ve kütüphanedir.

İskenderiye'deki müzede büyük bir matematik okulu kurmuş ve asıl ününü 40 yaşında kaleme aldığı Stoikheia (Elementler) isimli geometri kitabını yazmakla kazanmıştır. Bu kitap, Yunan Geometrisi'nin, düzenli bir sentezi olup, yakın zamana kadar, birçok ülkedeki geometri eğitiminin temelini oluşturmuştur. Aksiyom, postüla, teorem ve ispatlara dayalı çalışma yöntemine dayalı olan bu kitabın, Batı düşüncesi üzerinde, İncil dışında kalan tüm kitaplardan daha etkili olduğu söylenmektedir.

Appolonius, Antalya yakınındaki Perge şehrinde doğmuş olup, İskenderiye'deki matematik okulunda yetiştikten sonra, tekrar Perge'ye dönerek, "Konikler Hakkında" isimli geometri kitabını kaleme aldığı için "Büyük Geometrici" ünvanıyla anılmıştır.

Denge prensiplerini ilk olarak ifade eden bilim adamı da Archimedes'tir. Bu prensipler şunlardır:

1. Tam ortasından bir destek üzerine yerleştirilmiş bir çubuğun uçlarına asılmış eşit ağırlıklar dengede kalır.
2. Ortasından farklı bir yere yerleştirilmiş desteğe oturtulan çubuğun uçlarına sırasıyla F_1 ve F_2 ağırlıklı cisimler takılırsa, uç noktalarının desteğe olan uzaklıkları sırasıyla a ve b ise, denge halinde $F_1.a = F_2.b$ eşitliği gerçekleşir.

Bu denge prensipleri ile tanımlanan "ağırlıklar, destek ve dayanıklı çubuktan oluşan system"e "kaldıraç" adı verilir. Archimedes'in ünlü sözü olan "Bana bir destek verin, dünyayı yerinden oynatayım", bir bilim adamının ne kadar yüksek bir hayal gücüne sahip olduğuna bir örnek oluşturur. Archimedes ilkesine göre, "Bir sıvıya bırakılan ve dengedeki cisme uygulanan kaldırma kuvveti, cismin ağırlığına eşittir".

Eratostenes, İskenderiye kütüphanesi müdürlerinden biridir ve ünlü bir coğrafyacısıdır. Coğrafyadaki en önemli çalışması, yerin çevresini hesaplamasıdır.

Helenistik dönem içerisindeki teknolojik gelişmeler, üç ünlü bilim adamı olan İskenderiye'li Ctesibios, İskenderiye'li Heron ve Bizans'lı Philon tarafından oluşturulmuş olan İskenderiye Mekanik Okulu'nda meydana gelmiştir. İskenderiye Mekanik Okulu kurucusu Ctesibios, bilim tarihindeki ilk mekanik kitabını yazmıştır. Bu kitap kayıp olup, öğrencilerinden elde edilen bilgilerden varlığı hakkında bilgi edinilmiştir. Ctesibios'un en önemli buluşları, basma tulumba, su orgu ve su saatidir. İskenderiye'li Heron, İskenderiye Mekanik Okulu'nun temsilcisi olan bilim adamlarından biridir. Mechanica (Mekanik) ve Pneumatica (Pnömatik) isimli iki önemli kitabı bulunur.

M.S. ikinci yüzyılda yaşamış olan Bizanslı Philon, yaşamının büyük bir kısmını İskenderiye ve Roma'da geçirmiş askeri bir mühendistir. Sekiz ciltlik Mekanika Syntaxis isimli eseri savaş sırasında mekaniğin uygulamaları konusunda yazılmış ilk eserdir.

Kendimizi Sınayalım

1. Aşağıdaki önermelerden hangisi Aristarkos'un "Güneş ve Ayın Uzaklıkları" isimli eserindeki postüلالardan biri **değildir**?

- a. Ay, ışığını Güneş'ten almaktadır.
- b. Yer, Ay'ın yörüngesinin merkezindedir.
- c. Yer'in yörüngesinin merkezinde Güneş bulunur.
- d. Ayın çapını göze birleştiren doğrultular arasında 2° açı bulunur.
- e. Venüs'ün yörüngesinin merkezinde Yer bulunur.

2. Anaximanes, evrenin oluşumunda aşağıdakilerden hangi dönüşümün olduğunu ileri sürmüştür?

- a. Bulut→Rüzgar→Su→Toprak ve taş
- b. Toprak ve taş→Rüzgar→Su→Bulut
- c. Ateş→Bulut→Rüzgar→Su
- d. Rüzgar→Bulut→Su→Toprak ve taş
- e. Su→Toprak ve taş→Bulut→Rüzgar

3. Aşağıdakilerden hangisi, Thales'in bilime katkıları arasında **yer almaz**?

- a. Geometriye ispat düşüncesini sokmak
- b. Üçgenler arasındaki benzerlik ilişkilerini kurmak
- c. Evrendeki nesneleri tek bir maddeye indirgemek
- d. Evrende olup bitenleri doğa üstü mitolojik güçlere dayandırmak
- e. İkizkenar üçgenin taban açılarının eşit olduğunu ispatlamak

4. Empedocles'in nicel dünya görüşü aşağıdakilerden hangisidir?

- a. Evrende herşey, fiziksel olarak, bölünmeyen atomlardan oluşur.
- b. Atomlar, rastlantı sonucu hareket ederek birleşirler.
- c. Bir dik üçgenin hipotenüsüyle irrasyonel sayılar gösterilebilir.
- d. Her şey sürekli değişim içindedir.
- e. Tüm varlıklar, dört temel elementin (ateş, hava, su, toprak) değişik oranlarda birleşmesinden oluşur.

5. Socrates'in karşı çıktığı sofistlerin savunukları görüş, aşağıdakilerden hangisidir?

- a. Geometri bilmeyen Akademia'ya giremez.
- b. Geometri, yalnızca akıl yürütmeye dayanır.
- c. Her türlü değer görelidir.
- d. Tümdengelim yöntemiyle bilim yapmak
- e. Zaman, ve mekan matematikte değişmez.

6. "Gök cisimlerini taşıyan küreler, ortak merkezleri olan yer küre çevresinde dönerler" düşüncesini aşağıdaki düşünürlerden hangisi savunmuştur?

- a. Archimedes
- b. Empedocles
- c. Aristoteles
- d. Eudoxus
- e. Platon

7. Aşağıdakilerden hangisi, Aristoteles'in savunduğu görüşlerden **değildir**?

- a. Kuvvet uygulanmazsa, hareket olmaz.
- b. Canlılar, dört öğeden (kan, balgam, sarı safra, kara safra) oluşur.
- c. İnsandaki ruh, düşünceyi sağlar.
- d. Evrime inanmaz.
- e. Canlılar, yine canlılardan meydana gelir.

8. "Bir nesne, evrenin merkezinden ne kadar uzaklaşırsa, o kadar mükemmelleşir." düşüncesi, aşağıdaki bilim adamlarından hangisi tarafından savunulmuştur?

- a. Philon
- b. Aristoteles
- c. Ctesibios
- d. Herakleitos
- e. Thales

9. Helenistik çağda, astronomi gözlemlerinin yapıldığı biro da, bitki araştırmalarının ve hayvanlar üzerine çalışmaların yapıldığı bilimsel kurum aşağıdakilerden hangisidir?

- a. İskenderiye Feneri
- b. Kütüphane
- c. Müze
- d. İskender'in Mezarı
- e. Kraliyet Sarayı

10. Euclides'in Elementler isimli kitabında, aşağıdakilerden hangisi **bulunmaz**?

- a. Aksiyom ve postülalar
- b. Nokta, çizgi, yüzey, açı kavramları
- c. “Eşit miktarlardan eşit miktarlar çıkartılırsa, eşit şeyler elde edilir.” önermesi
- d. “İki noktayı birleştiren en kısa yol, doğru parçasıdır.” önermesi
- e. “Bir doğruya dışındaki bir noktadan paralel çizilemez.” önermesi

Kendimizi Sıyalım Yanıt Anahtarı

1. e Yanıtınız yanlış ise “Aristarkhos” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

2. d Yanıtınız yanlış ise “Anaximanes” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

3. d Yanıtınız yanlış ise “Thales” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

4. e Yanıtınız yanlış ise “Empedocles” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

5. c Yanıtınız yanlış ise “Socrates” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

6. d Yanıtınız yanlış ise “Eudoxus” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

7. e Yanıtınız yanlış ise “Aristoteles” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

8. b Yanıtınız yanlış ise “Aristoteles” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

9. c Yanıtınız yanlış ise “Helenistik Çağ ve İskenderiye'nin Kuruluşu” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

10. e Yanıtınız yanlış ise “Euclides” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Anaximanes'in "evrenin yapıtaşı havadır ya da su buharıdır" şeklindeki evrenle ilgili görüşü, materyalist bir kökene oturtulduğu için bilimsel olarak nitelendirilebilir. Çünkü, doğada olan biten bir sorunun nedeni yine doğa içerisinde açıklanmaktadır. Anaximander ise metafizik kökenli bir görüş ileri sürmüş olup, bu görüş, bilimsel olarak nitelendirilemez.

Sıra Sizde 2

Dik kenar uzunlukları 12 ve 16 cm olan dik üçgenin hipotenüs uzunluğu $\sqrt{12^2 + 16^2}$ olup 20 cm dir. Bu rasyonel bir sayıdır. Dik kenarları 4 ve 5 cm olan dik üçgenin hipotenüs uzunluğu $\sqrt{4^2 + 5^2}$ olup $\sqrt{41}$ cm dir. Bu sonuç bir irrasyonel bir sayıdır.

Sıra Sizde 3

Empedocles'in evrenle ilgili düşüncesi, evrenin ateş, hava, su, topraktan meydana geldiği şeklinde idi, bunun yanı sıra, cisimlerin meydana gelişini sevgi ve nefret etkileşmesine bağlamasıyla soyut bir düşünceye dönüştür-müştür. Bu bakımdan hem materyalist hem de metafizik bir görüşü birleştiren görüş ileri sürmüştür. Democritos ise, evrenin temel yapısının atomlara dayandırılmasıyla ateist- materialist bir görüş ileri sürmüştür.

Sıra Sizde 4

Platon'un bilime olan katkısı, yöntem açısından olmuştur. Tümdengelim yöntemini geliştirmiştir.

Sıra Sizde 5

Eudoxus'un eş merkezli ve gezegen başına birden çok yörünge tanımlanan modeli, yanlıştır. Çünkü bir gök cismi ancak tek bir yörünge üzerinde hareket edebilir. Yani günlük hareketi bir kürede, aylık hareketi bir kürede, yıllık hareketi bir kürede meydana gelmez. Bu hareketler tek bir yörüngede gerçekleşmelidir.

Sıra Sizde 6

Aristoteles'e göre, $H = \frac{Kuvvet}{Direnç}$ şeklinde bir görüşü ifade etmiştir. Bu ilişkiye göre, cisme etkiyen kuvvet sıfır olursa, cismin durması gerekiyor. Gözlemler, cisme etki eden kuvvet ortadan kalkınca, cismin durmadığını, sabit hızla hareket ettiğini göstermektedir. Oysa, $İvme = \frac{Kuvvet}{Kütle}$ şeklinde bir görüş, kuvvet ile hareket arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Bu bağıntı ise, gözlemleri doğrulamaktadır. Yani kuvvet yoksa, hareket sabit hızla devam edecektir.

Sıra Sizde 7

Çünkü böyle bir şeyin gerçekleştirilebilmesi için gereken destek, dünyanın dışında sabit bir yüzey üzerine oturtulmalıdır. Dünyanın dışındaki böyle bir sabit yüzey olmadığı için, dünyayı yerinden oynatmak mümkün olamaz.

Sıra Sizde 8

Aralarındaki açı 36° olan aynı boylamdaki iki şehir arası, yerkürenin ekvatordaki çevresinin $(36^\circ/360^\circ) = (1/10)$ olacak şekilde, onda biri kadar olup, $(40.000/10) = 4000$ kilometre olmalıdır.

Yararlanılan Kaynaklar

Ronan, C.A., (2003), Bilim Tarihi, Dünya Kùltürlerinde Bilim Tarihi ve Gelişmesi, (Çev. İhsanoğlu, E., Günergün, F.), Ankara, Tùbitak Akademik Dizi.

Tekeli, S., Kahya, E., Dosay, M., Demir, R., Topdemir, H.G.,(2007) Bilim Tarihine Giriş, Ankara, Nobel Yayınevi.

Yıldırım, C.,(1974), Bilim Tarihi, İstanbul, Remzi Kitabevi.

Tekeli, S., Kahya, E., Dosay, M., Demir, R., Topdemir, H.G., Unat, Y., (1993), Bilim Tarihi,Ankara, Doruk Yayıncılık.

Asimov, A., (1966), The History of Physics, Ontario, Walker and Company.

Cushing, J.T., (2003), Fizikte Felsefi Kavramlar I, İstanbul, Sabancı Üniversitesi.

Ural, Ş.,(1998), Bilim Tarihi, İstanbul, Kırkambar Yayınları.

Landels, J.G.,(1996), Eski Yunan ve Roma'da Mühendislik, Ankara, Tùbitak Popüler Bilim Kitapları.

Akdoğan, C., (1993), Bilim Tarihi, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakùltesi Yayınları.

Tez, Z., (2008), Fiziğin Kùltürel Tarihi, İstanbul, Doruk Yayınları.

Topdemir, H.G., Unat, Y.(2012), Bilim Tarihi, Ankara, Pegem Akademi Yayınevi.

(<http://en.wikipedia.org/wiki/Philolaus>)

3

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

-  Roma Dönemi'ndeki bilim insanlarını tanımlayabilecek,
-  Bu bilim insanlarının Bilim ve Teknolojiye olan katkılarını açıklayabilecek,
-  Roma Dönemi'nde Bilim ve Teknoloji alanındaki gelişmeleri tanımlayabilecek bilgi ve becerilere sahip olabilirsiniz.

Anahtar Kavramlar

- | | |
|---|--|
|  İlk Ansiklopedi |  Dioscorides'in Tıbbi Bitkiler Kitabı |
|  Üçgende Menelaus Teoremi |  Vitruvius Adamı |
|  Diophantos Analizi |  Vitruvius'un Mimarlık Üzerine Adlı Eseri |
|  Batlamyus'un Evren Modeli |  Roma Dönemi Teknolojisi |
|  Strabon'un Dünya ve Avrupa Haritaları |  Epikür'cülük ve Stoa'cılık |

İçindekiler

- ❖ Giriş
- ❖ Epikür'cülük ve Stoacılık
- ❖ Roma Dönemi Teknolojisi

Roma Döneminde Bilim ve Teknoloji

GİRİŞ

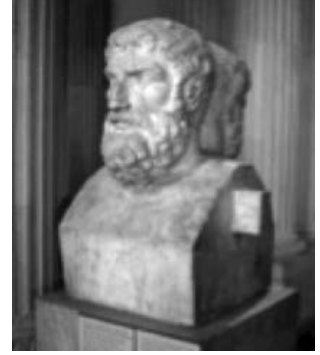
Antik Yunan ve Helenistik dönemlerdeki, evrende olan biteni sorgulama ve insan aklıyla birleştirerek yorumlama, yani insan aklını kullanma yoluyla düşünce sistemleri oluşturmaya yönelik bilimsel gelişmelerin yerini, Roma döneminde, teknolojik gelişmelerin ağırlıkta olduğu gelişmeler almıştır. Yani, Roma dönemi, insanın daha rahat bir ömür sürmesini amaçlayan teknolojik gelişmelerin yoğunlukta olduğu bir zaman dilimidir. Bu dönem içerisinde, şehircilik, hukuk, devlet yönetimi ve askerlik alanında bugün bile, örnek alınabilecek başarılarla imza atılmıştır.

M.Ö. 750 yıllarında, tarıma bağlı işlerle geçimini sağlayan, savaşçı bir topluluk olarak tarih sahnesine çıkan Romalılar, M.Ö. 300 yıllarında güçlü bir toplum halini alabilmişlerdir. Ticaretle uğraşmayı kendilerine yakıştırmayan, Romanlar ve Etrüskler'den oluşan Roma toplumunda, kuramsal yani soyut düşünme biçimine ve matematiğe ilgi gösterilmemiştir. Roma düşünce biçiminde, bilim, bilim için değil, yaşamsal fayda için yapılması gereken bir uğraş olarak görülmüştür. Romalılar, önce İtalya'yı, sonra Yunanistan, Akdeniz'in tamamına yakını ve Mısır, Büyük Britanya adasına kadar olan toprakları ele geçirerek, büyük bir imparatorluk kurdular. Böylece Akdeniz kültürü, Kuzey Avrupa'ya kadar yayıldı. M.S.395 yılında, imparatorluk, Doğu ve Batı olmak üzere ikiye bölündü. Onbeşinci yüzyıla kadar yaşayan Doğu Roma İmparatorluğu'nun başkenti İstanbul (Byzantium) iken, Batı Roma İmparatorluğu'nun başkenti Roma idi. Roma hukukunun temelleri, inşa ettikleri su kemerleri, mükemmel bir akustiğe sahip olan amfileri, mükemmel mimariye sahip tapınakları gözden geçirildiğinde, çok az sayıda teorik çalışma yapmış olmaları inanılacak gibi değildir. Tıp, tarım, mühendislik ve mimarlık alanlarındaki çalışmalara önem vermeleri insan yaşamını doğrudan ilgilendirmesinden kaynaklanmaktadır. Diğer alanlarda bilime fazla katkıları olmamıştır. Soyut düşünme konusunda Yunanlılardan yararlandıkları söylenmektedir. Romalı düşünürler, bilimsel tabana dayanan düşünceler üretmemişlerdir. Yine de üst sınıf Romalılar, Yunan uygarlığına saygı göstermişlerdir. Fakat yine de düşüncelerinin temelinde insanlığın mutluluğu yatıyordu. Bilimsel etkinlikleri içeren ansiklopediler, ilk kez bu dönem içerisinde kaleme alınmıştır. Matematikçi, astronom gibi bilim insanları, Roma kökenli olmayıp, aslen Yunanlılardır. Romalı düşünür ve ünlü hatip Çiçero, Romalıları övdükten sonra, "Çok şükür, Romalılar, Yunanlılar gibi yararsız işler peşinde koşmamışlardır" diyerek, Roma düşünce biçimini ifade etmiştir.

Romalıların bilimle yüzyüze gelişleri, Archimedes gibi Güney İtalya ve Sicilya'ya yerleşmiş Yunan düşünür ve bilim insanları yardımıyla olmuştur. Büyük İskender İmparatorluğu'nun dağılmasından sonra kurulan Helenistik dönem kültür ve bilim merkezleri Roma imparatorluğuna katılınca, Yunan kültürüyle de tanışmışlardır. Romalılar, Yunanlıların teorik düşünme ve gözlem arasında kurdukları bağlantıyı oluşturamamışlardır. Yunan biliminin yöntemini kullanmaktan çok sonuçlarını kullanarak, bilimsel bilgiyi faydaya yani teknolojiye dönüştürmek konusunu uğraş olarak seçmişlerdir. Örneğin, ünlü Romalı coğrafyacı Pomponius Mela, Helenistik dönem coğrafyacısı Eratostenes'in geliştirdiği coğrafya bilgilerinin sonuçlarını kullanarak, matematik ve ölçmeyle ilgili konulardan kaçınmıştır. Romalıların en başarılı oldukları bilim alanının, insan yaşamını ilgilendirmesinden dolayı tıp olduğunu söyleyebiliriz. Fakat yine de bu dalda uzun soluklu bir çalışma dönemini geçekleştirdiklerini söyleyemeyiz.

EPİKÜR'CÜLÜK VE STOA'CILIK

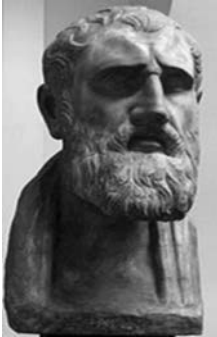
Epikuros, M.Ö. 340 ile M.Ö. 270 arasında yaşamış Hellenistik dönem düşünürlerinden biri olup, Sisam adasında doğmuştur. Aristoteles'in ölümünden sonra kurulan Stoacılık ve Epikürçülük şeklindeki iki okuldan birinin kurucusudur. Ahlak felsefesi ve bilgiye olan yaklaşımında kuşkuculuk olarak özetlenebilen düşüncesi M.S. dördüncü yüzyıla kadar etkisini sürdürmüştür. Atomsal evren düşünürlerinden dersler almıştır. Epikuros'un ahlak felsefesinin ana düşüncesi, mutluluk, amacı, insanın mutluluğa giden yolunu araştırmaktır. İnsan, tanrı ve ölüm korkusundan kurtulmalıdır. Bunun için kuruntular ve önyargılardan arınmak gerekir. Bilindiği gibi, atomsal evren kuramına göre, doğadaki herşey boşluktaki atomların hareketlerinden oluşur. Nesnelerin oluşumunda, tanrının etkisinden söz etmeyerek, nedenleri doğada aramak gerektiği düşünülmüştür. Epikuros, ruh konusunu da maddesel olarak açıklamıştır. İnsan ruhu maddesel niteliğe sahiptir, başka şekilde var olamaz. Ruhun dört öğeden oluştuğu ifade edilmiştir: Ateş, nefes, hava ve tanımlanamayan dördüncü bir öğe. Bunlardan ilk üçü bedensel parçayı oluşturur, dördüncü ise ruhsal parçayı oluşturur. İnsan öldüğünde bu öğeler birlikteliklerini yitirirler. Böylece, ölümsüzlük ya da yeniden dirilme diye bir şey yoktur. Epikuros'un bu konudaki sözü etkileyicidir: "Ölümden korkmak anlamsızdır. Çünkü yaşadığımız sürece ölüm yoktur. Ölüm geldiğinde ise biz yokuz"



Şekil 3.1: Epikuros (Louvre Müzesi)

Epikuros'un ahlak felsefesinde, tek amaç mutluluğa ulaşmak olsa da irade özgürlüğü de savunulmuştur. İnsan, kaçınılmaz bir zorunluluğun kölesi olamaz, kendi kaderini kendisi belirler. İnsanın iradesi, iç ve dış bir çok koşuldaki etkilenmektedir, buna rağmen kararını kendi vermektedir. Yasaların kararlarımızı etkilememesi gerektiğini belirtir. "Kurallar, insan için bir hapisane gibidir. Çünkü insanları hapseder ve onun özgürlüğünü elinden alır" özdeyişi Epikuros'un ahlak felsefesinin genel yapısını ortaya koymaktadır. Bu felsefenin temelini etik yani ahlak oluşturmaktadır. Çünkü etik, neyin yapılması ya da yapılmaması gerektiğini gösterir. Epikuros'un erdem kuramı bu yaklaşımlardan türemiştir. Erdem, doğru yaşamak düşüncesidir. Doğru yaşamaksa, mutluluğu aramak ve ona ulaşmakla ilişkilidir. Epikuros'un "Bilgelik erdemdir" sözü bunu ifade etmektedir. Epikuros'un toplum ve devlet düşüncesi de bireyin korunması ve mutluluğa ulaşması şeklindedir. Bunun yanı sıra, asıl önemli kavram olan dostluk, bilgelige yaraşan insani ilişki biçimidir.

Şimdi de Antik Yunan ve Roma Dönemleri'nde yaşayan insanların duygularını kontrol etmeleri gerektiği düşüncesini savunan Stoacılık üzerinde duralım. Stoacılar, hiç kimsenin kendisine ilişkin olayların tümünü denetleyemeyeceğine, en mutlu kişilerin başlarına iyi ve kötü ne gelirse gelsin, bundan etkilenmeyen kişiler olduğuna inanırlardı. Evrendeki herşeyle birlikte, kendi yaşamını da olduğu gibi kabul eden insanların huzur içerisinde yaşayacaklarını düşünürlerdi. Stoa, üzeri örtülü ve sütunlu bir yaya yoluna verilen isimdir. İlk Stoacılar, Stoa'da toplanarak, felsefe, inanç ve yaşama ilişkin düşüncelerini tartışırlardı. Bu akımın kurucusu M.Ö.310 yıllarında Atina'da yaşamış olan Kıbrıs'lı Zenon (M.Ö.334-263)'du.



Şekil 3.2: Kıbrıs'lı Zenon

Zenon, bir insanın, zenginlik, mutluluk ve sağlığa, erdemle ulaşabileceğine inanıyordu. Çünkü erdemli insanlar, duygusal denge ve huzura kavuşmuş olarak, mutlu olmak için gereken koşullara sahiptirler. Duygusal açıdan dengesiz ve huzursuz olanlar ise erdemsiz insanlardır, bunlar ne kadar zengin ve sağlıklı olurlarsa olsunlar mutsuzdurlar. Sıradan kişileri etkileyen, sarsan ve de korkuya salan olaylar, duygusal yardımlaşmadan hoşlanan erdemli insanlar, kendilerinin ve başkalarının yaşam koşullarını iyileştirmeye özen göstermelidir. Zenon ve sonraki Stoa'cı düşünürler, Antik Yunan yaşamında M.Ö. ikinci yüzyıla kadar etkili olmuşlardır. Romalılar, M.Ö. ikinci yüzyılda Yunanistan'ı ele geçirdikten sonra, Stoacılık'la karışlaştılar.

Bu dönem içindeki Stoa'cı düşünörlere Epiktetos (M.S. 60-M.S. 140) örneğ gösterilebilir. Yunanlılar ve Romalılar, çok tanrılı bir inanç sistemine sahiptiler, Stoacılar ise tek tanrı ve tek ruha ve herşeyin içinde ruh olduğuna inanmaktaydılar. Tüm nesneler, bu ruhtan bir parça taşımakta olduklarına göre, doğadaki tüm nesneler birbiriyle bağlantılı idi. Bunun gibi, insanlar da birbirleriyle ve başka nesnelerle ilişki içindeydiler. Stoacılar, hangi din ve ırktan olurlarsa olsunlar, bütün insanlar kardeştiler. Köleler bile, özgür insanlarla eşit haklara sahip olmalıydılar.

Yunanlı ve Romalılar'ın genellikle çok sayıda tanrıya taptıkları o dönemde, Stoacılar tek tanrı ya da tek ruh olduğuna ve bu ruhun her şeyin içinde var olduğuna inanırlardı. Ayrıca tüm nesneler bu ruhtan bir parça taşıdığına göre, doğadaki her şeyin de birbiriyle bağlantılı olduğunu düşünürlerdi. Buna göre, insanlar da birbirleriyle ve başka şeylerle ilişki içindeydi. Stoacı düşünceye göre hangi ülkeden olursa olsun herkes kardeşti. Hatta köleler bile öbür insanlarla eşitti.

INTERNET  <http://www.nuveforum.net>

Gerek Epikürcülük, gerekse Stoacılık olsun Roma toplumuna şu düşünce tarzını vermiştir. Bu dünyaya bir kereye mahsus geliniyor. Öldükten sonra, yok olmaya mahkumuz. O halde yapılacak tek şey, bu dünyada son nefesimize kadar, yaşamın keyfini sürmeliyiz. Bu düşüncenin Roma toplumu tarafından benimsenmesi, bu dönem içerisindeki bilime verilen önemi olumsuz yönde etkilemiştir. Bunun yerine daha rahat yaşamak için yapılan çalışmaların öne çıktığı görölmüştür. Bu çalışmaları da teknoloji geliştirme çalışmaları olarak isimlendirebiliriz. Bu açıdan bakılırsa, Roma dönemine, şehircilik çalışmaları, hukuk, devlet yönetimi, askerlik alanındaki çalışmaların ağırlıklı olduğu bir dönem olarak bakmak yerinde olacaktır.

Plinius

İtalya'nın Como şehrinde M.S. 23 yılında doğan Plinius, Roma'da eğitim görmüştür. Askerlik görevi sırasında, suvarilerin cirit kullanmasıyla ilgili bir kitap yazmıştır. Otuz yaşlarında, askerliğini tamamladıktan sonra, Roma'ya yerleşmiştir. Burada hem hukukçu hem de yazarlık yapmaya devam etmiştir. Güzel sanatlar tarihini ele alan eseriyle sanat tarihçileri tarafından tanınmaktadır. Bilim dünyası ise, onu, Naturalis Historia (Doğa Araştırmaları) adlı eseriyle tanımaktadır. Ansiklopedi olarak da isimlendirilebilen bu eserin yazılmasında, yararlandığı yazar sayısı 473 olup, çeşitli konularda topladığı veri sayısının 35.000 civarında olduğu söylenmektedir. Kullandığı verilerin her zaman güvenilir olmadığı görölmüştür. Eserinde uydurma ve güvenilir konular birbirine karışmış vaziyettedir. Bu hatalarına rağmen, bu eser, mükemmel bir derlemedir, yüzyıllar boyunca, doğadaki olaylara karşı ilgiyi çekmesi bakımından önemlidir. Bu eseri oluşturan 37 kitapta (ya da papirusta) ele alınan konular şöyle sıralanmaktadır:



Şekil 3.3: Plinius

- 1. kitap: Giriş ve kaynak dizini
- 2. kitap: Evren (yıldızlar, gezegenler, astronomi)
- 3-6. kitaplar: Yeryüzünün fiziksel ve tarihsel coğrafyası
- 7. kitap: İnsan anatomisi ve fizyolojisi
- 8-11. kitaplar: Zooloji, tanımlar
- 12-19. kitaplar: Botanik, bitki yapısı, tohumlar, üretim ve benzeri konular
- 20-27. kitaplar: Bitkilerden elde edilen ilaçlar ve tedavi ettiği hastalıklar
- 28-32. kitaplar: Hayvanlardan üretilen ilaçlar
- 33-37. kitaplar: Mineraller, madencilik ve madenlerin tıp, mimarlık gibi alanlarda kullanımı

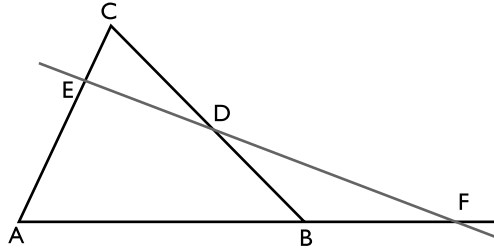
Plinius'un son görevi Napoli körfezi filo komutanlığı idi, korsanlarla mücadele etmek üzere bu göreve atanmıştı. Bu görevi sırasında, bir gün oldukça büyük bir bulutun oluştuğu kendisine bildirildi. Oysa, bulut, Napoli yakınındaki Vezüv yanardağının patlaması sonucu meydana gelmişti. Hem araştırma yapmak, hem de o bölgedeki halkı yatıştırmak ya da kurtarmak için karaya çıktı. Fakat yanardağın çevreye yaydığı kükürt dumanlarından etkilenerek, M.S. 79'da hayatını kaybetti.

Menelaus

M.S. 70 ve M.S. 140 yılları arasında, İskenderiye'de yaşamış, matematik, astronomi ve fizik çalışmaları yapmış Yunanlı bir bilim adamıdır. Yay uzunluklarının ölçülmesi ve küre yüzeyine çizilen üçgenlerle ilgili altı ciltten oluşan eseri vardır. Bu kitabında, küresel üçgenlerin tanımı ve özelliklerini tanımladıktan sonra, Menelaus Teoremi olarak tanınan, düzlemsel ve küresel üçgenlerle ilgili kesenler teoremini açıklar. Bu teoremi şöyle ifade etmektedir:



Şekil 3.4: Menelaus



Şekil 3.5: Menelaus Teoremi

Şekil 3.5'de görüldüğü gibi, bir ABC üçgeni, ED doğrusuyla kesildiğinde, AB tabanının uzantısı F noktasında kesilsin. Elde edilen doğru parçaları arasında orantısı vardır.

$$\frac{CE}{EA} = \frac{CD}{DE} = \frac{BF}{FA} \quad (3.1)$$

Küresel üçgenlerde ise, doğru parçalarının yerine, yay uzunlukları yardımıyla, aşağıdaki gibi bir orantı yazılabilir:

$$\frac{2CD}{2DA \text{ kirişi}} = \frac{2CE \text{ kirişi}}{2EB \text{ kirişi}} = \frac{2BF \text{ kirişi}}{2FA \text{ kirişi}} \quad (3.2)$$

Bundan başka, Menelaus, küresel üçgenlerin iç açılarının toplamının, düzlemsel üçgenlerden farklı olarak, 180° den büyük, küçük veya eşit olabileceğini belirterek, bunu kanıtlayan ilk bilim adamı olarak bilim tarihinde yerini almıştır.

Diophantos

M.S. 214 ile M.S. 298 yılları arasında İskenderiye'de yaşamış ünlü bir matematikçidir. M.S. üçüncü yüzyılda Roma toplumu bilimsel gerileme dönemini yaşarken, ayrıcalıklı bir bilim adamı olmuştur. Yazdığı Aritmetik kitabının içerisinde bir bölümü cebire ayırarak, ilk kez cebirsel ifadeleri yazarken sembolleri kullanmıştır. $ax^2+bx+c=0$ ifadesine sahip olan ikinci derece denklemleri üç gruba ayırmıştır:

$$ax^2+bx=c \quad ax^2=bx+c \quad ax^2+c=bx \quad (3.3)$$

Yani birinci türde, c negatif, ikinci türde b ve c negatif, üçüncü türde ise b negatiftir. Bu kitapta, bu ikinci derece denklemlerinin çözüm formülleri üzerinde durulmuştur. Bu formüllerle işlem yapıldığında, pozitif kökler bulunmuştur. O zamanlar, negatif sayı kavramı bilinmemesine karşılık, ikinci derece denkleminin sayısal terimlerinde negatif terimleri kullanmıştır. Bilinmeyen sayısından fazla sayıdaki denklemlerden oluşan denklem sistemleri $ax^2+bx+c=y^2$ genel denklemlerle ifade edilmiştir. Bu denklem sistemlerinin çözümüyle ilgili işlemlere Diophantos Analizi adı verilmiştir. Bir deneye ait verilerle çizilen grafikte bulunan birçok noktadan geçen en uygun eğrinin/doğrunun denklemini bulma amacına yönelik yapılan istatistiksel işlemlerde, Diophantos Analizi'nden yararlanılarak geliştirilen bilgisayar programlarının bulunduğu bilinmektedir.

Belki de mezar taşına bir cebir problemini yazarak, yaşadığı ömrün bulunmasını isteyen tek matematikçidir. Şimdi bu cebir problemini aktaralım.

Mezar taşında, yaşamının $\frac{1}{6}$ sı çocukluk çağı, $\frac{1}{12}$ si gençlik çağı olduğu, $\frac{1}{7}$ si bekarlık çağı olduğu, evlendikten 5 yıl sonra bir oğlunun dünyaya geldiği ve kendisinin yarı yaşında iken, kendisinden 4 yıl önce öldüğü yazılıdır.

Bu hesaba göre, Diophantos 84 yıl yaşamıştır.



Diophantos'un mezar taşındaki problemin çözümünü de siz yapınız. Bakalım siz de 84 yıl bulacak mısınız?

Batlamyus

M.S. 85 ile M.S. 165 yılları arasında, İskenderiye'de yaşamış olan Batlamyus (Yunanca adıyla Klaudyos Ptolemaios), astronomi, matematik, coğrafya, optik dallarında çalışmalar yapmış bir bilim adamıdır. Fakat en çok astronomi alanındaki çalışmaları ile tanınmaktadır. Yaşadığı döneme kadar olan astronomi bilgilerini Mathematike Syntaxis (Matematik Sentezi) isimli bir kitapta toplamıştır. Bu eser daha sonra, Megale Syntaxis (Büyük Sentez) adıyla anılmış ve Arapça'ya el Mecisti adıyla çevrilmiştir. Arapça'dan Latince'ye çevrildiğinde ise adı Almagest olarak değişmiştir. Almagest aşağıda, içerikleri verilen on üç kitaptan oluşmuştur:

- I. Kitap: Yermerkezli evren sisteminin temel bilgileri
- II. Kitap: Menelaus teoremi, küresel trigonometri bilgileri ve girişler tablosu
- III. Kitap: Güneşin hareketleri ve yıllık süreleri
- IV. Kitap: Ayın hareketleri ve aylık süreleri
- V. Kitap: Ay ve güneşin uzaklıkları ve usturlabın yapılışı (Şekil 3.6)
- VI. Kitap: Gezegenlerin hareketleri, Güneş ve ay tutulmaları
- VII. ve VIII. Kitap: Sabit yıldızlar kataloğu
- Diğer kitaplar: Hareketli yıldızlar ve gezegenlerin hareketleri

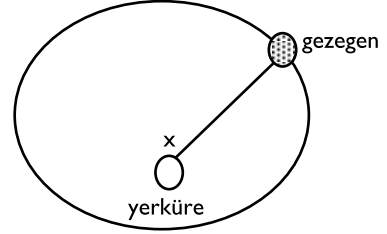
Batlamyus, Almagest isimli bu eserinde, dünyayı çevreleyen gökyüzü ile ilgili olguları tanıtmak için gereken geometrik bilgileri vermektedir. Aristoteles fiziğini baz alan bu kitapta, evren küre şeklinde olup, yerküre bu evrenin merkezinde hareketsiz durmaktadır. Batlamyus'a göre, yer hareket etmiş olsaydı, yeryüzündeki herşey uzaya saçılacaktı ve yer kürede dağılacaktı. Ay, Güneş, Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter, Satürn ve sabit yıldızlar yerin etrafında, dairesel yörüngeler üzerinde, sabit hızlarla dönmektedir. Sabit yıldızlar ise evrenin sonunda yer almaktadır. Yer evrenin merkezinde kabul edilirse, gök cisimlerinin örneğin ay ve güneşin yere olan uzaklığının değişmesini açıklamak olanaksız olacaktır. Bu nedenle Batlamyus, evren modelinde, yeri evrenin merkezinden biraz uzaklaştırmıştır. Bu modele klasik astronomide, Dışmerkezli Düzenek (ya da Eksantrik) modeli adı verilir (Şekil 3.7). Bunun yanı sıra Batlamyus Şekil 3.8'deki gibi Çembermerkezli Düzenek adı verilen bir başka model daha geliştirmiştir. Çembermerkezli Düzenek (ya da Episikl) modelinde, gök cisimleri, yeri merkez kabul eden çember şeklindeki yörünge üzerinde merkezi hareket eden küçük çemberler üzerinde hareket ederler.



Şekil 3.6: Yer, Ay, Güneş, Gezegenler ve Yıldızların Konumunu Belirlemede Kullanılan Usturlap

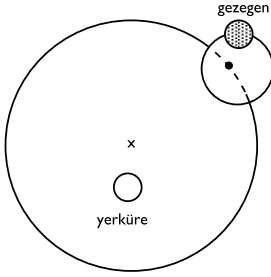
Almagest'in II. Kitabı'nda trigonometriyle ilgili ayrıntılı bilgiler verilmiştir, çünkü küresel astronomideki hesaplar, küresel geometri ile çözümlenebilir. Bir çembere ait kiriş uzunluklarına ait tabloyu hazırlarken, çapı AC veya BD olan bir çember içine çizilmiş ABCD dörtgeniyle ilgili Batlamyus Teoremi'ni ($AB \cdot CD + AD \cdot BC = AC \cdot BD$) kullanmıştır.

Batlamyus coğrafya ile ilgili çalışmalarını Coğrafya isimli kitabında toplamıştır. Bu kitabın içeriği matematiksel coğrafya olarak isimlendirilebilir. Kristof Kolomb'un içinde bulunduğu bir çok kaşifin bu kitaptan yararlandığı söylenir. Batlamyus'un Almagest'ten sonra kaleme aldığı Coğrafya, sekiz kitaptan oluşan bir dizidir:



Şekil 3.7: Batlamyus'un Dışmerkezli Düzenek (Eksantrik) Modeli

- I.Kitap: Yunanlılar'ın bildiği kadarıyla, Dünya'nın büyüklüğü ve harita çiziminde izdüşüm alma yöntemleri
- II.Kitap- VII. Kitap arası: Dünya'nın çeşitli kentlerine ait önemli yerlerin dağları ve nehirlerine ait enlem ve boylam dereceleri
- VIII.Kitap: Astronomik bilgiler



Şekil 3.8: Batlamyus'un Çember Merkezli Düzenek (Episikl) Modeli

Batlamyus'un Coğrafya isimli kitabında, iklim, doğal bitki örtüsü gibi fiziki coğrafya ile ilgili bilgiler yoktur. Ayrıca bugünkü 0° meridyeni Greenwich yerine başlangıç meridyenini hatalı seçmesi nedeniyle kitapta geçen bütün enlem boylam değerleri hatalıdır. Yerkürenin büyüklüğü yanlış verilmiştir. Fakat yine de Kristof Kolomb'a Batı'dan Doğu'ya giderek tekrar Batı'ya ulaşma cesaretini bu kitap vermiştir ve böylece Amerika'nın keşfedilmesi mümkün olmuştur.

Aynı zamanda iyi bir optik araştırmacısı olan Batlamyus, Heron'un gözden çıkan ışınların cisimleri aydınlatarak görülebilir hale getirmesi düşüncesini benimsemiştir. Gözden çıkan ışınların bir koni içerisinde değil de bir piramit içerisinde yayıldıklarını kabul etmiştir. Fakat bu piramit modeli optik araştırmacıları arasında tutunmamıştır. İslam dünyası bilim adamları, görsel koni düşüncesini kabul ederek, görmeye ilişkin geometriyi bu düşünceye göre geliştirmişlerdir. Batlamyus Katoptrik (Yansıma) isimli kitabında yaptığı deneyler sonucunda elde ettiği üç prensipten bahsetmektedir:

1. Aynada görülen nesneler, gözün bulunduğu konuma bağlı olarak aynadan nesneye yansıyan görsel ışın yönünde görülürler.
2. Aynada görülen nesneler, nesneden aynaya çizilen dikme yönünde görülebilirler.
3. Işığın dik doğrultuyla yaptığı gelme ve yansıma açıları birbirine eşittir.

Bu üç prensipten ilk ikisini teorik olarak, üçüncüsünü ise, deneysel olarak kanıtlamıştır. Ayna yüzeyine gelen ışının eşit açıyla yansıdığını göstermek için, üzeri derecelenmiş ve tabanına bir düzlem ayna yerleştirilmiş bakır bir levhayı kullanmıştır. Bu levhanın yüzeyine teğet olan ışık demetini ayna yüzeyine göndererek, gelme ve yansıma açılarını ölçmüş ve eşit olduklarını göstermiştir. Batlamyus bu deneyi küresel ve parabolik olan bütün aynalarda da uygulayarak, ışığın yansımasıyla ilgili bilginin doğruluğunu kanıtlamıştır.

Diyoptrik (Kırılma) isimli kitabında, ışığın bir ortamdan diğerine geçerken yoğunluk farkından dolayı doğrultusunu değiştirmesinin nedenini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçerken ışığın normale yaklaştığını, çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçerken de ışığın normalden uzaklaştığını görmüştür. Batlamyus'a göre, bunun nedeni yoğunluk farklılığıdır. Yine Batlamyus tarafından benimsenen ışığın kırılmasıyla ilgili prensipler şunlardır:

1. Işık, az yoğun ortamdan çok yoğun ortama ya da çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçerken kırılır.
2. Işık doğrusal olarak yayılır ve farklı yoğunluktaki iki ortamı ayıran sınırdaki doğrultusunu değiştirir.
3. Gelme ve kırılma açıları birbirine eşit değildir, fakat aralarında nicel bir ilişki vardır.
4. Görüntü, gözden çıkan bir ışının uzantısında elde edilir.

Batlamyus, hava, cam, su gibi farklı ortamlarda ışığın kırılmasına ait gelme ve kırılma açılarına ilişkin tablolar hazırlamıştır, fakat sonraları küçük açılar dışında, bu değerlerin deneylerle uyuşmadığı görülmüştür. Bütün bunların yanı sıra, Babilli ve Yunan astronom ve astrologlar tarafından elde edilmiş bilgileri sistemli hale getirerek, Tetrabiblos (Dört Kitap) adlı bir kitap hazırlamış, gezegenlerin nitelikleri ve etkileri, burçların etkileri, uğurlu ve uğursuz günlerin belirlenmesi gibi astroloji bilgilerini bir araya getirmiştir. Fakat bugün de bilmekteyiz ki astroloji bir bilim değildir. İnsan yaşamındaki olgularla, yıldızların hareketleri ve konumları arasındaki ilişkiler daima insanların ilgisini çekmiştir ve de çekecektir. Bu ilgi, insanlığın çok eski dönemlerindeki astronomi çalışmalarının ilgi çekici olmasına da yol açmıştır.



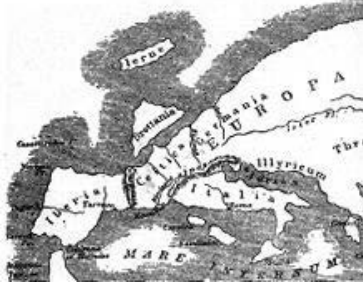
Batlamyus'un bir cismin görülmesiyle ilişkili olarak benimsediği Heron'a ait düşüncenin doğru olmadığını bilmekteyiz. Ancak karanlıktaki, örneğin bir maden ocağındaki nesnelerin madenciler tarafından görülmesi için nasıl bir açıklama yapabilirsiniz?

Amasya'lı Strabon

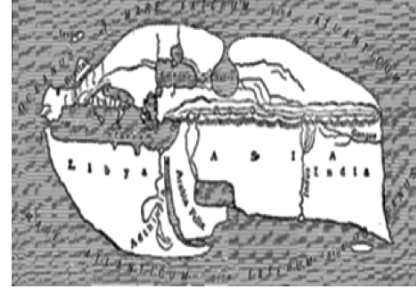
Strabon, M.Ö. 64 ile M.S. 24 yılları arasında, Amasya'da yaşamış ve coğrafya konusunda çalışmış bir bilim adamıdır. Anadolu ve çevresinde yapmış olduğu geziler sırasında edindiği bilgileri onyedili bölümden oluşan Coğrafya isimli kitapta toplamıştır. Gezdiği gördüğü yerler olan İspanya, İngiltere, İtalya, Yunanistan, Anadolu, Karadeniz, Hazar Denizi, Mezopotamya, Suriye, Arabistan, Mısır, İran, Hindistan'ı anlatmasının yanı sıra, bu yörelerle ilgili tarihi olaylardan da bahsetmiştir. Bu eserinde Dünya'da bir okyanus bulunduğunu ve daima batıya gidildiğinde Hindistan'a varılabileceğini de anlatmıştır. Bu kitaptaki bilgiler, ansiklopedik bilgilerden öte bir anlam taşımıyordu, yalnızca Dünya'nın genel görünümünü tanıtıyordu. Matematiksel coğrafyaya önem vermeksizin rastgele yaptığı çizimler şeklindeki Avrupa (Şekil 3.9) ve Dünya (Şekil 3.10) haritalarını çizerek, gittiği yerlerdeki dağ ova, deniz gibi çeşitli yeryüzü şekilleri, toplumsal yapıları ele almıştı. Yerin iç basıncının artmasıyla dağların, yerin içindeki rüzgarlarla yanardağların oluştuğunu ileri sürmüştü. Bugün de bilinen denizlerle karaların yer değiştirdiği teorisine inanmaktaydı. Sularda çöküntüler olabileceğini, fıskırmalar sonucu, denizlerin diplerinin yükselebileceğini ifade ediyordu. Dağların tepelerinde deniz canlılarının kabuklarının bulunmasını, bu düşüncelerinin kanıtı olarak görmüştü.



<http://en.wikipedia.org/wiki/Strabon>

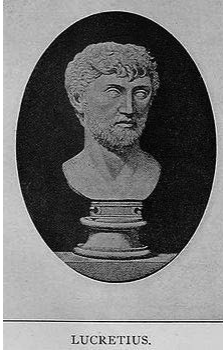


Şekil 3.9: Strabon'a göre Avrupa Haritası



Şekil 3.10: Strabon'a göre Dünya Haritası

Lucretius



Şekil 3.11: Lucretius

Lucretius, M.Ö. 95 ile M.Ö. 55 yılları arasında yaşamış ve Sisam adasında doğmuş, Atomsal Evren Kuramı'nın yanısıra Stoacılık ile Epikürcülük düşünce akımlarını benimsemiş Roma dönemi düşünürlerindendir. En önemli eseri olan *De Rerum Natura*'da (Varlıkların Doğası Üzerine), varlıkların nasıl oluştuğunu araştırarak, varlığı madde ve boşluk olmak üzere iki parçaya ayırarak, bunlardan maddenin atomlardan meydana geldiğini ifade etmiştir. Maddenin temel yapı taşı olan atomların sınırlı türlere sahip olduğunu, fakat sınırsız sayıda olduklarını iddia etmiştir. Aristoteles'e göre evren sınırlıdır, küre biçiminde olmayıp, merkezi de yoktur. Lucretius, evrenin sınırsız, küre biçiminde olduğunu savunmuştur. Lucretius'un evreninde, her biri canlılar gibi doğan, büyüyen ve ölen Dünya'lar vardır.

İnsan, bir beden ve ruhtan oluşmuştur ama aynı maddeden ya da atomlardan meydana gelmiştir. Fakat ruhu oluşturan atomların bedendeki atomlardan daha ince bir yapıya sahip olduğunu ifade etmiştir. Beden ve ruh, birlikte doğar ve birlikte ölürlər, yani beden öldüğünde, ruh da ölecektir. O halde, öldükten sonra dirilme inancı yanlıştır. Duyum, yani hissetme, duyumu oluşturan nesnelerden çıkan atomların duyu organlarına ulaşmasıyla gerçekleşir. Tat alma, görme, koklama, işitme gibi duyumlar, farklı atomların farklı alıcılar tarafından algılanması ile meydana gelir. Canlılar, zamanla, değişim ve evrimleşmeye uğrayarak, basitten karmaşıklığa doğru giderler.

Bu düşünceleri geliştiren Lucretius, daha yazması gereken çok şey varken, kendi eliyle canına kıymıştır. Onun eksik kalan yazıları, Roma döneminin mehur şair ve hatibi olan Çiçero tarafından, tamamlanmıştır. Montaigne, meşhur eseri *Denemeler*'inde Lucretius'un sözlerine yer vermiştir. Şimdi de Lucretius'un sözlerinden çeşitli örnekleri aşağıya sıralayalım:

- Akıllı ve gerçekleri kullanan bir insan mükemmele erişecektir. Doğa, insanın akıl gücüne bir sınırlama getirmemiştir.
- Neden ölümden korkayım ki? Ölüm varken ben yokum, ben varken ölüm yok.
- Ölümü geciktirmek sonsuzluğu kısaltmaz.
- Çocukların kör karanlıktan korktuğu gibi biz de aydınlıktan korkarız. Çocukların karanlıktan dehşetle beklediklerinden daha korkunç olmayan biçimde korktukları gibi.
- Bazı şeyler değiştiğinde ve uygun sınırlarını aştığında, bu o değişimin ölümü olur.
- Doğanlar, hem yaşamayı hem de ölümü kabullenirler ve arkalarında çocuklar bırakırlar. Böylece ölüm, yeniden doğar.
- Hayat bir işinize yaramadıysa, boşu boşuna geçtiyse, onu yitirmekten ne korkuyorsunuz? Daha yaşayıp da ne yapacaksınız?

- Ben tanrıya inanırım, çünkü eğer yoksa ona inanmakla hiçbir şey kaybetmem, ama eğer varsa inanmamakla çok şey kaybederim.
- Gözleri doymuş olduğu için şaşmıyor kimse başımın üstündeki ışık tapınaklarına.
- Herşey değişir ve hiçbir şey olduğu gibi kalmaz. Doğa herşeyi değiştirir ve herşeyin şeklini değiştirmeye zorlar.
- Madem ki ölümün önüne geçilemez, ne zaman gelirse gelsin.

Celcus ve Efesli Rufus

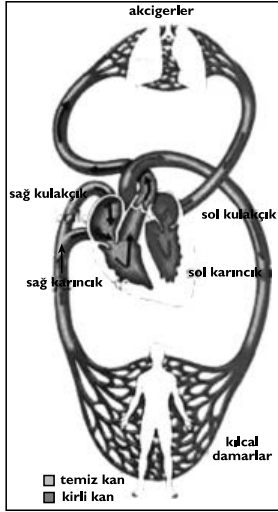
Milata yakın yıllarda yaşamış olan Celcus, tıp alanında çalışmış bir bilim adamı, düşünür ve ünlü hatiplerden biridir. Sekiz ciltten oluşan De Re Medica (Tıbbi Konular Hakkında) isimli bir tıp alanında bir kitap yazmıştır. Bu kitabın birinci cildinde, tıp alanındaki ekollerini tanıttıktan sonra, ikinci, üçüncü, dördüncü ciltlerinde ise çeşitli hastalıkların teşhis ve tedavisi, beşinci ve altıncı ciltlerde farmakoloji yani ilaç bilimi, yedinci ciltte, cerrahi, son ciltte ise kemik hastalıkları üzerinde durulmuştur.

De Re Medica, özellikle teşhis ve tedavi yöntemleri açısından son derece önemlidir. Ayrıca, cerrahi ile ilgili bilgiler de bu kitapta verilmektedir. Bunun yanı sıra, diyetten bahsedilerek, sağlıklı bir beslenme üzerinde de durulmaktadır.

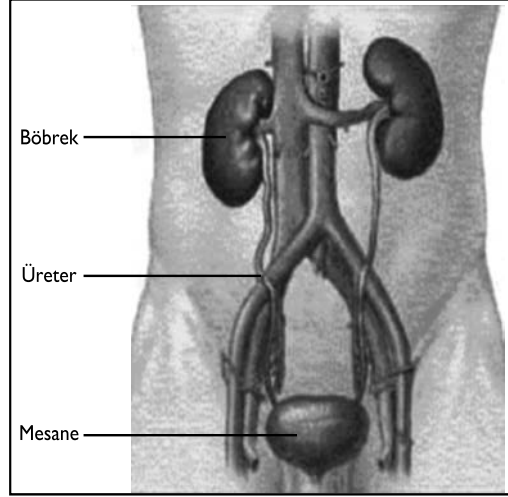
Roma dönemindeki önemli tıp adamlarından biri olan Efes’li Rufus ise, İnsan Vücudunun Parçalarının İsimleri Hakkında, İnsan Vücudunun Anatomisi, Nabız Hakkında, Böbrek ve Mesane Hastalıkları Hakkında gibi kitapları kaleme almıştır. Bunların yanısıra göz ve göz yapısı ile ilgilenerek, göz merceğini incelemiştir. Rufus, kalb ve yapısı, kalp çeperi, kalp kaslarının gevşeme ve kasılma hareketlerini inceleyerek, kalp kasıldığında, alt ucun göğüs kafesine değdiğini ifade etmiştir. Cilt hastalıklarından lepra ve uyuzun ayrıntılı biçimde tanımlamaları üzerinde durmuştur.

Galenos

M.S. 120 ile M.S. 200 yılları arasında İskenderiye’de yaşamış ve onaltıncı yüzyıla kadar Avrupa’da etkisini sürdürmüş önemli bir tıp adamıdır. Anatomi ve fizyoloji alanında çalışmalar yapmış, kendinden önceki çalışmalardan yararlanarak iyi bir sentez oluşturmuştur. Anatomi ve fizyoloji alanındaki çalışmalarını, maymun ve domuz vücutları üzerinde yaparak, bazı kas ve iç organlar hakkında bilgiler edinmiştir. Maymun ve domuz vücutları, insan vucutuna benzemediği için, çalışmalarında bir çok hataya rastlanmıştır. Örneğin, karaciğerde beş lop olduğu şeklindeki hata ve el ve ayak kaslarında hatalar çok önemlidir. Kan dolaşımıyla ilgili saptamaları da yanlışlarla doludur. Galenos’a göre, kan dolaşımı karaciğerden çıkan toplardamarlardan başlayarak, bütün vücuda yayılır. Bu damarlardan biri, kalbin sağ karıncığına giderek, sağ ve sol karıncıklar arasındaki deliklerden geçerek sol karıncığa geçer ve havayla birleşerek, yaşamsal ruhu oluşturur. Yaşamsal ruh, atardamarlarla bütün vücuda dağılır ve hareketlerin oluşturulmasına neden olur. Vücuda dağılan atardamarlardan biri de beyine gider ve orada hayvansal ruhu oluşturur ve sinirler aracılığıyla bütün vücuda dağılır. Hayvansal ruh, düşünsel etkinlikleri oluşturur. Fakat onüçüncü yüzyılda yaşamış olan Müslüman hekimlerden İbn-i Nefis, ölü insan vücudu üzerinde çalışarak, kalbin içerisinde iki karıncık arasında delikler olmadığını kanıtlamış ve böylece Galenos’un kan dolaşımı düşüncesini çürütmüştür. Bugünkü düşünceye göre, kan dolaşımı modeli Şekil 3.12’de görülmektedir. Kan dolaşımı ikiye ayrılır: Buna göre, “Büyük Kan Dolaşımı”, sol karıncıktan çıkan atardamarla çıkarak, vücutta dolaştıktan sonra, kirli kan şeklinde, sağ kulakçıktan kalbe girerek tamamlanır. “Küçük Kan Dolaşımı” ise, sağ karıncıktan akciğer atardamarı ile çıkan kirli kan, akciğerlerde oksijenle birleşerek temizlendikten sonra, akciğer toplar damarıyla, sol kulakçıktan kalbe girerek tamamlanır.



Şekil 3.12: Bugünkü Düşünceye Göre İnsan Vücudundaki Kan Dolaşımı Modeli



Şekil 3.13: Bugünkü Düşünceye Göre, İnsan Vücudundaki Böbrekler ve Boşaltım Sistemi

Galenos'un bir diğer çalışması da böbreklerle ilgilidir. Böbreklerden çıkan üreterleri bağlayarak, idrarın böbreklerde süzüldüğünü ve kandaki zararlı maddelerin böbrekler yardımıyla dışarı atıldığını görüşünü ileri sürmüştür. Bugünkü düşünceye göre ise, (Şekil 3.13) böbrekler kandaki üreyi süzmektedir. İdrarın süzülmesi işlemi ise, mesanede gerçekleştirilmektedir. Galenos'un bunlar kadar önemli bir çok çalışması vardır. Hastalıkların tedavisinde bitkisel ilaçları kullanmıştır.



Galenos'un kan dolaşımı modelini Şekil 3.12'de gösterilen bugünkü kan dolaşımı modeliyle karşılaştırarak, önemli farkları açıklayınız. Yine Galenos'un böbreklerin çalışması ile ilgili düşüncesini, bugünkü düşüncelerle karşılaştırınız.

Kozan'lı Dioscorides

Roma döneminde, tıp ve özellikle askeri tıp alanında çalışmalar yapılarak, tedavi edici ilaçlar sınıflandırılmıştır. Bu dönemin M.S. birinci yüzyıla isabet eden döneminde Neron ordusunda hekim olarak da çalışmış,ve Anadolu'daki Anavarza (Kozan)'da yaşamış, Materia Medica'da (Tıbbi Bitkiler) tıbbi bitkiler hakkında kısa bilgiler verilerek, bunların nerelerde bulundukları ve hangi hastalıklara iyi geldiği konusunda bilgiler verilmiştir. Dioscorides'in verdiği bitki adlarından çoğu bugün bile kullanılmaktadır. Fakat verilen bilgiler, tam olarak belirleyici olamamıştır. Şekil 3.15'de verilen resim, Materia Medica'nın Arapça çevirisinden alınmış bir örnektir. Bu resimlerden yararlanarak, tıbbi bitkilerden bazılarını tanımlamak mümkün olabilmiştir.



Şekil 3.14: Dioscorides (M.S.40-90)



Şekil 3.15: Dioscorides'in Arapça Çevirisi'nden Bir Sayfa

Dioscorides tıbbi bitkilerin yanı sıra, doğada bulunan bazı doğal taşların (örneğin lapis lazuli) ve hayvansal gıdaların (örneğin bal ve süt) tedavide kullanılması üzerinde de çalışmalar yapmıştır. Materia Medica sonraki yüzyıllarda Arapça'ya çevrilerek Hristiyan ve Müslüman hekim ve eczacılar tarafından el kitabı olarak kullanılmıştır.

Vitrivius

Roma döneminin en önemli mühendis ve mimarlarından olan Vitruvius, M.Ö. 80 ile M.Ö. 15 yılları arasında yaşamıştır. Vitruvius'un Şekil 3.16'da arkadaşlarına sunulması tasvir edilen ve M.Ö. 25 de kaleme aldığı önemli yapıtı De Architectura Libri Decem (Mimarlık Üzerine On Kitap), yalnız M.S. onaltıncı yüzyılın en önemli mimarı olan Palladio'yu değil, Ortaçağ sonu ve Rönesans dönemi mimarları, hatta onsekizinci yüzyıl İngiliz mimarisini de derinden etkilemiştir. Bu eser, Roma İmparatoru Augustus'a adanmış olup, M.Ö. 31'deki iç savaştan sonra Roma'nın yeniden inşası konusunu ele almıştır. Augustus'un üvey babası Julius Caesar'ın ölümünden sonra, Vitruvius, iç savaş sırasında kullanılan mancınıkların yapım ve onarımı konusunda görevlendirilmiştir. Roma ordusunun silahlarının bakımı, köprü ve taşıma araçları yapımından sorumlu mühendisler arasında yer almıştır.



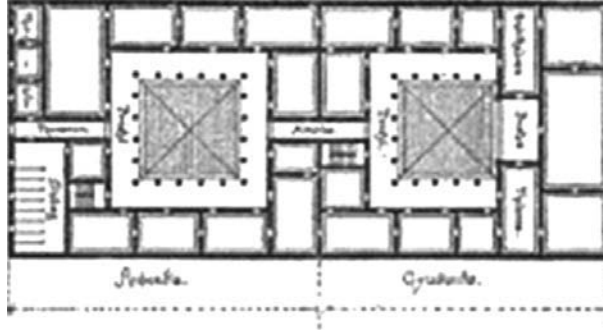
Şekil 3.16: Vitruvius'un de Architectura Libri Decem isimli eserini arkadaşlarına sunmasıyla ilgili canlandırma

De Architectura Libri Decem adlı eser, aşağıdaki on kitaptan oluşuyordu:

- I.Kitap: Mimar ve Mimarlık
- II. Kitap: İnşaat Malzemeleri
- III.Kitap: İyon, Dor ve Korinthos Yapı Düzenleri
- IV.Kitap: Tapınak Türleri ve Düzenleri
- V.Kitap: Kamu Binaları
- VI.Kitap: İklim ve Konut Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi
- VII.Kitap: Sıva ve Sıva İşçiliği
- VIII.Kitap: Su Kaynakları
- IX.Kitap: Astronomi, Güneş ve Su Saatleri
- X.Kitap: Makineler ve Savaş Araçları

Birinci kitap, mimarlık eğitimi için gereken geniş bilgileri anlatmaktadır. İyi bir mimarın, üst düzey bir eğitim görmüş ve kendini iyi tanıtabilen, binaların örneğin Şekil 3.17'deki gibi yatay kesitlerini, perspektif görünümünü başarılı bir teknik ressam gibi çizebilme özelliklerine sahip olması gerektiğinden söz eder. Bunun yanı sıra, geometrik yapılar ve aritmetikte uzmanlaşmış olan başarılı bir matematikçi olması, binaların girişinde yer alan heykeller ve duvar süslemelerindeki mitolojik ve destansı figürleri iyi seçebilmek için, bu alanda çok kitap okuması gerektiğinden de söz eder. Ayrıca, çeşitli felsefe dalları, doğa bilgisi, ahlak bilgisi, akustik ve müzik kuramları, tıptaki halk sağlığı, hukukta iyi yetişmiş olması gerektiğini açıklar. Kanalizasyon sistemleri, aydınlatma konularındaki yasal bilgileri iyi bilerek, bu konularda anlaşmazlık yaratmayacak şekilde sözleşme yapabilmelidir. Şehirler ve yerleşim yerlerinin yer belirlemede pusula olmaksızın, belirlenmesinde, güneş ve yıldızlardan yararlanabilecek astronomi bilgisine sahip olması, değişik enlem dereceli yerlerde güneş saatlerini kullanabilmesini önermiştir. Bütün

bu bilgilerin, bina tasarımı, malzemelerin dayanımı gibi alanlarda olmazsa olmaz bilgiler olduğunu belirtmiştir. Kitabın kalan kısmında, mimarların başlangıçtaki problemi olan bina yeri seçimini, sürekli esen rüzgarların yönünü, bölgedeki inşaatı uygun malzemelerin saptanmasını açıklamıştır.



Şekil 3.17: Vitruvius'un Bir Yunan Evi Tasarımı

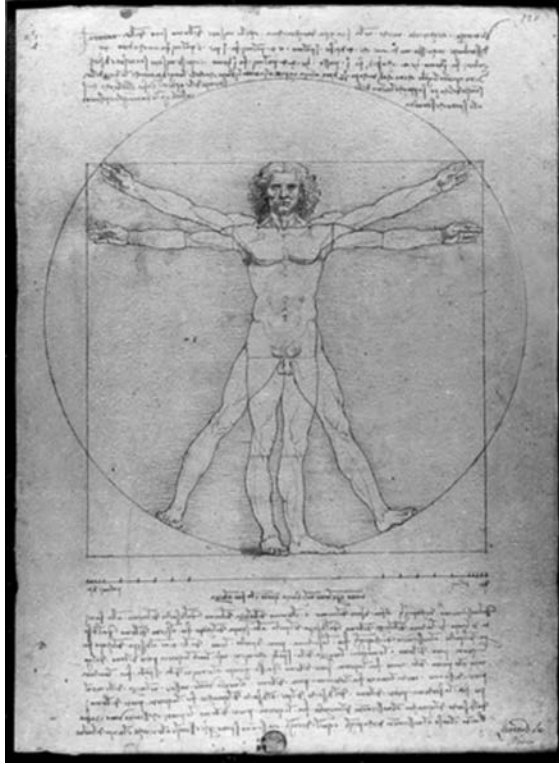
İkinci kitap, ilkel kerpiç barakalardan başlayarak, bina yapımının geçirdiği değişiklikler üzerinde durmaktadır. Yapıların inşasında kullanılan temel inşaat malzemelerini şöyle sıralar: Güneşte kurtulmuş ve fırınlanmış tuğla, kum, kireçle birlikte, hafif, sağlam ve suya dayanıklı çimento yapımında kullanılan Napoli yakınlarında çıkartılan volkanik toz olan Pozzolana. Yapılarda kullanılan taş çeşitleri ise şöyle sıralanır: Mermer, gözenekli bir taş olan pomza taşı, kum taşı, sabun taşı. Bunların dışında, duvar yapımında kullanılan çeşitli yöntemlerden bahsedilmektedir.

Üçüncü ve dördüncü kitaplarda ise, İyon, Dor, Korinthos yapı düzenleri açıklanarak, tapınak yapımı, tasarım ve süslenmesi konuları üzerinde durulmuştur. Beşinci kitapta, mahkeme yeri olarak kullanılan yarım daire biçimindeki bazilika, hamam gibi halka açık yapılar tanıtılmıştır. Tiyatro binası tasarımında akustik sistemin oluşturulmasında sesi yansıtıcı küpler ele alınmıştır.

Altıncı kitap ise, şehir evleri, kır köşkleri, çiftlik yapılarının tasarımında, iklimin bina tasarımına etkisini içermektedir. Yedinci kitapta, iç ve dış süsleme, sıva hazırlama, renkli malzemeleri ele alınmıştır. Sekizinci, dokuzuncu ve onuncu kitaplarda inşaatla ilgili olmayan önemli konular üzerinde durulmuştur. Sekizinci kitap, su kaynaklarının kullanılmasıyla ilgili mühendisliği, dokuzuncu kitap, astronomi, akustik ve zaman ölçme araçlarını, son kitap ise, vinçler, su pompası, su çarkları, mancınık ve diğer savaş sistemlerini açıklamaktadır.

Şekil 3.18'de gösterilen ve Vitruvius'un De Architectura Libri Decem adlı eserinde tanımladığı Vitruvius Adam figürü olup, Leonardo Da Vinci tarafından 1487'de çizilmiş, insan vücudunun bir çember ve kare yardımıyla oluşturulan geometrisinden yararlanılarak elde edilen oranlarını canlandıran bir eskiz çalışması hakkında bilgi verelim. Vitruvius adam figürü, insan vücuduna ait geometrik oranları ve ölçüm bilgilerini tanımlamaktadır. Eserde geçen insan vücudu ile ilgili bilgileri içeren, Şekil 3.18'de tanımlanan Vitruvius adamına ilişkin oranları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Avuç içi (palm) dört parmak genişliktedir.
- Ayak (foot) taban yüzeyi dört parmak genişliktedir.
- Dirsekten orta parmak ucuna kadar olan uzaklık (cubit), altı avuç içi uzunluktadır.
- Dirsekten orta parmak ucuna kadar olan uzaklığın (cubit) dört katı, bir insan boyu kadardır.
- Bir insan boyu, yirmidört avuç içi genişliği (palm) kadardır.



Şekil 3.18: Leonardo Da Vinci Tarafından 1487'de Çizilmiş, Vitruvius Tarafından İnsan Vucudunun Bir Çember ve Kare Yardımıyla Oluşturulan Geometrisinden Yararlanılarak Elde Edilen Oranlarını Canlandıran Bir Eskiz Çalışması (Vitruvius Adamı)

- Yana açılmış kolların uçları arasındaki uzaklık, adamın boyu kadardır.
- Alının üst tarafından alt dudağa kadar olan uzunluk, adamın boyunun onda biri kadardır.
- Çene altından alının üst tarafına kadar olan uzunluk, adam boyunun sekizde biridir.
- Göğüsün üst tarafından alının üst tarafına kadar uzunluk, adam boyunun yedide biridir.
- Omuzun en büyük genişliği, adam boyunun dörtte biridir.
- Alının üst tarafından meme uçlarına kadar uzunluk, adam boyunun dörtte biridir.
- Dirsekten koltuk altına kadar uzunluk, adam boyunun sekizde biridir.
- Karış uzunluğu, adam boyunun onda biridir.
- Penisin bulunduğu nokta, adamın vücut merkezidir.
- Ayak uzunluğu, adam boyunun yedide biridir.
- Ayak tabanından dize kadar uzunluk, adam boyunun dörtte biridir.
- Diz altından penise kadar uzunluk, adam boyunun dörtte biridir.
- Çene altından buruna kadar uzunluk, yüz boyunun üçte biridir.
- Kaş ile alının üst tarafına uzunluk, yüz boyunun üçte biridir.
- Kulak boyu, yüz boyunun üçte biridir.

Yukarıda sıralanan oranlar ve vücuda ait ölçümler, mimarlıkta bina tasarımında, insanların yaşam alanlarını çizerken olduğu kadar, Leonardo da Vinci'nin yaptığı eskiz çalışmasında olduğu gibi, insan vücudunu içeren resimlerde çok kullanılabilen bilgileri içermektedir.



Vitrivius'un adam figüründen, Leonardo da Vinci, sizce, nerede yararlanmış olabilir?

Varro

Roma dönemine özgü gelişmelerden biri de, çeşitli alanlardaki bilgi edinme ihtiyaçlarını gidermek amacıyla, ansiklopedi adı verilen eserlerin yazılmasıdır. İlk ansiklopediler, özel alanlardaki o zamana kadarki bilgilerin bir araya getirildiği şekilde tasarlanmıştı. Ansiklopedi yazarlarının ilklerinden biri olan Varro, M.Ö. 116 ile M.Ö. 27 yılları arasında hareketli bir yaşam sürmüştür. Bir çok savaflara katılmış, Julius Caesar'ın kütüphanesindeki kitapların düzenlenmesi işinde çalışmıştır.

Yaşamı boyunca yazdığı yedi eserden en önemlisi olan Disiplin, dokuz bölümden oluşuyordu. Her bölüm farklı bilim dallarıyla ilgili yazılmıştı. Bunlar sırasıyla, Dilbilgisi, Tartışma ve İkna Etme Sanatı (Diyalektik), Hitabet Sanatı (Retorik), Geometri, Aritmetik, Astronomi, Müzik, Tıp, Mimarlık şeklindedir. Ortaçağ'daki yüksek öğretim kurumlarında, bu bölümlerden, son ikisi olan tıp ve mimarlık çıkarılarak, geride kalan yedi bölümün ilk üçü trivium (üçlü), diğer dördü kuadrivium (dörtlü) adıyla birleştirilerek, düzenlenmiş hali ders kitabı olarak okutulmuştur.

Varro, hastalıkların, gözle görülemeyecek kadar küçük hayvancıklar vasıtasıyla bulaştıklarını ifade etmişti. Havada, suda yüzen bu hayvancıklar, insanların ağız ve burnundan vucuda girmek suretiyle, tehlikeli hastalıklara yakalanmaya neden oluyorlardı. Yaşamla ilgili düşünce tarzı şöyleydi: Devletler de tıpkı insanlar gibi, doğarlar (yani kurulurlar), büyürler, gelişirler ve sonunda çökerler (yani ölürler).

ROMA DÖNEMİ TEKNOLOJİSİ

Roma dönemi, çok etkileyici teknolojilerin geliştirildiği bir zaman dilimidir. Başka kültürlerin benimsenerek, birleştirilmesi açısından, becerikli olmasına karşın Roma Uygarlığı yenilikçi ve ilerlemeci sayılmaz. Romalılar'a ait bir çok yenilik Antik Yunan Dönemi'nde tasarlanmıştı. Yeni düşüncelere pek rağbet edilmezdi. Roma İmparatorluğu, büyük bir aileyi akıllıca yönetebilen, ağız iyi laf yapan kuvvetli bir asker gibi kabul edilirdi. Roma hukuku'nda, düşünce bazında bir mülkiyet ve buluşların desteklenmesiyle ilgili bir yasa bulunmuyordu. Bilim adamı ve mühendis gibi kavramlar yoktu ve ilerlemeler, teknolojileri ticaret sırrı gibi gizleyen kısıncı sanatkarlara havale edilmişti. Yine de bir çok yaşamı etkileyen teknolojik aşama ortaya atıldı. Bu gelişmeler, Roma hakimiyetine ve Avrupa üzerine etkisine katkıda bulunmuşlardır.



Bu dönem içerisindeki mühendislik, Roma teknolojisinin üstünlüğünde ve gelişmesinde, büyük bir paya sahipti. Yüzlerce arena, yol, köprü, su yolu, hamam inşa edilmişti. Bu dönem içerisinde, Kolezyum, Panteon gibi bir çok anıt inşa edilmiş olup, Roma mühendisliği ve kültürünün mirasını bugün de yaşatmaktadırlar (Şekil 3.19). Roma mimarisi, üslup bakımından klasik Yunan mimarisiyle içiçedir. Roma ve Yunan binaları arasında çok sayıda fark olmasına rağmen, Roma mimarisi, Yunanistan'ın klasik, formüle edilmiş tasarımları ve orantılarından çok etkilenmiş bulunmaktadır. Romalılar, M.Ö. birinci yüzyılda sayısız özgün mimari tasarıma olanak veren betonu kullanmaya başlamışlardır. Bunun yanı sıra, M.Ö. 50 yılına yakın dönemde, Suriye'de keşfedilen cam üfleme işlemini keşfettiler. Roma ordusunun Yunanistan seferinden sonra, mozaik örneklerinin getirilmesiyle, mozaik de imparatorluk sınırlarında çok popüler hale geldi.



Şekil 3.19: Roma'dan Bir Anıt Yapı
Örneği Olan Collesium



Şekil 3.20: Roma'yı Güney İtalya'ya Bağlayan ve
Bugünde Kullanılmakta Olan Via Appia Yolu

Betonun kullanılması, dayanıklı Roma yollarının yapımına olanak sağlamıştır. Bu yollardan bir çoğu, Roma'nın çöküşünden bin yıl sonra bile kullanılmaktaydı. Geniş ve etkin bir ulaşım ağının inşa edilmesi, Roma'nın gücünü ve nüfuzunu oldukça arttırmıştır. Başlangıçta askeri amaçlarla, Roma askerlerini hızlı biçimde bir yerden bir yere nakletmek için inşa edilen bu yolların sonradan çok büyük ekonomik değer kazandırdıkları görülmüştür. Bu durum, Roma'yı bir ticari kavşak haline getirmiştir (Şekil 3.20). Yollar üzerinde, mola yerleri, gereken yerlerde köprüler inşa edilmişti (Şekil 3.21), Kuryeler yoluyla nakliyatın yirmidört saatte sekizyüz kilometre yol alabilecek şekilde, vardiyalı at kullanma sistemini kurmuşlardı.



INTERNET

http://en.wikipedia.org/wiki/Roman_technology



Şekil 3.21: M.S. Birinci Yüzyılda inşa edilmiş,
Fransa'daki Vaison la Romaine'deki
Romalılar tarafından yapılmış köprü



Şekil 3.22: Segoviya'daki suyolları

Romalılar, şehirler, sanayi bölgeleri ve tarım alanlarına su sağlamak amacıyla, çok sayıda su yolları yapmışlardır. Örneğin Roma, toplam uzunluğu üçyüz elli kilometre olan on bir su yoluyla besleniyordu. Su yollarının büyük bir kısmı yer altındaydı, yalnızca küçük bir bölümü, kemerlerle desteklenecek şekilde yer üzerinde bulunmaktaydı (Şekil 3.22). Yerçekimi etkisiyle çalışan su yolları, çok büyük miktarda su taşıyabiliyordu. Bazan da elli metreden daha derindeki suyun yukarı çıkarılması için sifonlar kullanılırdı.

Romalılar, sağlık koşulları açısından da büyük gelişmeler gerçekleştirmişlerdi. Thermae adıyla bilinen Roma hamamları çok ünlüydü. Hamamlar hijyen sağlamalarının yanı sıra, sosyal amaçlara da hizmet etmekteydiler. Bir çok Roma evinde, tuvalet, boru ile boşaltım tesisatı içeren Cloaca Maxima adı verilen karmaşık kanalizasyon sistemleri vardı. Bazı tarihçilere göre, kanalizasyon ve boru tesisatında kullanılan kurşunun doğumlarda azalmaya, toplumda bireylerin güç kaybına neden olmasının kurşun zehirlenmesinden ileri geldiğini ileri sürdükleri bilinmektedir. Bu durum, Roma'nın çöküşünü hazırlayan nedenler içerisinde sayılmaktadır.

Antik Yunan ve Helenistik dönemlerdeki, evrende olan biteni sorgulama ve insan aklıyla birleştirerek yorumlama, yani insan aklını kullanma yoluyla düşünce sistemleri oluşturmaya yönelik bilimsel gelişmelerin yerini, Roma döneminde, teknolojik gelişmelerin ağırlıkta olduğu gelişmeler almıştır. Yani, Roma dönemi, insanın daha rahat bir ömür sürmesini amaçlayan teknolojik gelişmelerin yoğunlukta olduğu bir zaman dilimidir. Bu dönem içerisinde, şehircilik, hukuk, devlet yönetimi ve askerlik alanında bugün bile, örnek alınabilecek başarılarla imza atılmıştır.

Epikuros, M.Ö. 340 ile M.S. 270 arasında yaşamış Helenistik dönem düşünürlerinden biri olup, Sisam adasında doğmuştur. Aristoteles'in ölümünden sonra kurulan Stoacılık ve Epikürcülük şeklindeki iki okuldan birinin kurucusudur. Ahlak felsefesi ve bilgiye olan yaklaşımında kuşkuculuk olarak özetlenebilen düşüncesi M.S. dördüncü yüzyıla kadar etkisini sürdürmüştür. Atomsal evren düşünürlerinden dersler almıştır. Epikuros'un ahlak felsefesinin ana düşüncesi, mutluluk, amacı, insanın mutluluğa giden yolunu araştırmaktır.

İtalya'nın Como şehrinde M.S. 23 yılında doğan Plinius, Roma'da eğitim görmüştür. Askerlik görevi sırasında, suvarilerin cirit kullanmasıyla ilgili bir kitap yazmıştır. Otuz yaşlarında, askerliğini tamamladıktan sonra, Roma'ya yerleşmiştir. Burada hem hukukçu hem de yazarlık yapmaya devam etmiştir. Güzel sanatlar tarihini ele alan eseriyle sanat tarihçileri tarafından tanınmaktadır. Bilim dünyası ise, onu, Naturalis Historia (Doğa Araştırmaları) adlı eseriyle tanımaktadır. Ansiklopedi olarak da isimlendirilebilen bu eserin yazılmasında, yararlandığı yazar sayısı 473 olup, çeşitli konularda topladığı veri sayısının 35.000 civarında olduğu söylenmektedir. Kullandığı verilerin her zaman güvenilir olmadığı görülmüştür. Eserinde uydurma ve güvenilir konular birbirine karışmış vaziyettedir. Bu hatalarına rağmen, bu eser, mükemmel bir derlemedir, yüzyıllar boyunca, doğadaki olaylara karşı ilgiyi çekmesi bakımından önemlidir.

Menelaus, M.S. 70 ve M.S. 140 yılları arasında, İskenderiye'de yaşamış, matematik, astronomi ve fizik çalışmaları yapmış Yunanlı bir bilim adamıdır. Yay uzunluklarının ölçülmesi ve küre yüzeyine çizilen üçgenlerle ilgili altı ciltten

oluşan eseri vardır. Bu kitabında, küresel üçgenlerin tanımı ve özelliklerini tanımladıktan sonra, Menelaus Teoremi olarak tanınan, düzlemsel ve küresel üçgenlerle ilgili kesenler teoremini açıklar.

Diophantos, M.S. 214 ile M.S. 298 yılları arasında İskenderiye'de yaşamış ünlü bir matematikçidir. M.S. üçüncü yüzyılda Roma toplumu bilimsel gerileme dönemini yaşarken, ayrıcalıklı bir bilim adamı olmuştur. Yazdığı Aritmetik kitabının içerisinde bir bölümü cebire ayırarak, ilk kez cebirsel ifadeleri yazarken sembolleri kullanmıştır. Bir deneye ait verilerle çizilen grafikte bulunan birçok noktadan geçen en uygun eğrinin/doğrunun denklemini bulma amacına yönelik yapılan istatistiksel işlemlerde, Diophantos Analizi'nden yararlanılarak geliştirilen bilgisayar programlarının bulunduğu bilinmektedir.

M.S. 85 ile M.S. 165 yılları arasında, İskenderiye'de yaşamış olan Batlamyus (Yunanca adıyla Klaudyos Ptolemaios), astronomi, matematik, coğrafya, optik dallarında çalışmalar yapmış bir bilim adamıdır. Fakat en çok astronomi alanındaki çalışmaları ile tanınmaktadır. Yaşadığı döneme kadar olan astronomi bilgilerini Mathematike Syntaxis (Matematik Sentezi) isimli bir kitapta toplamıştır. Bu eser daha sonra, Megale Syntaxis (Büyük Sentez) adıyla anılmış ve Arapça'ya el Mecisti adıyla çevrilmiştir. Arapça'dan Latince'ye çevrildiğinde ise adı Almagest olarak değişmiştir. Batlamyus, Almagest isimli bu eserinde, dünyayı çevreleyen gökyüzü ile ilgili olguları tanıtmak için gereken geometrik bilgileri vermektedir. Aristoteles fiziğini baz alan bu kitapta, evren küre şeklinde olup, yerküre bu evrenin merkezinde hareketsiz durmaktadır. Batlamyus'a göre, yer hareket etmiş olsaydı, yeryüzündeki herşey uzaya saçılacaktı ve yer kürede dağılacaktı. Ay, Güneş, Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter, Satürn ve sabit yıldızlar yerin etrafında, dairesel yörüngeler üzerinde, sabit hızlarla dönmektedir. Sabit yıldızlar ise evrenin sonunda yer almaktadır. Yer merkezde kabul edilirse, gök cisimlerinin örneğin ay ve güneşin yer olan uzaklığının değişmesini açıklamak olanaksız olacaktır. Bu nedenle Batlamyus, evren modelinde, yeri evrenin merkezinden biraz uzaklaştırmıştır. Bu modele klasik astronomide, Dışmerkezli Düzenek (ya da Eksantrik) adı verilir (Şekil 3.7). Bunun yanı sıra Batlamyus Şekil

3.8'deki gibi Çembermerkezli Düzenek adı verilen bir başka model daha geliştirmiştir. Çembermerkezli Düzenek (ya da Episikl) modelinde, gök cisimleri, yeri merkez kabul eden çember şeklindeki yörünge üzerinde merkezi hareket eden küçük çemberler üzerinde hareket ederler. Batlamyus, hava, cam, su gibi farklı ortamlarda ışığın kırılmasına ait gelme ve kırılma açılarına ilişkin tablolar hazırlamıştır, fakat sonraları küçük açılar dışında, bu değerlerin deneylerle uyuşmadığı görülmüştür. Bütün bunların yanı sıra, Babilli ve Yunan astronom ve astrologlar tarafından elde edilmiş bilgileri sistemli hale getirerek, Tetrabiblos (Dört Kitap) adlı bir kitap hazırlamış, gezegenlerin nitelikleri ve etkileri, burçların etkileri, uğurlu ve uğursuz günlerin belirlenmesi gibi astroloji bilgilerini biraraya getirmiştir.

Strabon, M.Ö. 64 ile M.S. 24 yılları arasında, Amasya'da yaşamış ve coğrafya konusunda çalışmış bir bilim adamıdır. Anadolu ve çevresinde yapmış olduğu geziler sırasında edindiği bilgileri onyedii bölümden oluşan Coğrafya isimli kitapta toplamıştır. Gezdiği gördüğü yerler olan İspanya, İngiltere, İtalya, Yunanistan, Anadolu, Karadeniz, Hazar Denizi, Mezopotamya, Suriye, Arabistan, Mısır, İran, Hindistan'ı anlatmasının yanı sıra, bu yörelerle ilgili tarihi olaylardan da bahsetmiştir. Bu eserinde Dünya'da bir okyanus bulunduğunu ve daima batıya gidildiğinde Hindistan'a varılabileceğini de anlatmıştır. Bu kitaptaki bilgiler, ansiklopedik bilgilerden öte bir anlam taşııyordu, yalnızca Dünya'nın genel görünümünü tanıtıyordu. Matematiksel coğrafyaya önem vermeksizin rastgele yaptığı çizimler şeklindeki Avrupa (Şekil 3.9) ve Dünya (Şekil 3.10) haritalarını çizerek, gittiği yerlerdeki dağ ova, deniz gibi çeşitli yeryüzü şekilleri, toplumsal yapıları ele almıştı.

Lucretius, M.Ö. 95 ile M.Ö. 55 yılları arasında yaşamış ve Sisam adasında doğmuş, Atomsal Evren Kuramı'nın yanı sıra Stoacılık ile Epikürçülük düşünce akımlarını benimsemiş Roma dönemi düşünürlerindendir. En önemli eseri olan De Rerum Natura'da (Varlıkların Doğası Üzerine), varlıkların nasıl oluştuğunu araştırarak, varlığı madde ve boşluk olmak üzere iki parçaya ayırarak, bunlardan maddenin atomlardan meydana geldiğini ifade etmiştir.

Milata yakın yıllarda yaşamış olan Celcus, tıp alanında çalışmış bir bilim adamı, düşünür ve

ünlü hatiplerden biridir. Sekiz ciltten oluşan De Re Medica (Tıbbi Konular Hakkında) isimli bir tıp alanında bir kitap yazmıştır. Bu kitabın birinci cildinde, tıp alanındaki ekolleri tanıttıktan sonra, ikinci, üçüncü, dördüncü ciltlerinde ise çeşitli hastalıkların teşhis ve tedavisi, beşinci ve altıncı ciltlerde farmakoloji yani ilaç bilimi, yedinci ciltte, cerrahi, son ciltte ise kemik hastalıkları üzerinde durulmuştur. Roma dönemindeki önemli tıp adamlarından biri olan Efes'li Rufus ise, İnsan Vucudunun Parçalarının İsimleri Hakkında, İnsan Vucudunun Anatomisi, Nabız Hakkında, Böbrek ve Mesane Hastalıkları Hakkında gibi kitapları kaleme almıştır. Bunların yanı sıra göz ve göz yapısı ile ilgilenerek, göz merceğini incelemiştir.

Galenos, M.S. 120 ile M.S. 200 yılları arasında İskenderiye'de yaşamış ve onaltıncı yüzyıla kadar Avrupa'da etkisini sürdürmüş önemli bir tıp adamıdır. Anatomi ve fizyoloji alanında çalışmalar yapmış, kendinden önceki çalışmalardan yararlanarak iyi bir sentez oluşturmuştur. Anatomi ve fizyoloji alanındaki çalışmalarını, maymun ve domuz vucutları üzerinde yaparak, bazı kas ve iç organlar hakkında bilgiler edinmiştir. Maymun ve domuz vucutları, insan vucutuna benzemediği için, çalışmalarında bir çok hataya rastlanmıştır.

Dioscorides, Roma döneminde, tıp ve özellikle askeri tıp alanında çalışmalar yapılarak, tedavi edici ilaçlar sınıflandırılmıştır. Bu dönemin M.S. birinci yüzyıla isabet eden döneminde Neron ordusunda hekim olarak da çalışmış, ve Anavarza (Kozan)'da yaşamış, Materia Medica'da (Tıbbi Bitkiler) tıbbi bitkiler hakkında kısa bilgiler verilerek, bunların nerelerde bulundukları ve hangi hastalıklara iyi geldiği konusunda bilgiler verilmiştir. Dioscorides'in verdiği bitki adlarından çoğu bugün bile kullanılmaktadır. Fakat verilen bilgiler, tam olarak belirleyici olamamıştır. Şekil 3.15'de verilen resim, Materia Medica'nın Arapça çevirisinden alınmış bir örnektir. Bu resimlerden yararlanarak, tıbbi bitkilerden bazılarını tanımlamak mümkün olabilmektedir.

Roma döneminin en önemli mühendis ve mimarlarından olan Vitruvius, M.Ö. 80 ile M.Ö. 15 yılları arasında yaşamıştır. Vitruvius'un Şekil 3.16'da arkadaşlarına sunulması tasvir edilen ve M.Ö. 25 de kaleme aldığı önemli yapıtı De Architectura Libri Decem (Mimarlık Üzerine On Kitap), yalnız M.S. onaltıncı yüzyılın en önemli mimarı olan Palladio'yu değil, Ortaçağ sonu ve

Rönesans dönemi mimarları, hatta onsekizinci yüzyıl İngiliz mimarisini de derinden etkilemiştir. Bu eser, Roma İmparatoru Augustus'a adanmış olup, M.Ö. 31 deki iç savaştan sonra Roma'nın yeniden inşası konusunu ele almıştır. Augustus'un üvey babası Julius Caesar'ın ölümünden sonra, Vitruvius, iç savaş sırasında kullanılan mancınıkların yapım ve onarımı konusunda görevlendirilmiştir. Roma ordusunun silahlarının bakımı, köprü ve taşıma araçları yapımından sorumlu mühendisler arasında yer almıştı.

Varro, M.Ö. 116 ile M.Ö. 27 yılları arasında hareketli bir yaşam sürmüştür. Bir çok savaflara katılmış, Julius Caesar'ın kütüphanesindeki kitapların düzenlenmesi işinde çalışmıştır. Yaşamı boyunca yazdığı yedi eserden en önemlisi olan Disiplin, dokuz bölümden oluşuyordu. Her bölüm farklı bilim dallarıyla ilgili yazılmıştı. Bunlar sırasıyla, Dilbilgisi, Tartışma ve İkna Etme Sanatı (Diyalektik), Hitabet Sanatı (Retorik), Geometri, Aritmetik, Astronomi, Müzik, Tıp, Mimarlık şeklindedir. Ortaçağ'daki yüksek öğretim kurumlarında, bu bölümlerden, son ikisi olan tıp ve mimarlık çıkarılarak, geride kalan yedi bölümün ilk üçü trivium (üçlü), diğer dördü kuadrivium (dörtlü) adıyla birleştirilerek, düzenlenmiş hali ders kitabı olarak okutulmuştu.

Roma dönemi, çok etkileyici teknolojilerin geliştirildiği bir zaman dilimidir. Başka kültürlerin benimsenerek, birleştirilmesi açısından, becerikli olmasına karşın Roma Uygarlığı yenilikçi ve ilerlemeci sayılmaz. Romalılar'a ait bir çok yenilik Antik Yunan Dönemi'nde tasarlanmıştı. Yeni düşüncelere pek rağbet edilmezdi. Roma İmparatorluğu, büyük bir aileyi akıllıca yönetebilen, ağzı iyi laf yapan kuvvetli bir asker gibi kabul edilirdi. Roma hukuku'nda, düşünce bazında bir mülkiyet ve buluşların desteklenmesiyle ilgili bir yasa bulunmuyordu. Bilim adamı ve mühendis gibi kavramlar yoktu ve ilerlemeler, teknolojileri ticaret sırrı gibi gizleyen kıskanç sanatkarlara havale edilmişti. Yine de bir çok yaşamı etkileyen teknolojik aşama ortaya atıldı. Bu gelişmeler, Roma hakimiyetine ve Avrupa üzerine etkisine katkıda bulunmuşlardır.

Kendimizi Sınavalım

1. Aşağıdakilerden hangisi Epikuros'un savunduğu düşüncelerden **değildir**?

- a. İnsan, tanrı ve ölüm korkusundan kurtulmalıdır.
- b. Dostluk, bilgeliğe yaraşan insani ilişki biçimidir.
- c. İnsan, öldükten sonra dirilecektir.
- d. Ölümden korkmak anlamsızdır.
- e. İnsan ruhu maddesel niteliğe sahiptir

2. "Çok şükür, Romalılar, Yunanlılar gibi yararsız işler peşinde koşmamışlardır" sözü, aşağıdaki düşünürlerden hangisine aittir?

- a. Epikuros
- b. Vitruvius
- c. Çiçero
- d. Lucretius
- e. Strabon

3. Naturalis Historia (Doğa Araştırmaları) adlı ansiklopedik eserin yazarı aşağıdakilerden hangisidir?

- a. Zenon
- b. Menelaus
- c. Plinius
- d. Archimedes
- e. Strabon

4. I. Omuzun en büyük genişliği, adam boyunun dörtte biridir.

II. Kulak boyu, yüz boyunun üçte biridir.

III. İnsan ruh ve maddeden oluşmuştur.

Yukarıdaki ifadelerden hangisi/hangileri Vitruvius adamı'nı tanımlayan özelliklerdendir?

- a. Yalnız I
- b. Yalnız II
- c. Yalnız III
- d. I ve II
- e. I, II ve III

5. I. Gelme ve kırılma açıları birbirine eşit değildir, fakat aralarında nicel bir ilişki vardır.

II. Görüntü, gözden çıkan bir ışının uzantısında elde edilir.

III. Güneşten çıkan ışınlar atmosferden geçerek dünyaya ulaşırlar.

Yukarıdaki ifadelerden hangisi/hangileri Batlamyus'un Diyoptrik (Kırılma) isimli eserinde bulunmaktadır?

- a. Yalnız I
 - b. Yalnız II
 - c. Yalnız III
 - d. I ve II
 - e. I, II ve III
6. I. İnsan Vucudunun Anatomisi
- II. Evrenin Yapısı
- III. Hitabet sanatı (Retorik)

Yukarıdaki eserlerden hangisi/hangileri Efes'li Rufus'a aittir?

- a. Yalnız I
- b. Yalnız II
- c. Yalnız III
- d. I ve II
- e. I, II ve III

7. Materia Medica isimli eseri, sonraki yüzyıllarda Arapça'ya çevrilerek Hristiyan ve Müslüman hekim ve eczacılar tarafından el kitabı olarak kullanılmış olan bilim adamı aşağıdakilerden hangisidir?

- a. Varro
- b. Galenos
- c. Dioscorides
- d. Vitruvius
- e. Lucretius

8. Disiplin adlı eseri, dokuz bölümden oluşuyordu. Bunlar sırasıyla, Dilbilgisi, Tartışma ve İkna Etme Sanatı (Diyalektik), Hitabet Sanatı (Retorik), Geometri, Aritmetik, Astronomi, Müzik, Tıp, Mimarlık şeklindedir M.Ö. 116 ile M.Ö. 27 yılları arasında yaşamış bu bilim adamı aşağıdakilerden hangisidir?

- a. Strabon
- b. Etiam
- c. Vivam
- d. Varro
- e. Plinius

9. Batlamyus'un, evren modelinde, yeri, evrenin merkezinden biraz uzaklaştırma nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- a. Gezegenlerin dünyadan görülemeyişleri
- b. Gezegen yörüngelerinin elips şeklinde olması
- c. Gezegenlerin parlaklık ve büyüklüklerinin değişmesinin açıklanamayışı
- d. Mevsimlerin meydana gelişinin açıklanamayışı
- e. Evren modelini, Aristoteles'in evren modeline uygun hale getirmek istemesi

10. M.Ö. 95 ile M.Ö. 55 yılları arasında yaşamış olan Lucretius'un en tanınmış eseri, aşağıdakilerden hangisidir?

- a. De Re Medicana (Tıbbi Konular Hakkında)
- b. Architectura Libri Decem (Mimarlık Üzerine On Kitap)
- c. Naturalis Historia (Doğa Araştırmaları)
- d. Materia Medica'da (Tıbbi Bitkiler)
- e. De Rerum Natura (Varlıkların Doğası Üzerine)

Kendimizi Sıneyalım Yanıt Anahtarı

1. c Yanıtınız yanlış ise “Epikürcülük ve Stoacılık” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

2. c Yanıtınız yanlış ise “Giriş” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

3. c Yanıtınız yanlış ise “Plinius” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

4. d Yanıtınız yanlış ise “Vitruvius” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

5. d Yanıtınız yanlış ise “Batlamyus” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

6. a Yanıtınız yanlış ise “Celsus ve Efes’li Rufus” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

7. c Yanıtınız yanlış ise “Dioscorides” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

8. d Yanıtınız yanlış ise “Varro” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

9. c Yanıtınız yanlış ise “Batlamyus” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

10. e Yanıtınız yanlış ise “Lucretius” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Diophantos'un yaşı x olmak üzere, aşağıdaki denklemi kurabilirsiniz:

$$\frac{x}{6} + \frac{x}{12} + \frac{x}{7} + 5 + \frac{x}{2} + 4 = x$$

Bu denklemi çözdüğünüzde $x=84$ bulabilirsiniz.

Sıra Sizde 2

Heron'a göre,gözden çıkan ışık ışınları cismi aydınlatınca, o cisim görülebilir. Buna benzeyen durum, yer altındaki maden ocağında, madencilerin başlığının ön tarafına takılmış Davy lambasında vardır. Madenci nereye bakarsa, orası aydınlanacağı için, orayı bu yolla görebilir.

Sıra Sizde 3

Galenos'a göre, kan dolaşımı, karaciğerden başlayarak, sağ karıncığa gider, sağ ve sol karıncıklar arasındaki deliklerden geçerek, sol karıncığa gider. Oysa, bugünkü kan dolaşımı modelinde ise, kan dolaşımı kalpten başlar, sağ kulakçıktan çıkan atardamar akciğerlerdeki oksijenle birleşerek, sol kulakçıktan temiz kan şeklinde kalbe girerek tamamlanır. Temel farklardan biri çıkış noktaları, diğeri ise, Galenos modelinde, sağ ve sol karıncıklar arasında, delikli bir bölge olduğunun ifade edilmesidir.

Galenos modelinde, böbrekler idrarı temizlemektedir. Oysa, bugünkü boşaltım sistemi modelinde, böbrekler bulunmamakta ve böbrekler kandaki üreyi süzmektedir.

Sıra Sizde 4

Leonardo da Vinci, yaptığı resimlerde yer alan insan figürlerinde, Vitrius adamında tanımlanan vucut parçalarının oranlarından yararlanmışır.

Yararlanılan Kaynaklar

Yıldırım,C.(1983).**Bilim Tarihi**, İstanbul,Remzi Kitabevi.

Ronan, C.A. (2003). **Bilim Tarihi, Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişmesi**, (Çeviri; E.İhsanoğlu ve Feza Günergün) Ankara,Tübitak Yayınları Akademik Dizi.

Tekeli, S., Kahya, E., Dosay, M., Demir, R., Topdemir, H.G., Unat, Y., Aydın, A.K.(2007) **Bilim Tarihine Giriş**, Ankara, Nobel Kitabevi

Akdoğan, C. (1993), **Bilim Tarihi**, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayınları.

Topdemir, H.G.(2008), **Işığın Öyküsü**, Ankara, Tübitak Yayınları.

Landels, J.G.(1996), **Eski Yunan ve Roma'da Mühendislik**,(Çeviren B.Bıçakçı) Ankara, Tübitak Yayınları.

Topdemir, H.G., (2012). **Roma Dönemi'nde Mimarlık: Vitruvius**, Bilim ve Teknik, Sayı 530, Ankara, Tübitak Yayınları.

Tekeli, S., Kahya, E., Dosay, M., Demir, R., Topdemir, H.G., Unat, Y. (1997), **Bilim Tarihi**, Ankara, Doruk yayınları.

Topdemir, H.G., Unat, Y.(2012), **Bilim Tarihi**, Ankara, Pegem Akademi Yayınevi.

Asimov, I,(1984) **The History of Physics**, New York, Walker and Company.

<http://www.nuveforum.net>

<http://en.wikipedia.org>

http://www.turkcebilgi.com/ansiklopedi/antik_roma

http://en.wikipedia.org/wiki/Roman_technology

4

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

-  Orta Çağ'daki bilim insanlarını tanımlayabilecek,
 -  Bu bilim insanlarının Bilim ve Teknolojiye olan katkılarını açıklayabilecek,
 -  Orta Çağ'daki Bilim ve Teknoloji alanındaki gelişmeleri tanımlayabilecek
- bilgi ve becerilere sahip olabilirsiniz.

Anahtar Kavramlar

- | | |
|---|---|
|  Karanlık Çağ |  Altın Oran |
|  Fibonacci Sayı Dizisi |  Optik Çalışmaları |
|  Hareketle İlgili Çalışmalar |  Astronomi Çalışmaları |
|  Hayyam Üçgeni |  Beyt-ül Hikme |
|  Gözlem Evleri |  Tıp Çalışmaları |

İçindekiler

- ❖ Giriş
- ❖ Orta Çağ Hristiyan Dünyası'nda Yaşanan Bilimsel Gelişmeler
- ❖ Orta Çağ İslam Dünyası'nda Yaşanan Bilimsel Gelişmeler
- ❖ Orta Çağ İslam Dünyası'ndaki Bilimsel Kurumlar
- ❖ Orta Çağ İslam Dünyası'ndaki Matematik Çalışmaları
- ❖ Orta Çağ İslam Dünyası'ndaki Astronomi Çalışmaları
- ❖ Orta Çağ İslam Dünyası'ndaki Fizik Çalışmaları
- ❖ Orta Çağ İslam Dünyası'ndaki Kimya Çalışmaları
- ❖ Orta Çağ İslam Dünyası'ndaki Tıp Çalışmaları
- ❖ Orta Çağ İslam Dünyası'ndaki Teknolojik Çalışmalar

Orta Çağ'da Bilim ve Teknoloji

GİRİŞ

Antik Çağ ve Modern Çağ arasında yer alan M.S. 395 ile M.S. 1450 arasındaki döneme, Rönesans düşünürleri tarafından Orta çağ adı verilmiştir. Bu çağ, nitelik ve yapı bakımından farklı özellikler taşıyan iki zaman dilimini içermektedir. M.S. ikinci yüzyıldan sekizinci yüzyıla kadar olan dilim, Patristik Dönem ya da Karanlık Çağ, sekizinci yüzyıldan onbeşinci yüzyıla kadar olan dilim ise, Skolastik Dönem'dir. Her iki zaman diliminde de Hristiyanlığın savunularak, üstün kılınması öne çıkmıştır. Fakat özellikle, Patristik Dönem'de bilime karşı olan tutum daha dikkat çekicidir.

Orta çağ Avrupa'sında, Tanrı'nın evreni yoktan var ettiği ve herşeyin temelinde Tanrı'nın olduğu şeklindeki Hristiyanlık düşüncesi şeklindeki görüş hakimdir. Bu durumda, Orta Çağ düşüncesinin temelinde, dinsel öğretilerin oluşturduğu dinsel bakış vardır. Bu dinsel bakış, Roma İmparatorluğu'nda Hristiyanlığın devlet dinleri arasına girmesiyle antik çağdaki klasik düşünce karşısında güç kazanmıştır. Bu düşüncenin güçlü duruma geçişi, klasik düşüncenin yalnızca Hristiyanlıkla örtüşen kısımlarının benimsenmesi onun dışında kalan kısmın benimsenmemesi sonucunu getirmiştir. Antik Dönem'de egemen olan bilginin üstünlüğü düşüncesinin, yani "theoria"nın yerini uygulamanın yani "praxis" in üstünlüğü almıştır. Bunun sonucunda, bilimin değer yitirmesi ve öneminin ortadan kalkışı, böylece, bilime karşı olan ve bilginin üretilmediği "karanlık dönem" başlamıştır. Orta çağ düşüncesinin merkezine Hristiyanlık ve Tanrı kavramlarının yerleştirilerek, klasik düşüncenin temeli olan doğada olan biteni araştırmak ve doğruyu bulmak yerine, dinsel dogmaları anlama, açıklamaya yönelmek düşüncesi hakim olmuştur.

Orta Çağ düşünce sisteminde insan, yani birey (person), Hristiyanlığın emrettiği ve yerine getirilmesi gereken sorumlulukları üstlenen kişidir. Personalizm adı verilen bu düşünce akımına göre, Tanrı insanın sahibidir. İnsan insanı sevmelidir, çünkü Tanrı insanı sevmektedir. Yani, Tanrı'ya karşı sorumlulukları olan insanın diğer insanlara karşı da sorumlulukları vardır. Tanrı'nın yarattığı evrenin her ögesi birbiriyle ilişkilidir, yani evren muhteşem bir organizmadır. Her ögenin bir amacı vardır, insan da bu evrende bulunduğu için, bir amaç uğruna Tanrı tarafından yaratılmıştır.

Ortaçağ felsefesi, Hristiyan düşünürlerin, antik dönem felsefesi karşısında yer alarak, onu yok etmek şeklindeydi. M.S. II. yüzyıl ile VIII. yüzyıl arasındaki Patristik dönem felsefesi, putperestliğe karşı Hristiyanlığı savunma amacını gütmüştür. Bilim tarihi açısından önemsiz olan bu dönemin karakteristik özelliği, teoloji çalışmalarının yoğun oluşudur. Bu dönem içerisinde yaşanan gelişmeler, antik felsefenin gerçek yüzünün anlaşılması açısından önemlidir. Bu felsefeyi savunanlar üzerinde, yaşamlarını ortadan kaldıracak boyuta varan baskılar sonucu, Avrupa ülkelerini terkederek, İslam ülkelerine sığınan düşünürler, beraberinde getirdikleri Antik Yunan Dönemi eserlerini Latince'den Arapçaya çevirmişlerdir. Bu eserlerin okunmasıyla başlayan İslam ülkelerindeki entellektüel gelişme, İslam Uygarlığı'nın oluşumunda büyük rol oynamıştır.

Akdeniz kıyılarındaki topraklarda yerleşik durumdaki Yunan, Roma ve Hristiyan kültürleri Müslümanların dikkatini çekerek, bu yöreleri fethetmelerine yol açmıştır. Önemli kültür merkezlerinden olan İskenderiye, M.S.642'de Müslümanların eline geçerek, Avrupa'daki Karanlık Çağ Dönemi'nde İslam toprakları İran'dan Güney Akdeniz kıyılarına, İspanya'ya kadar genişlemiştir. Böylece İslam Dünyası gerçek anlamda Aydınlık Çağı yaşamaya başladı ve M.S. VIII. Yüzyılda dünyanın entelektüel anlamda liderliğini ele geçirdiler. Bu dönem içerisinde, Müslüman bilim adamları, bilim ve teknolojiye ciddi anlamda katkıda bulunmuşlardır.

ORTA ÇAĞ HRİSTİYAN DÜNYASI'NDA YAŞANAN BİLİMSEL GELİŞMELER

M.S. VIII. yüzyılda başlayan Skolastik Dönem'deki en önemli gelişme, üniversitelerin ve entellektüel kültürün kurulmasında rol oynayan iki önemli öge olan bilim ve felsefenin oluşumuna sıcak bakan tarikatların kurulmasıdır. Bu dönem içerisinde, bilimin gelişmesini büyük ölçüde etkileyen, üyeleri bilim adamları olan Fransisken Tarikatı 1209'da, üyeleri düşünürler olan Dominiken Tarikatı 1215'de kurulmuşlardır. IX. Yüzyılla XII. Yüzyıl arasındaki zaman diliminde, yüksek öğretim kurumları olarak papazlar tarafından yürütülen katedral okulları rol oynuyordu. Üniversitelerin kurulmasına kadar dini eğitim verilen bu kurumlar varlıklarını sürdürdüler. M.S. 1000 yılında, İtalya'nın Bologna kentinde, hukuk eğitimi almak isteyen öğrenciler, Universitas adlı bir oluşum başlattılar. Bu oluşumun etkisiyle yaklaşık bir yüzyıl sonra, Bologna Üniversitesi'nde tıp ve felsefe fakülteleri kuruldu. Bu üniversiteden sonra, Oxford, Cambridge, Padua, Ravenna ve Paris Üniversiteleri de kuruldu. Bu üniversiteler, İlahiyat, Kilise Hukuku, Tıp ve Genel Meslekler olmak üzere dört programdan oluşuyordu ve öğretim üyeleri din adamı kimliğini taşıyordu. Bütün programlardaki dersler iki ana gruba ayrılıyordu. Birinci grup, gramer (dilbilgisi), retorik (konuşma) ve diyalektik ders paketini içerecek şekilde olup, üçlü anlamına gelen Trivium adını alıyordu. İkinci grup ise, Aritmetik, Geometri, Müzik ve Astronomi ders paketini içerecek şekilde olup, dörtlü anlamına gelen, Quadrivium adını alıyordu.

Karanlık çağı izleyen XI. ve XII. yüzyıllarda, İslam Dünyası'ndaki gelişmelerden etkilenen Hristiyan Dünyası, Latince'den Arapça'ya çevrilen Antik Yunan dönemi eserlerini tekrar Latince'ye çevirme çabasına girdi. Bu kitapların yanı sıra Latince'ye çevirisi yapılan Arapça yazılmış bilimsel eserlerin okunmasıyla, bilimsel anlamda, İslam Dünyası'nın ne kadar gerisinde kaldığının farkına varıldı. XII. Yüzyılda İslam Dünyası'nda bilimsel yavaşlama ve duraklama dönemine girilmesine paralel olarak, Hristiyanlar'la Müslümanlar'la aralarındaki büyük farkın kapanmaya başladığı görülmüştür. Çevirileri izleyen yıllarda, aydınlanan Avrupa toplumu, bilimsel etkinlikleri göstermeye başladı. Bu dönemde, astronomi, matematik, fizik gibi alanlarda çok sayıda bilim adamının yetiştiği görülecektir.

Orta Çağ Hristiyan Dünyası'ndaki Astronomi Çalışmaları

Aristoteles'in Yermerkezli Evren Modeli ve Batlamyus'un Evren Modeli, Ortaçağ kozmolojisi ve astronomisinin temellerini oluşturmuştur. Hristiyanların evren modelinde de Yer evrenin merkezindedir. Gerek Yer, gerekse evren küre biçimindedir. Oysa Hristiyanlığın ilk yıllarında bazı Kilise Babalarının, İncil'den esinlenerek, Yer'in düz olduğunu ve gökyüzünün onun üzerine kapanmış bir yarım küre biçiminde olduğunu savunmalarına karşın, Aristoteles'in Yer'in küreselliği düşüncesi daha akla yatkın bulunarak, kabul edilmiştir. Evren'in uçsuz bucaksız büyüklüğüyle karşılaştırıldığında Aristoteles ve Batlamyus'un evreninde, Yer nokta büyüklüğünde kalıyordu. Yer'in büyüklüğü ile ilgili Eratostenes'in hesapladığı değer doğru kabul edilmiştir. Bu dönemde kaleme alınmış olan Pierre D'Ailly'nin Dünya'nın İmgesi adlı eserinde, Müslüman astronomların konuyla ilgili bulgularına rastlanmış olup, Fergani'nin Yer çevresini 20.400 mil olarak hesaplamasına yer verilmiştir. Bu değer, gerçek değerden oldukça küçük olmasına karşın Kristof Kolomb'a Atlas Okyanusu'nu geçerek Hindistan'a ulaşma projesinde yol göstermiştir. Bunun yanı sıra, Yer'in evrenin merkezinde olması düşüncesine, Kopernik, modelini açıklayıncaya kadar, inanılmıştır.

John Buridan (1300-1358) Yer'in hareketini inceleyerek, astronomik gözlemlere uygun akıl yürütmeye, Güneş'in günlük hareketinin yorumlanmasıyla, Güneş'in durgun, Yer'in ise kendi eksenini etrafında dönmesinin akla yatkın olduğunu ifade etmiştir. Nicolas Oresmus (1320-1382) ise, evrenin merkezinde mutlak çekimin olduğu şeklindeki Aristoteles'in görüşüne karşı çıkarak, Yer'in sabitliğini savunarak, Kopernik'in Güneş Merkezli Evren modeline ışık tutmuştur. Yaklaşık yüzyıl sonra, Cusali Nicholas (1401-1464) antik evren modellerinin tümüne karşı çıkmıştır. Fakat Hristiyan kozmolojisinin etkisiyle Yer'in dönmediğini ifade etmek zorunda kalmıştır. Yine de Yer'in hareketiyle ilgili bu görüşlerden ve kanıtlardan daha sonra Kopernicus yararlanacaktır.

XII. yüzyılın başlarında İslam Dünyası'nda Cabir İbn Eflah'ın, Batlamyus'un evren modelini düzeltme çalışmasının yanı sıra, Bitrucci bu modeli reddedip, yerine ortak merkezli küreler modelini

kurmuştur. Bu yüzyılın sonlarında, Cremona'lı Gerard Batlamyus'un Almagest adlı eserini Arapça'dan Latince'ye çevirmişti. Yani Hristiyan Dünyası çeviri aşamasındayken İslam Dünyası bilim düzeyi açısından bir hayli öndeydi. Bitrucci'nin Kitab el Hey'e (Astronomi Kitabı) adlı eserinde, Aristoteles'in fiziği çürütülerek Batlamyus'un Dışmerkezli Düzenek (Eksantrik) ve Çembermerkezli Düzenek (Episikl) sistemleri eleştirilmiş, bunun yanı sıra, Eudoxus'un geliştirdiği Aristoteles fiziği temeline dayanan Eşmerkezli Küreler Sistemi kabul edilmiştir. XIII. Yüzyılda Aristoteles Fiziğinin Paris ve Oxford üniversitelerinde benimsenmesi, Aristoteles ve Batlamyus modellerinin arasında yeni bir tartışmaya yol açmıştır. Sonunda bu iki model arasında uzlaşma sağlamak için, Batlamyus'un dışmerkezli ve çembermerkezli düzenek modellerinde kürelerin katı ve kristal birer küre olmasına karar verildi. Fakat bu çözümün de geçerli olmadığı görüldü. Çünkü Batlamyus modeli bu değişikliğe uygun bir fiziksel temel üzerine oturmamıştı. Müslüman bilim adamlarından İbn el Heysem'den sonra, bu modeli fiziksel bir temele oturtma çalışmaları yapılmıştır.

Orta Çağ Hristiyan Dünyası'ndaki Matematik Çalışmaları

Ortaçağ'daki matematik alanındaki çalışmaların büyük çoğunluğu Müslüman matematikçiler tarafından gerçekleştirilmiştir. Hristiyanlar tarafından Ortaçağ'da yapılan matematik çalışmalarında ise iki matematikçinin adı geçmektedir: Leonardo Fibonacci (1170-1250) ve Jordanus Nemorarius (1225-1260). Şimdi bu bilim adamlarını tanıyalım.

Leonardo Fibonacci



İslam dünyasındaki matematik çalışmalarını ve Hint-Arap sayı sisteminin Avrupa ülkelerinde tanınmasını sağlayan önemli bir matematikçidir. Fakat günümüz matematikçileri Fibonacci'yi kaleme aldığı Liber Abaci isimli eserinde geçen bir problemde elde edilen sayı dizisi ile tanınırlar. Bu nedenle Fibonacci sayıları ve Fibonacci dizisini tanıyalım. Liber Abaci'de geçen ve çözümü Fibonacci sayıları olan problemin metni aşağıdaki gibidir:

"Adamın biri, dört yanı duvarlarla çevrili yere bir çift tavşan koymuş. Her çift tavşanın bir ay içinde yeni bir çift tavşan dünyaya getirdikleri, her yeni çiftin de erginleşmesi için bir ay gerektiği ve tavşanların ölmediği var sayılırsa, 100 ay sonunda dört duvarın arasında kaç çift tavşan olur?"

Fibonacci'nin tasarladığı bu problemin çözümü biraz düşününce bulunabilir. Tavşan çiftlerinin aylara göre şu şekilde çoğalacağı görülebilir:

Şekil 4.1: Leonardo Fibonacci'nin Heykeli
(Composanto Pisa, İtalya)

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1597, 2584, 4181, 6765, 10946.....

Yani her ay sonundaki tavşan çifti sayısı o aydan hemen önceki iki aydaki sayıların toplamına eşittir. Bu arka arkaya sayıları 100 ay için yazarak, hepsinin toplamını hesaplarsak, 354.224.848.179.261.915.075 tane tavşandan oluşan bir tavşan kümesi elde ederiz. Şimdi de Fibonacci dizisini tanıtalım. Fibonacci dizisi, ikinci sayıdan sonra gelen her sayı, önceki iki sayının toplamı olan bir dizidir. Yani,

1, 1, 1+1=2, 1+2=3, 2+3=5, 3+5=8, 5+8=13, 8+13=21, 13+21=34,....., 89+144 = 233 gibi.

Bu dizide n sayısı büyüdükçe, iki ardışık Fibonacci sayısının oranı Altın Oran adı verilen

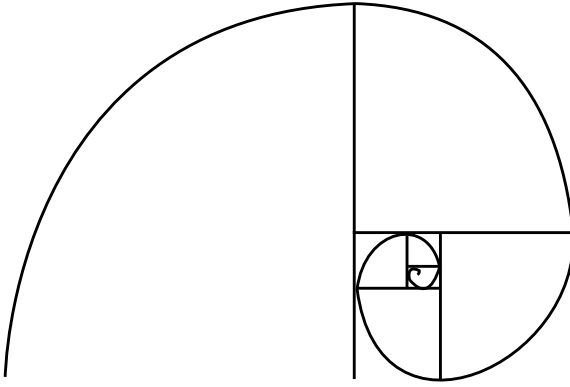
$\phi = 1.618.....$

sayısına yaklaşır. n inci Fibonacci sayısı $F(n)$, (n+1) inci Fibonacci sayısı $F(n+1)$ ise Altın Oran (ϕ) aşağıdaki şekilde bulunabilir:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{F(n+1)}{F(n)} = \varphi$$

Fibonacci sayılarının birleşiminden oluşan Fibonacci dizisinin kullanıldığı yerlere aşağıdaki örnekleri verebiliriz:

- Ayçiçeği: Ayçiçeği'nin merkezinden dışarıya doğru sağdan sola ve soldan sağa doğru taneler sayıldığında çıkan sayılar Fibonacci Dizisinin ardışık terimleridir.
- Papatya Çiçeği: Papatya Çiçeğinde de ayçiçeğinde olduğu gibi bir Fibonacci Dizisi elde edilir.
- Çam Kozalağı: Çam kozalağındaki taneler kozalağın altındaki sabit bir noktadan kozalağın tepesindeki başka bir sabit noktaya doğru spiraller (eğriler) oluşturarak çıkarlar. İşte bu taneler soldan sağa ve sağdan sola sayıldığında çıkan sayılar, Fibonacci Dizisi'nin ardışık terimleridir.
- Tütün Bitkisi: Tütün Bitkisinin yapraklarının dizilişinde bir Fibonacci Dizisi söz konusudur; yani yaprakların diziliminde bu dizi mevcuttur. Bundan dolayı tütün bitkisi Güneş'ten en iyi şekilde güneş ışığı ve havadan en iyi şekilde Karbondioksit alarak Fotosentez'i mükemmel bir şekilde gerçekleştirir.
- Eğrelti Otu: Tütün Bitkisindeki özelliğin aynısı Eğrelti Otu'nda da vardır.
- Mimar Sinan'ın da bir çok eserinde Fibonacci Dizisi görülmektedir. Mesela Süleymaniye ve Selimiye Camileri'nin minarelerinde bu dizi mevcuttur.



Şekil 4.2: Fibonacci Spiralinin Oluşumu



Şekil 4.3: Fibonacci Dizisinin Çok Sayıda teriminin Dizilmesi ile Oluşan Fibonacci Spirali

Fibonacci dizisindeki terimlerle orantılı büyüklükteki kareleri, spiral şeklinde dizersek Şekil 4.2'deki gibi bir spiral elde edilir. Bu spirale Fibonacci spirali adı verilir. Bu spirale ait çok terimden oluşan Fibonacci spirali Şekil 4.3'de görülmektedir.



1,1,2, 3,5,8,13,21,34,55 şeklinde bir Fibonacci dizisinden yararlanarak φ Altın Oranı'nı hesaplayınız.

Jordanus Nemorarus

Şimdiye kadar Avrupa'nın çeşitli kentlerindeki kaynaklardan bulunan altı farklı önemli konuda latince kaleme alınmış eserleri olan, XIII. Yüzyılda yaşamış Avrupalı matematikçidir. Bu eserlerin başlıkları ve bu eserlerle ilgili kısa bilgiler aşağıdaki gibidir:

- **Mekanik (Scientia de Ponderibus-Ağırlıklar Bilimi):** Konumsal ağırlık kavramı, Bileşen kuvvetlerin kullanımı, Statik'teki sanal yerdeğiştirmelerin tartışılmasında dengedeki cisimlerin incelenmesi, Farklı açılı eğik düzlemlerde eşit olmayan ağırlıkların denge koşullarının ispatlanması gibi konuların, Galile'den önce, ele alındığı bir kitap serisidir.

- **Algorizmi makaleleri:** Aritmetikte verilen problemlerin çözümü sonlanıncaya kadar izlenen yolların nasıl olacağı, yani algoritması üzerinde yazılmış, örneğin uygulamalı aritmetikle ilgili makalelerdir.
- **Aritmetik:** (De elementis arismetice artis-Aritmetiğin Elemanları) On kitapta, yaklaşık dörtyüze yakın temel aritmetik problemini içermektedir.
- **Cebir:** (De numeris datis) XII.yüzyılda Arap kaynaklarından çevirisi yapılmış elemanter cebir kitabı olup, bir cebir probleminin çözümünde bir denklemin kurulması ve bilinmeyenin bulunması gibi işlemler bu kitapta anlatılmaktadır.
- **Geometri:** (Liber philotegni, De triangulis) Üçgenlerin açıları ve kenar oranları, doğru parçalarının bölünmesi, farklı koşullardaki üçgen ve dörtgenler, aynı ve farklı çemberlerde düzlem parçaları ve yay oranları, bir açının üçe bölünmesi, kenar uzunlukları verilen üçgenlerin alanı gibi konuları ele alan bir kitap serisidir.
- **Stereografik izdüşüm:** (Demonstro d plana spera): Bir düzlem üzerinde üç boyutlu izdüşümlerin oluşturulması konusunu ele alan bir kitaptır.

Ortaçağ Hristiyan Dünyası'ndaki Fizik Çalışmaları

Aristoteles ve onun düşüncelerinin Müslüman yorumcusu İbni Sina'nın düşünceleri, Hristiyan Dünyası'nda Ortaçağ'da yapılan fizik çalışmalarının gelişmesini ve ele alınan konu başlıklarını etkilemiştir. Ortaçağ'daki entellektüellerin Kutsal Kitap'ta yazılanları tartışılmaz doğrular kabul etmeleri ve yeni bir düşünce arayışında olmayışları böyle bir durumu ortaya koymaktaydı. İnsana düşen Kutsal Kitap'ta yazan dinsel dogmaları anlayarak, açıklamak ve bu dogmalara karşı çıkanları ikna etmektir. Skolastik dönemde, kısmen de olsa sakıncalı bulunmayan tek düşünür olan Aristoteles'in kaleme aldığı kitaplardaki bilgilerin tartışmasız olarak doğru kabul edilmesi idi. Hristiyan dünyası'nda bu dönemde fiziğin optik yani ışık bilgisi alanında çalışmalar yapmış bilim adamlarından öne çıkan dört örnek olan Robert Grosseteste, Rogere Bacon, John Pecham ve Witelo'yu ele alacağız. Bunların yanı sıra hareketle ilgili çalışmalar yapan ve Galile'den önce, onun yaptığı çalışmalara ön bilgiler oluşturan bilim adamlarını tanıtacağız.

Robert Grosseteste

Optik konusunda çalışmış ve optiği bilimsel bir kimliğe kavuşturmada katkıları olan bir bilim adamı olan Robert Grosseteste (1170-1253), ışık konusuna tamamen mistik ve metafizik bir yaklaşım ileriye sürmüştür. Bu düşüncesinde Şeyh el Maktül'ün mistik-metafizik yaklaşımından etkilenecek düşüncelerini mantık ve optik temeline oturtmuştur. Doğayla ilgili kabul edilebilir bilgi elde etmenin, resolutio (çözme) ve compositio (birleştirme) işlemleri şeklinde iki aşamalı bir süreç olduğunu belirtmiştir. Çözmeden sonraki birleştirme aşamasında, yani olguların oluş biçimlerine anlam vermeye yönelik varsayımların kurulmasında, deney yapmak gerektiğini ifade etmesi çok ilginçtir. Bu nedenle, deneysel yöntemin başlamasına aracı olmuş ve deneysel olguların oluşmasında gereken zorunlu koşulların neler olması gerektiğini ortaya koymuştur. Grosseteste, fizik ve matematik arasında bir bağlantı kurarak, öğrencisi Roger Bacon'ın benimsediği bu yaklaşımla, fiziksel olguların matematiksel modellerle tasvir edilebileceğini göstermiştir. Işığın hareketi geometrik kurallara uygun biçimde meydana geldiğinden, doğadaki diğer bütün hareketlerin geometrik kurallara göre gerçekleşmesi gerekir. Öyleyse, sonradan Galile'nin söylediği gibi, evren bir matematiksel yapıdır ve matematik yardımıyla tanımlanabilir. Grosseteste, Rönesans sonrası bilimsel yöntem tartışmalarına ışık tutmuştur.



Şekil 4.4: Robert Grosseteste

Önerdiği dört farklı ışık benzeşimiyle, hem optiği hem de tüm varlıkları açıklamayı hedeflemiştir:

1. Tümevarım yönteminin kullanılmasıyla bilgi kazanımı süreci, göz yoluyla maddesel görmeye benzer bir olay olarak gerçekleşir. (Işık bilgisinin felsefesi)
2. Işık, ilk maddesel form ve maddesel bir dünyada ilk ışık noktasının kendi kendine yayılması sonucudur. (Işığın metafiziği)
3. Maddesel dünyadaki her şey, her tür nedensellik ışığın doğrusal yayılması ile benzerdir. (Işık fiziği)
4. Doğüstü doğrular, ışıktaki benzerlikleri kullanılarak açıklanabilir. (Işık teolojisi)

Bu dört ışık benzeşiminin tümüne Işık Felsefesi veya Metafiziği adı verilir. Çünkü, sözü edilen birinci ışık benzeşimi, mistik ve metafiziktir. Bu düşünce biçiminde, asıl ışık Tanrı'dır. Algılanan ışık ise bunun taklididir. Bütün ışıkların kaynağı, asıl ışık olan Tanrı'dır. Gerçek aydınlanma, Tanrısal Aydınlanma'dır.

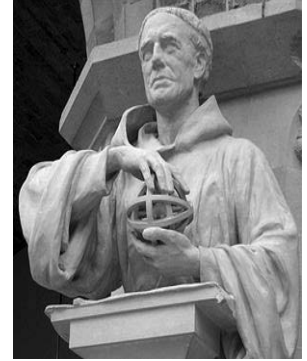
Güneş, nasıl gözün tüm nesneleri görmesini sağlıyorsa, Tanrısal aydınlatma da akılsal gözün, akılsal nesneleri görmesini sağlamaktadır. Güneş ışığı tarafından aydınlatılmadığı sürece, nasıl renkli cisimler görülmüyorsa, akılsal gözler, doğruları gerçeğin aydınlattığı ölçüde görürler. Grosseteste'nin ışıkla ilgili metafizik düşüncesi, optiği doğa felsefesinin odağı haline getirmiştir.



Robert Grosseteste'nin ışıkla ilgili düşünceleri hangi yaklaşımlara dayanmaktadır? Hem optik hem de doğadaki tüm varlıkları hangi dört farklı ışık benzeşimiyle açıklamıştır?

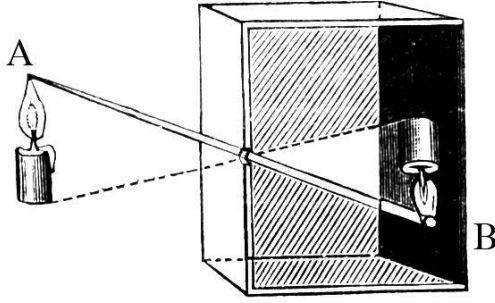
Roger Bacon

Grosseteste'nin öğrencisi olan Roger Bacon (1220-1292), Fransisken mezhebi keşişlerindendir. Doctor Mirabilis (Olağanüstü Bilim Adamı) olarak nitelendirilmiş olup, Paris Üniversitesi'nde onbeş yıl kadar bulunmuştur. Doğa araştırmalarında, doğru bilgiye ancak deney yaparak ulaşılabileceğini savunarak, bilimsel bilginin elde edilmesinde deneysel yöntemi ifade eden ilk bilim adamı olmuştur. Deney, dışsal ve içsel olarak ikiye ayrılır. Dışsal deney, duyuyla gerçekleştirilir ve doğadaki varlıkların tanınmasına yöneliktir. İçsel deney ise, sezgilerle gerçekleşir ve doğa üstü varlıkların tanınmasına yöneliktir. Elde edilen bilgiler, insanı mutlu kılar. Deneysel bilgi, insanlara geleceği önceden bildirme ve kavrayışını geliştirme olanağını verir. Böylece, kötülük gerçekleşmeden önlemi alınır, bu nedenle, insan doğaya hakim olabilir.

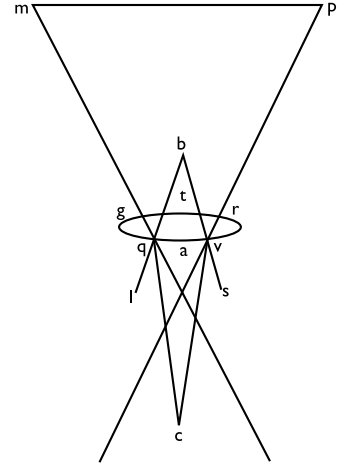


Şekil 4.5: Roger Bacon
(Oxford Üniversitesi Müzesi)

Roger Bacon, optikle ilgilenmiş, mercekler ve aynalar, ışığın niteliği, gökkuşağı oluşumu ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Yansıma, kırılma ve küresel sapmanın ilkelerini ifade ederek, Güneş tutulmasını görüntülemek amacıyla Karanlık Oda'dan yararlanmıştır (Şekil 4.6). Karanlık odanın karşısındaki cisimden çıkan ışık ışınları, öndeki küçük delikten geçerek, karşıdaki yüzeyde, görüntü verirler. Hocası gibi, Bacon'da, optiğin, doğa felsefesinin odağında yer aldığını kabul etmiştir. Müslüman bilim adamlarından İbn ül Heysem'in etkisi altında kalarak optik çalışmalarını sürdürmüştür.



Şekil 4.6: Karanlık Oda (Camera Obscura)



Şekil 4.7: Roger Bacon'un Görme Piramidi

Bacon'a göre, bir cisimdeki her bir noktadan bütün doğrultulara ışık ışınları yayılır ve gözün her bir noktasına ulaşır. Cisimden çıkan ışınlar göze ulaştığına göre, ışık ışınları, tepesi göz, tabanı ise cisim olacak şekilde bir piramit oluşturur (Şekil 4.7). Bu İbn el Heysem'in açıklamasıyla aynıdır. Burada açıklanması gereken bir soru vardır: Cisimdeki noktalarla gözdeki noktalar arasındaki uyum nasıl sağlanabilir? İbn el Heysem'e göre, görmeyi oluşturan ışınlar yalnızca göze dik gelenlerdir, yani kırılmaya uğramayanlardır. Bu konuda Bacon'ın yaklaşımı ise şöyledir: Gözün herbir noktasına, cismin tümünden gelen çıkan piramitlerin tepeleri ulaşır. Cismin herbir noktasının görüntüsü burada karışır. Gözün bir noktasına, örneğin gözbebeğine cismin yalnız bir noktasının gönderdiği ışın dik olarak gelir, diğer ışınlar ise aynı noktaya, farklı açılarla eğik olarak gelirler. Göz havadan yoğun bir sıvı ile dolu olduğu için, kırılma yasasına göre, bütün eğik ışınlar, gözün korneasında kırılmaya uğrarlar ve eğik ışınlar zayıf, dik gelenler parlaktırlar. Parlak ışınlar, zayıf ışığı gizlerler. Böylece, tabanı cisimde, tepesi gözün korneasının merkezinde yer alan bir görme piramidi oluşur. Bu piramidin gözlemcinin gözüne ulaşmasıyla görme olayı gerçekleşmiş olur. Sonuçta, Bacon'ın açıklaması, İbn el Heysem'i tekrarlayan ve ona ek bir bilgi içermeyen açıklamadır.



Roger Bacon'ın İbn el Heysem ile benzeşen optikle ilgili görüşlerini açıklayınız.

John Pecham

John Pecham'ın (1220-1292) görme ile ilgili açıklamaları İbn el Heysem'inkilere yakındır. *Perspectiva Communis* (Cisimlerin Genel Görünümleri) adlı eseri, İbn el Heysem'in *Kitab el Menazır* adlı eserinin uzun ve karmaşık kopyası şeklindedir. Pecham, İbn el Heysem'den yazar, ya da fizikçi olarak söz ederek alıntılar yapmıştır. Görme teorisi, gözün anatomisi ve fizyolojisi, algı psikolojisi, kırılma ve yansıma ile görüntü oluşumu konuları, *Kitab el Menazır*'ın aynıdır.

Kitab el Menazır'a benzer şekilde, John Pecham'da eserini *Görme, Yansıma ve Kırılma* başlıklı üç bölümden oluşturmuştur. *Görme* adlı bölümde şu satırlara yer verilmiştir:

- Işık ve renk gözü etkiler.
- Işıklı nesneden gelen ışınlar bir piramit oluştururlar.
- Işıklı cismin her bir noktası, ortamı yarı-küresel olarak aydınlatır.
- Bir cismin yaydığı ışınlar, ortamı birbirine karışmaksızın aydınlatırlar.
- Gözün üzerine düşen kuvvetli ışıklar, ortamdaki görsel nesneleri gizlerler.

- Güçlü ışık, zayıf ışıkta görünmeyen pek çok görsel nesneyi görünür hale getirir.
- Cisimlerin renkleri, üzerlerine düşen farklı ışıklara göre değişik görünür.
- Görme, göz üzerine dik olarak düşen yayılım çizgileri aracılığıyla oluşur.
- Hiçbir şey ışıksız görünmez.

Witelo

XIII.yüzyıldaki optik alanında çalışmalar yapan diğer önemli bir bilim adamı da Witelo (123-1280) dur. Witelo'ya göre, görme, gözden çıkan ışık ışınları vasıtasıyla gerçekleşmez. Göz ve ışık ışınlarına dayalı teoriyi savunmayan tek bilim adamı Witelo'dur.

İbn el Heysem, Helenistik Dönem bilim adamlarından Heron'un ileri sürdüğü Göz- Işık Işını teorisini kabul etmeyerek, Cisim-Işık Işını teorisinin geçerliliğini kanıtlamıştır. John Pecham ve Roger Bacon ışık kaynağı ve görmeyi sağlayan ışınlar konusunda İbn el Heysem'den farklı düşünerek, ışınların gözden çıktığını savunmuşlardır. Bu açıdan, Witelo, ışınların gözden çıkmadığını savunması bakımından, çağdaşlarına göre ileri bir adım atmıştır.

XIII. yüzyıl optik bilimi açısından Hristiyan Dünyası'nda bir sentez dönemi olmuştur. John Pecham ve Roger Bacon, çalışmalarında, Antik Yunan, İslam ve Hristiyan geleneklerini birleştirmek suretiyle, optik bilimine yeni bir yaklaşım getirmişlerdir. Bunlar arasında, en başarılı olan Roger Bacon'dur.

Hareketle İlgili Çalışmalar

Hristiyan Dünyası'nda yapılan çalışmalar yalnızca optik alanında değildir. Bunların yanısıra hareket konusuyla ilgili çalışmalar yapan bilim adamları da vardır. Müslüman bilim adamı İbn Bacce'nin (1095-1138) hareketle ilgili Aristotelesçi hareket teorisine yaptığı katkıları vardır. Bacce'ye göre, kuvvet yoksa, hareket yoktur, fakat, boşlukta da olsa, hareketin sona ermesi için zaman geçecektir. Bu görüşler Hristiyan bilim adamlarını etkilemiştir. Bu bilim adamlarından biri Thomas Aquinas (1225-1274)'tır. Ona göre, boşlukta da hareket vardır, çünkü hareket edilen ortam, kısımlardan oluşur ve hareket eden cisim, bu kısımların hepsinde aynı anda bulunamaz. Boşluk, hareket için ideal bir ortamdır. Gök cisimlerinin hareketi bu nedenle idealdir.

Bacce'nin düşüncelerini paylaşan bilim adamlarından biri de Peter Olivi (1248-1298)'dir. Olivi'ye göre, boşlukta hareket edilebilir ve hareket eden cismin hız değişimleri, uygulanan kuvvetin büyüklüğüne bağlıdır. Ortamın geometrik özellikleri, hareketi etkiler. Kuvvet ve hız, ikincil olarak hareketi etkileyebilir. Ortamın geometrik özelliği kalkarsa, hareket de yok olur. O halde, kuvvet olmadan da hareket olabilir. Bu bugünkü hareket anlayışıyla örtüşmektedir. Atış hareketleri de bir başka tartışma konusu olmuştur. Ockhamlı William (1300-1349)'a göre, hareket ettirilebilir bir cismin onu fırlatandan ayrıldıktan sonra oluşan atış hareketinde, hareket eden cisim, hareket ettirilmiş olduğundan mutlak veya görelî bir gücün olmayacağını, bu nedenle, hareket edenle hareket ettirenin mutlak olarak birbirinden ayırd edilemeyeceğini iddia etmiştir.

Bu konuda çalışan bir diğer bilim adamı da Jean Buridan'dır. Ona göre, fırlatılan cismin kütlesi ve hızı, cisme uygulanan kuvvetle orantılıdır. Bu kuvvet yarı kalıcı bir özelliktir. Cisim harekete başlayınca, karşı kuvvet yani direnç kuvveti engelleyinceye kadar, hareket devam edecektir.

Hareketle ilgili en önemli çalışmaları yapanlar ise Oxford Üniversitesi Merton Koleji'nde çalışan dört matematikçidir: Thomas Bradwardine (1290-1349), Richard Swineshead (1328-1354), John Dumbleton (1310-1354), William Heytesbury (1313-1372). Bu grup, değişme ile hareket arasındaki ilişkiyi irdelemişlerdir. Hareket de bir nitelik olarak kabul edilmiştir, hareketin de bir şiddeti vardır. Bu şiddetin hız olduğuna karar vererek, hızın nasıl değişeceğini irdeleyerek, hareketin ivmeli hareket olmasına karar vermişlerdir. Yani ivme kavramını keşfetmişlerdir. Hareket türlerini belirleyerek, ivmeli harekette alınan yola ilişkin bir teorem ortaya atmışlardır. Belli bir süre devam eden ivmeli harekette alınan yol, ortalama hızla aynı sürede yapılan düzgün doğrusal harekette alınan yola eşittir. Bu teoremin doğruluğu sonraki yüzyıllarda ispatlanmıştır. Hareketler arası fark, hareketin nedeni ile ilgili teori, hareket bilimi, ivme

kavramının tam ifadesi, sabit ivmeli hareketin anlaşılmasıyla ilgili ortalama hız teoremi, bu çalışma grubu tarafından geliştirilmiştir. Her niteliğin iki boyutu olduğunu öneriyorlar: (i) niteliğin şiddeti, (ii) toplam niceliği. Örneğin ağırlık bir nitelik olarak alınır, şiddeti, özgül ağırlık, toplam niceliği ise, tartıldığında bulunan ağırlığıdır. Bu bilim adamlarına göre, nitelik olarak hareket alınır, şiddeti hız, niceliği ise, alınan toplam yoldur. Hareket eden nesnenin anlık hızı vardır. Anlık hızı, ölçmek için, çok kısa bir t zaman aralığında s yolu alınır, anlık hız $v = (s/t)$ dan bulunuyordu. Bu anlayıştan dolayı, anlık hız, hareketin belli bir andaki şiddeti kabul edilmiştir.

Diğer taraftan, ivme hareketin şiddetindeki zamansal değişmedir. Bu değişme düzgün oluyorsa, yani ivme sabit ise, harekete düzgün ivmeli hareket adı verilecektir. Bu çalışma grubu, düzgün ivmeli harekete ait yol ifadesini iki ayrı yöntemle geliştirmiştir: Tek sayılar yasası ve Ortalama hız teoremi. Tek sayılar yasasına göre, düzgün ivmeli hareket eden cismin aldığı yollar tek sayılar şeklindedir: yani 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13....olacaktır. Toplam yolun ise, 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64,..... olduğu görülecektir. Yol ile zaman arasında ilişki hemen çıkartılabilir. Yol zamanla orantılıdır. Ortalama hız teoremi'ne göre, düzgün hızlanan bir cismin aldığı yol, ortalama hızla birim zamanda alacağı yola eşittir. Başlangıçta hızı sıfır olan cismin harekete geçip ulaştığı son hızı ikiye bölersek ortalama hızı bulmuş oluyoruz.

Aristoteles'in hareket düşüncesiyle ilgili tartışmalar Ortaçağ'da büyük bir bilgi birikimine neden olmuştur. Aristoteles'in genel formülü olan, hız (v), kuvvet (F) ve direnç (R) arasındaki dinamik ilişkiyi veren $v = (F/R)$ formülüne göre, üç temel konu tartışılmaya devam etmiştir:

- i. v ile F arasındaki ilişki dirençli mi yoksa ideal ortamda mı tamamen doğrudur?
- ii. Serbest düşme yapan yani doğal hareket yapan cisimlerin ivmesi ne olacaktır?
- iii. Dinamik yasasıyla hareket nasıl açıklanabilir?

(iii) deki soruda değinilen $v = (F/R)$ dinamik yasasında, Aristoteles'e göre, F kuvveti, R direncinden az veya eşitse, hareket olmayacaktır. Oysa, bu iki halde de sıfırdan farklı pozitif bir sayı elde ediliyor yani hareket var. Örneğin, $F=R$ durumunda $v=1$ elde ediliyor. $F=2$ ve $R=4$ için $v=0.5$ bulunuyor. Yani her iki durumda da Aristoteles'in düşüncesi doğrulanmıyor. Thomas Bradwardine (1290-1349), bu eleştirilere yanıt vermeye çalışıyor. Boşlukta hareketin olmayacağını, Aristoteles'in formülünün yanlış olmadığını, $v = (F/R)$ nin dışındaki formüllerin yanlış olduğunu ifade ediyor. Hareket formülünde mutlaka bir oran olmalıdır. Örneğin direnç sıfır olduğunda hız sonsuz oluyor. Yani Aristoteles haklıdır. Hızla kuvvet arasında doğru, hızla direnç arasında ters orantı olmalıdır. Sorun $F=R$ ve $R>F$ olduğunda yazılacak formülün pozitif bir değer vermesidir. Amaç 0 ile 1 arasında değer vermeyi engelleyecek bir formül elde etmek. Bradwardine bunun için iki hareket biçiminden yararlanıyor: Birinci hareket: $F_1=8$ ve $R_1=4$; İkinci hareket: $F_2=8$ ve $R=1$ olsun. Bu verilere göre $v_1=2$ ve $v_2=8$ bulunuyor. $(v_1/v_2) = (1/4)$ dir. Yani ikinci hareketin hızı, birinci hareketin hızının dört katıdır. İki hareketin hızları arasındaki oran gerçekte 3 kattır. O halde bu ilişki logaritmik olmalıdır.

Bradwardine, hareket için yeni bir formül geliştiriyor. Hız aritmetik olarak, (F/R) oranı ise geometrik olarak artmalıdır. Buna göre formül $v = \log (F/R)$ şeklini alıyor. Bu durumda Aristoteles'e yapılan eleştiriler haksız duruma düşüyor. $F=R$ ise $v = \log(1)=0$; $R=0$ ise $v = \log(0)=\infty$ oluyor. $F < R$ oluyorsa $v = \log(x) =$ negatif oluyor. Eğer x sıfırdan büyük, birden küçükse ($0 < x < 1$) negatif bir sayı çıkıyor. Bu da Aristoteles'in düşüncesinin doğru olduğunu gösteriyor.

Bu açıklamalar, Galileo için gereken bilimsel alt yapının hazırlandığını, yani ilgili temel kavramlar ve teoremlerin oluşturulduğunu bize gösteriyor. Yine de hareketlerle ilgili problemlerin çözümü tam olarak yapılabilir durumda değildir. Bunun için Galile ve Newton'un çalışmalarının beklenmesi yani XVI.Yüzyılı beklemek gerekiyor.



Aristoteles'in dinamikteki, hız, kuvvet, direnç arasındaki ilişkiyi tanımlayan bağıntısında, tartışılmaya devam eden üç temel sorun nedir?

ORTA ÇAĞDA İSLAM DÜNYASI'NDA YAŞANAN GELİŞMELER

İslam dininin doğuşuyla, tarihin en parlak dönemlerinden biri başlamıştır. Komşu ülkelerin fethedilmesiyle başlayan Arapların dünya coğrafyasındaki yayılmaları, sonraki yüzyıllarda bilim ve teknolojiye de etkisini göstermiştir. VIII. ile XII. Yüzyıllar arasındaki dört yüzyıllık dönemde, bilim ve teknolojiye yaşanan parlak zaman, Atlas Okyanusu kıyılarından Kuzey Hindistan ve Orta Asya'ya kadar olan bölgede kurulan imparatorluk topraklarında yaşanmıştır. Bu parlak dönem onbirinci yüzyıldan itibaren kaybolmaya başlar, gerileme ve yönetim bozuklukları büyük bir çöküşle sona erer. İslamiyetin bu kadar geniş topraklara yayılmasında diğer din ve inançlara gösterilen hoşgörü rol oynamıştır. Ezilmiş bir çok halk, Müslümanlar'a kurtarıcı olarak bakmıştır. Araplar, aslında koyu dindar değillerdi ve askerliğe yatkın yaradılıştı değillerdi. Başka ülkeleri fethetmelerinin altındaki neden, İslamiyet'i yayma düşüncesi idi. Bu arada Yunan ve Roma uygarlıklarının kalıntılarıyla da yüzyüze geldiler. Bu durum onlara büyük bir öğrenme isteği kazandırdı. Kendilerine sığınan bilim adamları ve düşünürlerden sağladıkları Antik Yunan Dönemi eserlerini hızla Arapça'ya çevirme seferberliğine giriştiler. Bugünkü İran toprakları içinde yer alan Cundişapur'da yaşayan Hristiyanlığın bir kolu olan Nasturiler, klasikleri çevirmede büyük pay sahibi oldular. Bu döneme damgasını vuran düşünceyi Biruni'nin sözcükleriyle özetleyelim. “ Ben her kişinin kendi çalışmasında yapması gerekeni yaptım: Öncellerinin başarılarını minnettarlıkla karşılamak, onların yanlışlarını ürkmeden düzeltmek, kendisine gerçek olarak görüneni gelecek kuşağa ve sonrakilere emanet etmek.”

Araplar Suriye'yi ele geçirdiklerinde oradaki Nasturilerin Aristoteles'in eserlerini okumakta olduklarını gördüler ve Yunan düşüncesiyle sağladıkları ilk temas böyle gelişti. Sekizinci yüzyılın sonlarına doğru, halife Harun el-Reşit, Aristoteles, Hipokrat ve Galen gibi ünlü hekimlerin eserlerini Arapça'ya çevirtti. Euclides'in Elementler'i, Batlamyus'un Almagest'i, Coğrafya'sı, Optik'i, Apollonius'un Koni Kesitleri, Platon'un Devlet ve Yasalar'ı, Aristoteles'in Organon'u, Oluş ve Bozuluş'u, Galenos'un Organların Yararları, İlaçların Birleşimi ve Ruh Hastalıkları gibi kitaplar Arapça'ya öncelikle çevrilmişti. Sonraki halifelerden el Mamun Bizans ve Hindistan'a kültür elçileri yollayarak, oradaki kültür eserlerini toplamaya koyuldu. Bu gelişmeler Dünya Bilim ve Düşünce Tarihi'nde önemli bir yer tutar. Bu dönemi üç evreye bölerek incelemek yerinde olacaktır.

Birinci evrede, bilgiyi elde etme, bilim nerede ise gidip alma çabası hakimdi ve amaç, bilgiyi üreten, ister Yunan, ister Hint, ister Farisi olsun onu elde etmek ve Arapça'ya çevirmektir. İkinci evre ise, bilgiyi sistemleştirme süreci olup, amaç, bilgiyi üreterek, kullanılabilir hale dönüştürmek ve topluma yöneltmektir. Bu evrede, bilim takdir ve teşvik edilme ayrıcalığını kazanmıştı. Hem entellektüeller, hem yönetenler, bilginin ışığıyla sorunların çözülebileceği yaklaşımı içindeydiler. Beyt ül Hikme (Bilgelik Evi) bu sürecin kurumudur. Son evre ise, özgün bilgi üretme sürecidir. Harezmi (780-850), Farabi (870-950), İbn ül Heysem (965-1039), İbn Sina (980-1037) gibi bilim adamı ve düşünürlerin zirvede olduğu bir evre yaşanmıştır. Araştırma, kuralları, yöntemi, kavramları olan bir niteliğe kavuşmuştur. Yani bu dönem, İslam Bilim Tarihi açısından altın çağdır. Bu dönem içerisinde üretilen bilgiler yüzyıllar sonra, V. ve XI. Yüzyıllar arasında karanlık çağına yaşandığı Batı Dünyası tarafından çeviri yapılarak tanınabilmiştir.

Bu dönem içindeki en parlak çalışmalar, matematik, tıp, fizik, kimya ve astronomi alanlarında gerçekleştirilmiştir. Şimdi bu alanlardaki gelişmeleri ayrıntılı şekilde ele alalım.

ORTA ÇAĞ İSLAM DÜNYASI'NDAKİ BİLİMSEL KURUMLAR

İslam Dünyası'ndaki bilimsel gelişmelerin yaşandığı üç önemli kurum, Beytül Hikme (Bilgelik Evi), gözlemevleri ve hastahanelerdir.

Beytül Hikme veya Bilgelik Evi bir araştırma ve eğitim kurumu olup, Abbasi halifesi el Mamun tarafından Cundişapur'daki Akademi örnek alınarak kurulmuştur. Sasani Hükümdarı I. Şapur'un kurduğu Cundişapur, Roma İmparatoru Valerianus döneminde esir edilen Suriye'deki sanatçılar ve bilim adamlarının yanı sıra, Bizans'tan kaçan Nasturi düşünürler ve hekimlerin yerleştirildiği bir kentti. Kısa sürede Cundişapur, İran'ın önemli bir kültür merkezi olmuş ve özellikle Nasturiler'in kurduğu Tıp Okulu, Antik Yunan bilim ve felsefesinin yayılması ve korunmasında önemli bir rol oynamıştır.

Cundişapur, Hazreti Ömer döneminde Müslümanlar tarafından ele geçirilmiş ve sonra özellikle Yunan tıbbına ait eserlerin Yunanca'dan Arapça'ya çevrilmesinde etkili olmuştur. Bilgelik Evi'nin en önemli görevi, dönemin ünlü astronom, matematikçi ve hekimlerini biraraya getirmek ve bilimin çeşitli alanlarındaki belli başlı yapıtları çeşitli dillerden ve özellikle Yunanca'dan Arapça'ya çevirmektir. Zengin bir kütüphanesi bulunan Bilgelik Evi'nin müdürlüğünü dönemin önemli bilim adamları yapmıştı. Fadl İbn Nebbant ve el Harezmi bunlara örnek gösterilebilir.

İlk gözlemevleri, Orta Çağ İslam Dünyası'nda kurulmuştur. İskenderiye'de daha önce kurulan bir gözlem evinin bulunduğu rivayet edilse de bu gözlemevi, sistemli olarak gözlemler yapmak amaçlı bir kurum değildir. Ayrıca şahıslara ait ve gezici gözlemevleri de vardı. Bu gözlemevlerinde sürekli ve sistemli olarak günlük gözlemler yapılmaktaydı. Gözlemevlerinin kurulmasındaki en önemli neden, güvenilir gözlemler için gereken aletlerin boyutlarının büyük olmasıydı. Büyük boyutlu aletlerle yapılan gözlemler sonucunda, toplanan gözlem verileri, zic adı verilen çizelgelerde toplanarak, ibadet vakitlerinin belirlenmesi ve takvim hazırlanması gibi günlük ihtiyaçlarla ilgili işlemler, bu çizelgeler aracılığıyla yapılmıştı.

İslam Dünyası'ndaki ilk hastahane, Emeviler Dönemi'nde Şam'da kurulmuştur. Bir gün Horasan'a giden Kuteybe İbn Müslim, Belh'de bir Budist rahip olan Bernek isimli bir hekimle karşılaşmış ve Emevi Halifeleri'nin tedavisi için Şam'a getirtmiş ve sonra kardeşi Abdülmelik, hekimin sanatından etkilenerek, başkent Şam'da bir hastahane kurmuştur. Bu hastahane Hint tıbbının etkili olduğu söylenmektedir. İkinci hastahane Kahire'de, üçüncü ise Abbasi halifesi Mansur zamanında Bağdat'ta kuruldu. Hastahanelerin sayısı giderek artmış ve bunlara ek olarak, uzmanlık dalları ayrılmış ve bugünkü anlamda poliklinikler açılmıştır.

XIII., XIV., XV. Yüzyıllarda, İtalya ve Fransa'da kurulan hastahanelerle karşılaştırıldıklarında, aynı zamanda eğitim verilen bu hastahanelerin daha örgütlü ve düzenli oldukları görülmüştür. Hastalıklar için farklı koşullar oluşturulması, temizliğe dikkat edilmesi, tedavi hizmetlerinin toplumun bütün kesimlerine yaygınlaştırılması ve vakıflarca desteklenmesi, bu kurumları Avrupa'daki benzerlerine göre üstün kılmıştır.

ORTA ÇAĞ İSLAM DÜNYASI'NDAKİ MATEMATİK ÇALIŞMALARI

IX. yüzyılda Yunanca'dan Arapça'ya yapılan çeviriler arasında, Euclides'in Elementler ve Batlamyus'un Almagest adlı eserleri bulunmaktaydı. Bunun yanı sıra, Arapların Hintliler'den esinlendikleri sayı sistemi, sıfırın bir rakamla gösterilmesiyle tamamlanmıştı. Avrupa'da Roma rakamları gibi kullanışsız sayı sistemi yerine geçen bu sistem, Arap rakamları diye anılmaktadır. Araplar'ın geliştirdiği sayı sisteminin Avrupa ülkelerine geçmesinin sağlanmasında, halife el Mamun'un kütüphane müdürü el Harezmi'nin cebirle ilgili yazdığı bugün bile Dünya çapında tanınan kitap önemli rol oynamıştır. Bunların yanı sıra birçok matematikçinin geometri, cebir ve trigonometri alanlarında çalışmalar yaptığı bulunmuştur. Şimdi bu bilim adamlarından bazılarını ele alacağız.

Abdülhamit İbn Türk

Abdülhamit İbn Türk (830-910), dokuzuncu yüzyılda yaşamış, sayılar teorisi ve cebir alanında çalışmalar yapmış bir Türk Müslüman matematikçidir. Onun geçmişi ile ilgili çok az bilgi günümüze ulaşmıştır. Meşhur matematikçi Harezmi'nin çağdaşıdır. Eserlerinden bazıları aşağıdaki gibidir:

- Kitab el jame Fi'l Hesap (Kapsamlı Hesap Kitabı) altı kitaptan oluşan bir eserdir, fakat günümüze ulaşmamıştır.
- Kitab el Muamelat (İşlemler Kitabı) kayıp olan eserlerinden birisidir.
- Nawader al Hesab wa Kawas al a'dad (Hesaplama ve Sayıların Özel-likleri ve Çeşitleri Kitabı) kayıp olan eserlerindendir.
- Kitab al Jabr wa'l Moqabala (Katışık Denklemlerde Mantıksal Zorun-luluklar)



Şekil 4.8: Abdülhamit İbn Türk

Bu son kitabı, Harezmi'den önce yazmıştır. Bu kitapta, bir denklemin özel hallerini, bilinmeyenlerle, terimleri katsayıları arasındaki ilişkileri ve ikinci derece denklemlerin çözümü incelemiştir. Ayrıca kitapta geometrik çözümler sunulmuştur. Bu çözümler üç katışık denklem tipi olduğu kadar $cx^2=bx$ şeklindeki denklemler için de geçerlidir. Harezmi'nin yazdığı denklem çözümleri daha uygulamaya dönük iken, Abdulhamit İbn Türk, daha kuramsal kitapları kaleme almıştır.

Sabit İbn Kurra

Sabit İbn Kurra (826-901), Harran'da doğmuş olan döneminin önde gelen matematikçi ve astronomlarından. Yunanca ve Süryanice biliyordu ve Apollonius, Archimedes, Euclides ve Batlamyus gibi bir çok Yunan bilim adamlarının eserlerini Arapça'ya çevirmiştir. Batlamyus'un Almagest isimli eseri hakkında yaptığı yorumda, Sinüs Teoremi'nin tanımını vererek astronomiye uygulanması üzerinde durmuştur. Biri diğerinin çarpanlarının toplamına eşit olan sayılar yani dost sayılar üzerine yaptığı incelemeler, Pisagorcular'ın sayılar teorisi çalışmalarından haberdar olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra cebirin geometriye uygulanması ile ilgili çalışmalar da yapmıştır.



Şekil 4.9: Sabit İbn Kurra

$x^2 + bx = c$, $x^2 = bx + c$ ve $x^2 + c = bx$ türündeki denklemleri için Harezmi'nin verdiği çözümlerin kanıtlarını Euclides'in Elementler kitabındaki bilgileri kullanarak yapmıştır. Böylece, Harezmi'nin geometrik çözümleri ile Euclides'in teoremleri arasındaki ilişkileri kurmuştur. Bunun yanı sıra, Çinliler'den sonra sihirli kareleri incelyen ilk matematikçidir. Bir açının üçe bölünmesi ve Pisagor teoreminin genel ispatı gibi çalışmalar da yapmıştır.

Platon, Melon adlı ünlü diyalogunda, Socrates, bilginin doğuştan kaynaklandığını kanıtlamak için, bir köleye, dik kenarları eşit olan yani eşkenar dik üçgende, dik kenarlarının karelerinin toplamının hipotenüsün karesine eşit olduğunu buldurmuştu. Buna göre, ABCD karesinde köşegenleri çizilirse, birbirine eşit dört dik üçgen elde edilir. Bu karenin köşelerini orta nokta kabul eden ve köşegenlere paralel olan kenarlara sahip EFGH karesini ABCD karesinin dışına çizelim. EFGH karesi, ABCD karesinin iki katı alana sahip olur. ABCD karesinde dört eşkenar dik üçgenin bulunduğu, EFGH karesinde ise yine aynı alana sahip sekiz eşkenar üçgen bulunduğu görülecektir. Buradan $2(ABCD) = (EFGH)$ sonucuna ulaşılabileceğini görebiliriz. Ayrıca bu kareleri tanımladığımız gibi çizecek olursak, dik kenar uzunluğuna sahip karelerin alanlarından yararlanmak suretiyle, dik kenarlarının kareleri toplamının hipotenüsün karesine eşit olacağını görebilsek, Pisagor teoremini de ispatlamış oluruz.

Kereci

Kereci, X.yüzyıl sonları ile XI. Yüzyıl başları arasında Bağdat'ta yaşamış ünlü matematikçilerden birisidir. Cebir ve geometrinin yanı sıra tenik konularda da yazılmış eserleri vardır. Belirli ve belirsiz denklemler, üslü çokluklar, aritmetik işlemlerin cebirsel terimlere uygulanması ve polinomlar üzerine çalışmaları vardır. Belirsiz denklemlere bir örnek inceleyelim:

$$x^3 + y^3 = z^2 \text{ ve } m \text{ ve } n \text{ pozitif ve rasyonel sayılar olmak koşuluyla,}$$

$$y = mx \text{ ve } z = nx \text{ olsun. Bu durumda,}$$

$$x^3 + m^3x^3 = n^2x^2; x^3(1 + m^3) = n^2x^2$$

olacaktır. Bu denklemden x bilinmeyeni

$$x = n^2 / (1 + m^3) \text{ olarak bulunur.}$$

Kereci, ikinci derece denklemlerin çözümünde, diğer İslam Dönemi matematikçilerinin çözüm yöntemlerini uygulamıştır. Bazı araştırmacılar ise, onun, cebiri geometrinin hegemonyasından çıkarmak eğiliminde olduğunu söylerler. Bunun yanı sıra, üçüncü derece denklemlerin de çözümlerini incelemiştir.

Ömer Hayyam

Ömer hayyam (1048-1131) Horasan eyaletinin Nişabur kentinde doğdu ve eğitimini burada sürdürdü. Yaşamının büyük bir kısmını Nişabur'da geçirmesinin yanı sıra Semerkand, Buhara, Belh ve İsfahan gibi önde gelen bilim merkezlerinde yaşadı. Astronomi, fizik, matematik, cebir ve tıp alanında çalışmalar yaptı. Risale-i Cebir isimli eserinin 1851'de batı dillerine çevrilmesiyle, dünya çapında tanınan bir matematikçi kimliğine kavuşmuş oldu. Rubaiyat of Omar Khayyam isimli rubailer kitabının çevirisi yapılırken şair kimliği ile de tanındı. Euclides'in postülalarının incelenmesi, özgül ağırlığın doğru şekilde belirlenmesi konularında da çalışmalar yapmıştır. Ayrıca, üçüncü dereceden denklemlerin çözümünde geometrik yaklaşım ile ilgili analitik geometri ile ilgili çalışması Descartes dönemine kadar matematikçiler tarafından kabul edilmiş bir çalışmadır. Sayılar teorisi, Euclides'in beşinci postülası ve cebir konusunda özellikle yoğunlaşmıştır.



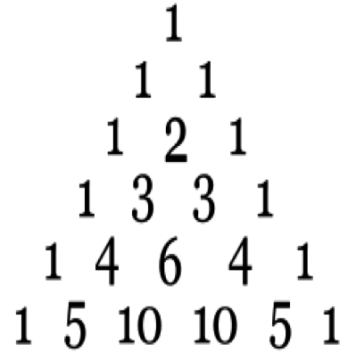
Şekil 4.10: Ömer Hayyam

Euclides dışı geometrilerin kurulmasına öncülük eden Risale fi Şerhi Ma Eş kale min Müsaderat Kitab Oklides (Euclides'in Kitabının Problemleri Üzerine Yorum) adlı eseri vardır. Bu alanda geliştirmiş olduğu teorem, parabolik, eliptik, hiperbolik geometrilerin başlangıç bilgilerini vermektedir.

Risale fil Berahin ala Mesaili'l Cebir ve'l Mukabele (Cebir Sorunlarına İlişkin kanıtlar) adlı eserinde denklemlerin birden çok sayıda kökü olabileceğini göstermiş ve bunları köklerin sayılarına göre sınıflandırmıştır. Buna göre, üçüncü derece denklemler, iki terimli, üç terimli, dört terimli olmak üzere üç türdür. İki terimli üçüncü derece denklemler bir tanedir: $x^3=d$, Üç terimli üçüncü derece denklemler altı tanedir: $x^3+cx=d$; $x^3+d=cx$; $x^3=cx+d$; $x^3+bx=d$; $x^3+d=bx^2$; $x^3=bx^2+d$. Dört terimli üçüncü derece denklemler yedi tanedir: $x^3+bx^2+cx=d$; $x^3+bx^2+d=cx$; $x^3+cx+d=bx^2$; $x^3=bx^2+cx+d$; $x^3+bx^2=cx+d$; $x^3+cx=bx^2+d$; $x^3+d=bx^2+d$.

Bu şekilde üçüncü derece denklemlerin çözülemeyeceğine inandığından bunların çözümünü koni kesitleri yardımıyla bulma yöntemini kullanmıştır.

Ömer Hayyam, n bir pozitif tam sayı olmak üzere $(a+b)^n$ ifadesinin açılımına ait terimlerin katsayılarını veren Batı ülkelerinde Pascal üçgeni olarak isimlendirilen yöntemi Pascal'dan yüzlerce yıl önce bulmuştu. Bu nedenle Bilim tarihçileri Pascal Üçgeni yerine Hayyam Üçgeni ismini kullanmaktadırlar (Şekil 4.11). Bu üçgenin kullanımına ait bir örnek olarak $(a+b)^3 = a^3+3a^2b+3ab^2+b^3$ açılımındaki terimlerin katsayılarının dördüncü satır katsayıları olduğu görülebilir. Üçgenin tepe noktası ve onun alt satırına bir eşkenar üçgen köşeleri şeklindeki gibi 1 sayılarını yerleştirdikten sonra dördüncü satıra önce en sola 1, sonra üçüncü satırdaki sağdaki 1 ve 2'nin toplamını 3, 2 ile 1'in toplamı 3, en son olarak sağdaki noktaya 1 yazarız. Diğer satırlardaki katsayılar da aynı teknikle yazılabilir. Bu şekilde oluşturulan Hayyam üçgeni $(a+b)$ nin diğer üslerinin açılımını bulmada yararlı olmaktadır.



Şekil 4.11: Batı Dünyasında Pascal Üçgeni Olarak Bilinen Hayyam Üçgeni

1074 yılında, Selçuklu Sultanı Celalettin Melikşah (1054-1092) ile baş veziri Nizam ül Mülk tarafından İsfahan'da kurulan Melikşah Gözlem evine müdür olarak atanmış ve devletin gelirlerinin düzenli biçimde toplanması ve yılın belirli dönemlerinde yapılması gereken devlet işlerinin programlanması bakımından doğru bir güneş takvimi hazırlanması için görevlendirilmiştir.



SIRA SİZDE 5 Hayyam üçgeni yardımıyla $(a+b)^5$ nin katsayılarını bularak açılımını yapınız.

ORTA ÇAĞ İSLAM DÜNYASI'NDAKİ ASTRONOMİ ÇALIŞMALARI

İslamiyet çok geniş bir coğrafyaya yayılınca, merkezden çok uzakta yaşayan büyük bir Müslüman insanlar topluluğu oluştu. Dini görevlerini yerine getirmeleri için bu insanların, astronomi bilgisine gerek vardı. XIII.yüzyılda, ünlü gezgin İbn Batuta, Orta Asya'dan gelen bir Türk'ün ülkesinde, altı ay gece, altı ay gündüz olduğunu Gazne'li Mahmut'a açıkladığında, hükümdarın kendisine çok kızdığını, hatta dini karıştırdığını, bundan ötürü kendisini cezalandıracağını söyler. Bu sırada yanlarına gelen ünlü bilim adamı Biruni olayı doğrulayınca, hükümdar Orta Asya'dan gelen Türk'e inanmış ve tutumunu değiştirmiştir. Bu konuşmadan sonra, gerekli açıklamaların ardından, mikad denen yeni bir astronomi dalı doğmuştur. Bu dalda çalışmaları yürütenlere ise, muvakkit adı verilmiştir. İslam Dünyası'nın takvimi, Ay'ın periyodik hareketleri ile belirlenirdi. Ayın periyodik hareketi, Ay'ın yörüngesi ile tutulma düzleminin kesiştiği noktalar arasındadır. Ay'ın dolanımı 29.5 gün sürmektedir. O halde, bir Ay yılı, $29.5 \times 12 = 324$ gün eder. Güneş yılı ise $29.5 \times 12 = 354$ gün sürer. Güneş yılı ve Ay yılı arasında, $365 - 354 = 11$ gün farkı vardır. Dinsel günler için Ay takvimi kullanılsa bile, örneğin tarım çalışmaları için Güneş yılı elverişilidir. Çünkü örneğin hasat zamanı ay takviminde, her yıl 11 gün geriye doğru gittiği için, hasat zamanını yanlış bir zaman olarak bildiriyordu. Benzer durum namaz vakitleri için de söz konusuydu. Örneğin Ankara ile Erzurum arasında 12° boylam farkından dolayı (güneş 1° lik dönüşü 4 dakikada yaptığına göre) 48 dakikalık fark vardır. Yani Erzurum'da güneş Ankara'ya göre 48 dakika erken doğmaktadır. Bu durum daha geniş bir coğrafyada daha ciddi problemlere yol açmaktadır. Buna benzer dinsel problemlerin çözümlenebilmesi için iyi bir astronomi bilgisi gerekmektedir. Bu nedenle, İslam dünyasında astronomi çalışmalarına önem verildi ve muvakkitlerin Ay ve Güneş'in periyodik hareketleriyle ilgili bilgilere ihtiyaç duymaları da bu önemi arttırdı.

Gözlemevlerinin kurulmasının ana nedenleri, gökteki cisimlerin hareketleriyle ilgili zic (çizelge) hazırlama ve bilgilenme isteği idi. Gözlemlerde kullanılan büyük boyutlu araçlar nedeniyle, gözlemevleri çevreyi rahatça gören tepelere kurularak, gezgin düzenden yerleşik düzene geçilmiştir. Bilim tarihinde ilk gözlemevleri olan Bağdat'taki Şemmasiye, Şam'daki Kasiyun gözlemevleri, (813-833) yılları arasında hüküm süren Abbasi halifesi Memun tarafından kurulmuştur. Matematikçi ve astronom olan Harezmi'ninde katıldığı, Yahya İbn Ebu Mansur tarafından 828 yılında iki dönence gözlemi yapılmıştır.

Daha sonra, (1072-1092) arasında hüküm süren Selçuklu hükümdarı Melikşah tarafından (Ömer Hayyam'ında çalıştığı) İsfahan'da, Hülagü Han (1217-1265) tarafından (Nasiruddin-i Tusi'nin de çalıştığı) Meraga'da, (1295-1304) arasında hüküm süren Gazan Han tarafından (Uluğ Bey'in çalıştığı) Tebriz'de gözlemevleri yaptırılmıştır. Şimdi bu dönemin önemli astronomları hakkında bilgi edinelim.

Fergani



Şekil 4.12: Fergani

Memun döneminin önemli astronomu olan Fergani, astronomi üzerine kapsamlı eser yazan ilk bilim adamıdır. 833 yılında yazılan Astronomi Esasları isimli eserinde, evrenin ve gezegenlerin büyüklükleri, gezegenlerin ve sabit yıldızların uzaklıkları, çapları konusundaki bilgileri içermektedir. Bu bilgiler, kendinden sonraki Müslüman astronomlar tarafından da doğrulanmıştır. Bu eser, onikinci yüzyıldan onbeşinci yüzyıla kadar olan dönemde bir çok kez Latince'ye çevrilerek, Avrupa'da astronominin gelişiminde etkili olmuştur. Ünlü İtalyan şair Dante Alighieri (1261-1321), Fergani'den çok etkilenmiş ve dört kitaptan oluşan felsefe, siyaset ve ahlakla ilgili Convivio isimli eserinin ikinci kitabını astronomiye ayırmıştır. Dante, Convivio'daki Batlamyus'un evren modelini ve Divina Commedia (İlahi komediya)'da yer alan evren görüşünü Fergani'den almıştır.

Battani

Battani (858-929) Urfa'nın ilçesi olan Harran'da doğmuş ünlü astronom ve matematikçidir. Yıldızlara tapan Sabi dinine inandığı söylentisine karşın ele geçirilen künyesinde, Müslüman olduğu yazılıdır. Astronomi'deki en büyük başarısı, Güneş yılını 365 gün 5 saat 46 dakika ve 24 saniye olarak ölçmesidir. Battani'nin bugüne ulaşan tek kitabı olan, Zic-i Sabi adlı kitabında, 877-929 yılları arasında yapmış olduğu gözlem sonuçlarını vermiştir. Bu eserin içeriğinden, Hint astronomisi ve Batlamyus'un görüşlerini benimsediği görülmektedir. Modern bilim dünyası Battani'nin bilime olan katkılarından dolayı saygı göstererek, Ay'daki bir bölgeye Batı dillerinde geçen adı olan Albategnius adını vermiştir. Battani, eserinde, Batlamyus'un bazı yanlışlarını düzeltmiş, Güneş ve Ay tablolarına yer vermiştir. Gökküre'nin bölümleri üzerine çalışmalar yapmış, V. Yüzyılda yaşamış Hint matematikçi ve astronomu olan Aryabhata'dan bağımsız olarak, sinüs ve tanjantın hesaplamalarda kullanımlarını ele alarak, modern trigonometrinin temelini atmıştır. Bunun yanı sıra 21 Mart ve 23 Eylül'deki yerkürenin ekinokslardaki hareketlerini inceleyerek, eliptik yörünge üzerindeki gece gündüz sürelerinin eşitliğini saptamış ve bunlarla ilgili tablolar oluşturmuştur. Kopernik, De Revolutionibus Orbium Coelestium adlı kitabında birçok yerde Battani'den alıntılar yaparak, on aolan minnet duygusundan söz etmiştir.



Şekil 4.13: Battani

Trigonometride bugünde kullanılan $\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$ $\sec x = \sqrt{1 + \tan^2 x}$ $\sin \alpha = \frac{x}{\sqrt{1+x^2}}$ gibi bağıntıları bulmuştur. Tanjant, kotanjant, sekant ve kosekant değerleri ile ilgili matematiksel tabloları 1° ile 90° arasındaki açılar için hazırlamıştır.

Ebu'l Vefa El Buzcani

İran'lı bir matematikçi ve astronom olan Ebu'l Vefa el Buzcani (940-998), Bağdat'ta matematik eğitimini tamamladıktan sonra, özellikle trigonometri alanında çalışmalar yaptı ve bugüne ulaşmayan trigonometri kitapları yazdı. Batlamyus ve Diophantos'un eserlerini okuyup yorumladıktan sonra, astronomi çalışmalarına başlayıp, Ay'ın hareketlerini inceledi.

Yıldızların eğimlerini kesin ve doğru olarak ölçmede kullanılan bir duvar oktantı (gök cisminin yerden açısal yüksekliğini belirleyen alet) geliştirdi. Trigonometriyle ilgili hesaplar yapmak ve bazı trigonometri problemlerinin çözümü için yöntemler geliştirdi. Astronomik gözlemler için gereken sinüs (ceyb) ve tanjant (zıl) değerlerini onbeşer dakika aralıklarla hesapladı. Altı trigonometrik oran arasındaki ilişkileri ilk kez keşfetmiştir. Ebu'l Vefael Buzcani'nin bulduğu trigonometrik özdeşliklerden bazıları aşağıdaki gibidir:

$$\sin(a+b) = \sin(a)\cos(b) + \sin(b)\cos(a)$$

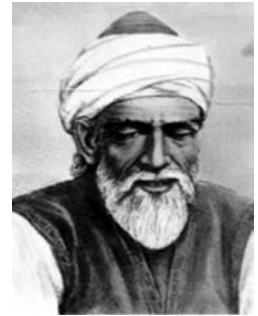
$$\cos(2a) = 1 - 2\sin^2(a)$$

$$\sin(2a) = 2\sin(a)\cos(a)$$

$$\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b} = \frac{\sin C}{c} \text{ (Küresel Trigonometri'deki Sinüsler Teoremi)}$$

Sekant'ın keşfedeni Copernicus olarak bilinirse de bilim tarihi araştırmacıları, bu oranın Eb'ul Vefa tarafından bulunduğunu saptadılar. Cebir'deki çalışmaları sonucu, dördüncü derece deklemlerin çözümünü gerçekleştirmiştir. Örneğin,

$x^4 + px^3 = r$ denklemini çözerken; $y^3 + axy + b = 0$ ve $x^2 - y = 0$ koniklerinin kesişmesinden faydalandığı yöntemi kullanarak, Antik Yunan ve Hint uygarlığında çözülemeyen denklemlerin çözümlerini elde etmiştir



Şekil 4.14: Ebu'l Vefa El Buzcani

Trigonometri ve astronomi alanındaki eseri olan Kitab ül Kamil'in birinci bölümünde, yıldızların hareketlerinden önce bilinmesi gereken konular, ikinci bölümünde, yıldızların hareketlerinin incelenmesi, üçüncü bölümünde, yıldızların hareketlerine ilişkin problemler ele alınmıştır. Bu kitabın el yazması nüshası, Paris National Kütüphanesi'nde bulunmuş ve tercüme edilerek, basılmıştır. Ay üzerindeki kriterlerden birine Abul Wafa ismi verilmiştir. Ünlü bilim tarihçisi Florian Cajori, History of Mathematics adlı eserinde onun hakkında şöyle demiştir:

Eb'ul Vefa, Harezmi'nin matematik ve geometrideki buluşlarını önemli derecede geliştirmiştir. Özellikle geometri ve cebir arasındaki ilişkiler üzerinde durmuştur. Böylece, bazı cebir denklemlerini, geometrik yöntem kullanarak çözmüştür. Bunun sonucunda, diferansiyel hesap ve analitik geometri düşüncesini oluşturmuştur. Diferansiyel hesap, insan zekasının bulduğu, önemli ve çok yararlı bir buluş olup, bilim ve teknolojiye gelişmelerin temel kaynağını oluşturmuştur.

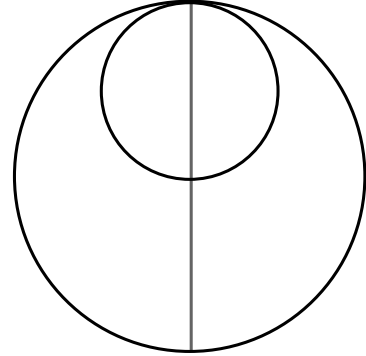
Nasiruddin Tusi



Şekil 4.15: Nasiruddin Tusi (5 riyallık İran Pulu)

XIII. yüzyılda yaşamış olan ünlü bilim adamı Nasiruddin Tusi (1201-1274), Horasan bölgesindeki Tus şehrinde doğdu. İslam Dünyası'ndaki önemli gözlemcilerden biri olan ve İlhanlı hükümdarı Hülagu'nun, Urmiye gölü kıyısında kurduğu Meraga gözlem evinin kurucusudur. Gözlem aletlerinin zenginliği ve gözleminde çalışan bilim adamlarının seçkinliği bakımından dikkati çeken bir gözlemeviydi. Tusi, burada yapmış olduğu gözlemlerden derlemiş olduğu bulguları, el-Zic el-İlhani (İlhanlı Zici) adlı eserinde toplamış ve bu eser astronomların başvuru kitabı olmuştur. Hülagü, bu gözleminin yakınında, Suriye, Irak ve İran'dan Moğollar tarafından yağmalanmış kitaplarla oluşturulmuş, 400.000 ciltlik bir kütüphane de kurdu. Meraga gözleminde oldukça dakik gözlemler yapılmıştır.

Tusi El-Tezkire fi İlm el-Hey'e isimli eserinde, iki dairesel hareketin nasıl doğrusal hareket oluşturacağını ispatlamış ve bu hareketi kullanarak, düzgün hareket ilkesini bozmadan gezegen hareketlerini açıklamaya çalışmıştır. Tusi çifti adı verilen bu model Copernicus tarafından kullanılmıştır (Şekil 4.16). Bu buluşunu gezegenlere uygulayarak o zamanki astronomiye katkıda bulunmuştur. Bu matematiksel sistem yardımıyla, Batlamyus sisteminin tersine, Yer'i evren merkezinden kaydırmadan, Aristoteles fiziğini çürütmeden ve dışmerkezli düzeneği kullanmadan, gezegen hareketlerini açıklayabilmiştir.



Şekil 4.16: Dairesel Hareketi Doğrusal Harekete Dönüştüren Tusi Çifti Adı Verilen Model

ORTA ÇAĞ İSLAM DÜNYASI'NDAKİ FİZİK ÇALIŞMALARI

İslam dünyasında, yoğunlukla çalışılan iki fizik dalı mekanik (hareketli ve durgun cisimler fiziği) ve optik (ışık bilgisi) olmuştur. Mekaniğin öncü bilim adamı İbn Sina, optiğin öncü bilim adamı ise, İbn el Heysem'dir. Kemalüddin el Farisi ise İbn el Heysem'in izleyicisi olmuştur.

Mekanik biliminin Antik çağdaki kurucusu Aristoteles olmakla birlikte, İskenderiyeli Mühendisler grubunun üyesi olan Heron'un mekanikle ilgili çalışmaları dikkate değerdir. Aristoteles'e göre, Doğal ve Zorunlu olmak üzere iki hareket türü vardır. Aristoteles'in zorunlu hareket açıklaması akla yatkın olmakla birlikte, "kuvvet yoksa, hareket yoktur" ilkesiyle konunun irdelenmesinin yanı sıra, "kuvveti uygulayan ve uygulanan arasında bir fiziksel bağ olmalıdır." ilkesi eklenmişti. Fırlatılan nesnelerin hareketini açıklamakta yetersizlik söz konusudur. Fırlatılan nesne, fırlatıldıktan sonra neden hareketini sürdürmektedir, oysa, kuvvet olmadığı için durması gerekirdi. Aristoteles, bu açmazı şöyle açıklamaya çalışmıştı: Fırlatılan cisme uygulanan kuvvet, cismin etrafındaki ortama iletilmekte ve bu şekilde varlığını

sürdüren kuvvet, hareketin devamlılığını sağlamaktadır. İlk adımda, Aristoteles'in hatırina inandırıcı bulunan bu düşünce, sonraları kabul edilmemiştir. İslam Dünyası'nda da bu konular tartışılmaya devam etmiştir.

Bunun yanı sıra, ışıkla ve bir nesnenin gözümüz tarafından nasıl algılandığıyla ilgili düşünceler İskenderiyeli Mühendisler grubunun üyesi olan Heron'un ileri sürdüğü düşünceyle başlamıştı. Heron'a göre, gözden çıkan ışık ışınları cisme çarpıp onu aydınlattıktan sonra, cisimden yayılan ışık ışınlarının tekrar göze dönmesiyle, görme algısı oluşuyordu. Bu düşünceyle başlayan ışıkla ilgili tartışmalar, İbn el Heysem ve onu izleyen bilim adamları tarafından İslam Dünyası'nda da sürmüştür.

İbn-i Sina

İbn-i Sina (980-1037), Aristoteles'in ileri sürdüğü, bir cisim fırlatıldığında, fiziksel ilişki ortadan kalktığında, bir süre yol almasının nedeni ortama aktarılan kuvvettir" düşüncesine karşı çıkarak, bu olgunun nedeninin cisme kazandırılan hareket etme isteği olduğunu ileri sürmüştür. Hareket ettirici kuvvetin cisme kazandırıldığı veya depolandığı şeklinde yeni bir yorum getiren İbn-i Sina'ya göre "kasri meyil" (hareket etme isteği) cismin özelliğine göre farklılık gösterir. İbn-i Sina'nın yaptığı gözlemlerden çıkardığı sonuçlara göre, ağır nesnelerin kasri meyilleri daha çoktur. Mantar ve taş aynı anda fırlatılırsa, taş daha uzağa düşmektedir, gözlem sonucu bunu göstermektedir. İbn-i Sina, kazanılankasri meyilin süreklilik taşıdığını ve ortam dirençsizse, hareketin durmayacağını ve sonsuza kadar süreceğini ifade etmiştir. XI. yüzyılda yaşamış bir bilim adamının, ancak XVIII. yüzyılda Newton tarafından ifade edilecek olan "eylemsizlik ilkesi"nin temelini atmış olması ilginçtir. Mademki kasri meyil ağırlıkla ilişkilidir ve ağır cisimler daha uzağa düşebilmektedirler, o halde, kasri meyil, (ağırlık)x(hız) olarak tanımlanabilir.



Şekil 4.17: Duşanbe'deki İbn-i Sina Heykeli

Modern fizikte ağırlık yerine kütle konulursa, kasri meyilin (kütle)x(hız) olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu durum, kasri meyil kavramının aynı formülle ifade edilen "momentum" dan başka bir şey olmadığı demektir. Kasri meyil kavramı Batı Dünyası'nda Aristoteles'in hareket kuramının yeniden tartışılmasına yol açmıştır. Arapça olarak "el meyl el kasri" deyiimi, Peter Olivi tarafından Latince'ye "impetus impresus" (etkileyici itme gücü) şeklinde çevrilmiştir. Buridan isimli bilim adamı, impetusun atılan cismin kütlesi ve hızı ile orantılı olduğunu savunmuştur. O halde, bir cisim, harekete başlayınca, engellenene kadar hareketini sürdürecektir. Bu yorum, Buridan'ın İbn-i Sina'nın etkisinde kaldığını ortaya koymaktadır.

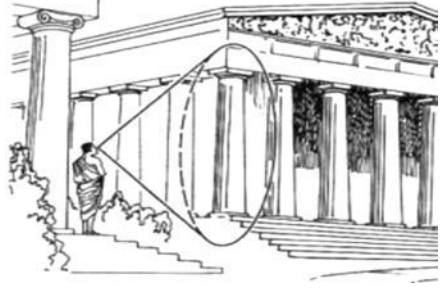
İbn El Heysem



Şekil 4.18: İbn El Heysem

Işık ve ışıkla ilgili olguların incelendiği optik veya o zamanki adıyla, görme bilimi, tüm zamanlar içindeki en büyük gelişimini İslam Dünyası'nda gerçekleştirmiştir. "Tüm zamanların en büyük optikçisi" kabul edilen İbn el Heysem (965-1040), bu bilim dalını gerçek kimliğine kavuşturmuştur. Kitab el Menazir (Görüntüler Kitabı) isimli eserinde, doğrudan görme, yansımayla görme ve kırılmayla görme gibi geleneksel olarak yapılandırılmış konuları, modern bilim çağına kadar aşamayacak şekilde ayrıntılı biçimde irdelemekle birlikte, renk, gökkuşağı oluşumu, karanlık oda gibi konuları da bilim dünyasının gündemine taşımıştır.

Doğrudan görme kavramının temel tartışma konusu, “ışık kaynağı göz müdür, yoksa cisim midir?” İbn el Heysem öncesi dönemde, ışık kaynağıyla ilgili iki görüş egemendir. Birinci görüş, daha ziyade Euclides, gibi matematikçilerin ve Platon gibi düşünürlerin benimsediği “gözün ışık kaynağı, cismin ise ışığın hedefi olduğu” şeklindeki Gözışın Teorisi’dir (Şekil 4.19). Modern bilim çağındaki araştırmacıların “extramission” adını verdikleri bu teoriye göre, gözden çıkan ışık ışınları, tepesi gözdeki çıkış noktası olan bir koni şeklinde yayılırlar ve koni cisme ulaştığında görme gerçekleşmiş olur, göz cismi algılar. İkinci görüş ise, başta Atomcular olmak üzere Aristoteles ve onu izleyenlerin savundukları Nesneışın Teorisi’dir. Modern Bilim Çağı’ndaki bilim adamlarının “intramission” adını verdikleri bu teoriye göre, ışık ışınları cisimden çıkarak göze ulaştınca, göz cismi algılar.

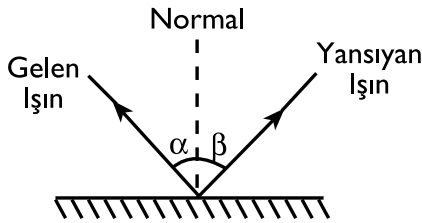


Şekil 4.19: Gözışın Teorisi'ne Göre “Görme”

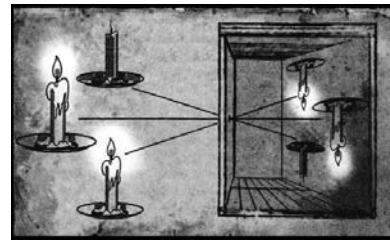
İbn-i Sina’nın yoğun eleştirileriyle karşılaşan Gözışın Teorisi, İslam Dünyası’nda benimsenmemiş ve İbn el Heysem’in fiziksel gözlemleri ve matematiksel ispatıyla çürütülmüştür. İbn el Heysem’in Gözışın Teorisi’ni çürüten ve Nesneışın Teorisi’ni geçerli kılan, kanıtları üç deney ve gözleme dayanmaktadır:

- Birinci gözlem, algı öncesi evreyle ilgilidir. Eğer ışık gözden çıkmış olsaydı, yıldızlar gibi çok uzaktaki cisimleri görebilmemiz için epey uzun bir zaman geçmesi gerekirdi. Oysa, gözümüzü açıp baktığımız anda, hangi uzaklıkta olursa olsun görme algısı gerçekleşmektedir. Öyleyse ışınlar gözden değil cisimlerden çıkmaktadır.
- İkinci gözlem, algı sırasındaki evreyi kapsamaktadır. Örneğin, karanlık bir odanın tavanında bulunan küçük bir delikten ışık girmiş olsun. Eğer ışık gözden çıkmış olsaydı, sadece tavadan sızan ışın demetini değil, odanın tamamını görmemiz gerekirdi. O halde ışık ışınları gözden çıkmamaktadır.
- Üçüncü gözlem, algı sonrası evreyi kapsamaktadır. Bir ışık kaynağına veya bir renge uzun süre bakmış olsak, daha sonra bakışımızı başka bir yöne çevirsek, bir süre daha aynı rengi algılamış gibi oluruz. Işık gözden çıkmış olsaydı, gözümüzün ışık kaynağına baktığından dolayı kamaşmaması ve renkten etkilenmemesi gerekirdi. Böyle olmadığı, yani kamaştığı ve etkilendiğine göre ışıklar gözden çıkmamaktadır. Çünkü, etkilene dış bir nedenden ileri gelmektedir.

İbn el Heysem, bu şekilde Gözışın teorisini çürütmüş ve Nesneışın teorsinin geçerli olduğunu ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra, İbn el Heysem, ışığın yansıması kavramını deneysel ve matematiksel olarak ele almış ve fiziğe büyük katkı sağlamıştır. Euclides, Batlamyus ve Heron tarafından da incelenen bu kavrama ait yansımanın ikinci yasasına göre, ayna yüzeyine dik olan “normal”adı verilen doğrultuyla α gelme açısıyla eşit bir β yansıma açısıyla yansıma gerçekleşir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20: Işığın Yansıması



Şekil 4.21: İbnü'l Heysem'in Üç Mum Deneyi

İbn el Heysem’in optiğe olan diğer bir katkısı da karanlık oda kuralını bulmasıdır. İbn ül Heysem bir gün odadayken pencere perdesindeki küçük bir delikten ışığın geçtiğinin farkına varmış ve karşıdaki duvar üzerinde güneşin bir yarım ay biçiminde görüntüsünü izlemiştir. Daha sonra aynı deneyi Şekil 4.21’deki gibi üç yanan mumla tekrarladığında karşıdaki duvar üzerinde mumların ters görüntüsünü elde etmiştir. Aynı deneyi daha küçük deliklerle tekrarladığında, delik küçüldükçe görüntülerin giderek daha netleştiğini görmüştür. İbn el Heysem’in bu önemli keşfi daha sonra fotoğraf makinesindeki karanlık odanın temelini oluşturacaktır. İbn el Heysem’in Arapça Beyt el Mazlum adını verdiği olgu, Latince’ye Camera Obscura yani karanlık oda olarak çevrilmiştir.

Kemalüddin El Farisi

İslam Dünyası'ndaki optik çalışmalarının önemli bir bölümünü de, İbn el Heysem'in çalışmalarını inceleyerek, daha üst düzeye çıkartan Kemalüddin el Farisi (1267-1320) Tenkih el Menazır (Optiğin Düzeltilmesi) adlı doyurucu bir eseri yazmıştır. Bu kitapta, İbn el Heysem'in Kitab el Menazır isimli kitabında bahsettiği çok sayıda makalesini ele alarak, görüşlerini ve yorumlarını kaleme almıştır. İslam ülkelerinde optiğin yaygın bir şekilde çalışılmasında Tenkih el Menazır'ın büyük rolü vardır. Batı'daki Arapça'dan Latince'ye çeviri döneminde henüz kaleme alınmamış olması nedeniyle, ancak XIX. yüzyılda tanınmaya başlamıştır. Kemalüddin el Farisi'nin optiğe olan en büyük katkısı, oluşumu o zamana kadar açıklanamayan gökkuşağını ilk kez doğru biçimde açıklayabilmiş olmasıdır. Bu başarısı Tenkih el Menazır'ın "Yakan Küreler" bölümünde yer almıştır. Güneşten çıkan ışık ışınlarının havadaki yağmur damlalarına rastladıklarında, saydam kürelerin yüzeyinde yansımaları ve kırılması sonucunda oradan da karşıdaki küresel yüzeyde, yine yansıma ve kırılma yapmasıyla elde edilen değişik renkleri içeren bir optik olgu olduğundan bahsetmiştir.

ORTA ÇAĞDA İSLAM DÜNYASI'NDAKİ KİMYA ÇALIŞMALARI

İslam Dünyası'ndaki kimya çalışmaları, "Doğadaki tüm metaller kükürtle cıvanın bileşiminden oluşurlar" şeklindeki Antik Yunan Simyacıları'nın Yapısal Dönüşüm Teorisi'nin etkisinde kalmıştır. Bu düşünceyle istenen metaller üretilbildiği gibi, altın gümüş gibi kıymetli metaller de elde edilebilirdi. Ayrıca, el İksir'i (mükemmel madde) bulmak İslam Simyacıları'nın başlıca amacı olmuştur. Simya, kozmolojiye ve geleneksel tıbbı destek olan, insan ruhu ve bedeni üzerine odaklanan bir bilim olarak görülmüştür. Simyacılar, maddelere belli bir açıdan bakarak, hem insanın içsel deneyimleriyle ilgilenir, hem de maddelerle deneyler yaparlar. Amaç, insanı ve maddeyi mükemmeliğe ulaştırmaktır.

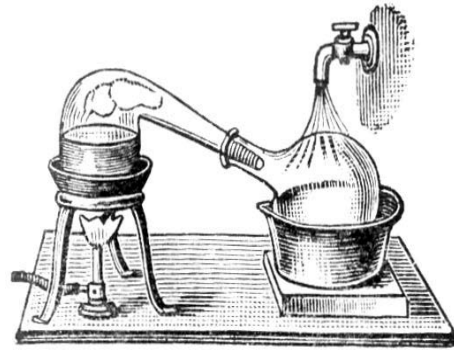
Kimya'nın ilk çalışmaları, İslam Dünyası'nda başlamış olup, ilk simyacı Halid bin Yezid'dir. Ondan sonra, Cafer Sadık ve onun öğrencisi olan İslam simyasının doruk noktası Cabir ibn Hayyan'dır.

Cabir İbn Hayyan

Cabir ibn Hayyan (721-815), teorik ve deneysel çalışmalarıyla kimyanın gelişmesinde önemli rolü üstlenmiştir ve bu nedenle simyanın doruk noktasındaki bilim adamıdır. Bir çok kimyasal bileşiğin kimyasal alet ve sürecin uygulayıcı olarak modern kimyanın kurucusu olarak kabul edilir. Cabir, Aristoteles'in dört element (ateş, hava, su, toprak) teorisini ve bu öğelerin temel özelliklerini (sıcak, soğuk, ıslak, kuru) benimsemiştir. Dört element teorisine göre, doğadaki herşey bu dört elementin belli oranlarda ve sıcak/soğuk, ıslak/kuru özelliklerine sahip birleşimlerinden oluşmaktadır. Cabir'in eserlerinde, maddesel simya (üretim metalürjisi) ve manevi simya içiçedir. Kimya tarihinde, Cabir'e ait en önemli teori, "minerallerin oluşumuyla ilgili cıva-kükürt teorisi"dir. Mineraller, cıvadan meydana gelmiş, sonra kükürtle katılaşma yapmıştır.



Şekil 4.22: XV. Yüzyılda Yapılmış Cabir Tablosu



Şekil 4.23: Cabir'in Geliştirdiği Damıtma Amaçlı İmbik

Tüm simyacıların ütöpik düşüncesi olan, "insana ölümsüzlük sağlayan ve değersiz metallerden altın üretilmesini sağlayan el İksir üretmek" Cabir'in de ilgi alanındaydı. El İksir, hayvansal, bitkisel ve minerallerden faydalanılarak yapılmalıdır. Cabir'e göre, simyanın ilgilendiği maddeler üç grupta toplanır:

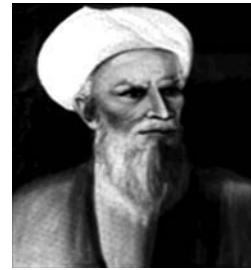
- **Ruhlar:** ateşe tutulduklarında uçan cevherler ya da maddeler.
- **Metaller:** minerallerden elde edilen, çekiçe dövülebilen, ses verebilen, parlak maddeler
- **Cisimler:** minerallerin dışında kalan eriyebilen ya da erimeyen maddeler

Cabir'in modern kimyanın babası kabul edilmesine neden olan çalışmaların amacı ise, kendisinin geliştirdiği aletler ve araçların kullanıldığı kimyasal işlemlerle kimyasal bileşikler üretmektir. Cabir, “su” genel başlığı altında, çözücü sular adını verdiği nitrik, sülfürik ve hidroklorik asitler gibi mineral asitleri keşfetmiştir. Bunun yanı sıra, çelik üretimi, kumaş ve deri boyama, dayanıklı kumaş üretimi, demirin koruyucu tabakasını oluşturan vernik üretimi, altın üzerine yazı yazmak için altın pirit uygulamak, asetik asidin yoğunlaşması için sirkenin damıtılması, cam yapımı gibi kimya sanayiiyle ilgili çalışmalar yapmıştır. Cabir'in kullandığı önemli işlemler, maddelerdeki farklı bileşenleri ayırtmada kullanılan **buharlaştırma**, çözünebilir maddelerin özel düzenek ve araçlar yardımıyla saflaştırma işlemi olan **damıtma** ve maddeleri yüksek sıcaklıkta yakarak ve toz haline getirerek, metaldeki çözünmeyen maddeleri ayırmak olan **kireçleştirme**dir.

Cabir, yaptığı araştırmalarla, kimyaya element görüşünün girmesini sağlamış, ölçü ve tartı işlemleri yardımıyla nicelik anlayışının güçlenmesini sağlamış ve geliştirdiği alet ve araçlarla kimya teknolojisinin gelişmesini sağlamıştır.

Zekeriya El Razi

Kimya çalışmalarıyla öne çıkan isimlerden biri de Zekeriya el Razi (864-925) dir. Bağdat'ta başhekimlik yaptıktan sonra, Afrika ve Endülüs ülkelerine seyahatlar yapmıştır. Simya, felsefe ve tıp alanlarında çalışmalar yapmıştır. Aristoteles'in dört element teorisine inanmayarak, atomsal evren teorisini kullanmak suretiyle Yapısal Dönüşüm Teorisi'ni benimsemiştir. Çeşitli deneyler yaparak saf elementler elde etmeye çalışmış, yeni kimyasal maddeler, yeni yöntemler ve aletler geliştirmiştir. Razi, maddeleri mineral, bitkisel ve hayvansal olmak üzere üçe ayırdıktan sonra, mineralleri de altı gruba ayırmıştır:



Şekil 4.24: Zekeriya el Razi

- **Ruhlar:** cıva, amonyak tuzu, arsenik sülfat.
- **Cisimler:** altın, gümüş, bakır, demir, kurşun, kalay.
- **Taşlar:** pirit, çinko oksit, kurşun sülfat.
- **Zaclar:** siyah, beyaz, yeşil, sarı ve kırmızı.
- **Boraks**
- **Tuzlar**

Razi'nin eserlerinde sözünü ettiği ve kullandığı temel kimyasal işlemler, damıtma, kireçleştirme, çözündürme, buharlaştırma, kristalleştirme ve süblimleştirme'dir. Rey kentinde bir hastanede doktor olarak görev yaparken, kendi gözlem ve deneylerinden yararlanarak geliştirdiği tedavi yöntemlerini kullanmıştır. Teşhiste, nabız, idrar, yüz rengi, terleme gibi göstergelerden yararlanmıştır. Çocuk hastalıklarından çiçek ve kızamığın teşhisleri ve tedavisi üzerinde çalışmıştır. Hastalıklarla ilgili bilgileri içeren, Kitab el Havi fi el-Tıbb (Tıp Hakkındaki Tüm Bilgiler) isimli eserinde tüm bilinen hastalıklarla ilgili bilgileri kaleme almıştır. Tüm hastalıkların tedavisinde, ilaçla tedaviyi, ameliyata tercih etmiştir.

ORTA ÇAĞDA İSLAM DÜNYASI'NDAKİ TIP ÇALIŞMALARI

Ortaçağ İslam Dünyası'nda, tıp çalışmaları Aristoteles, Dioscorides, Galen gibi Antik Yunan dönemi bilim adamlarının eserlerine dayanmasına karşılık, Müslüman bilim adamları da bu alana önemli katkılar yapmıştır. Antik Yunan dönemi tıbbi eserlerin Yunanca'dan Arapça'ya çevrilmesinden önce İslam Dünyası'ndaki tıp birikimi geleneksel yöntemler düzeyindeydi ve Peygamberin önerileri önem taşıyordu (peygamber tıbbi). Çeviriler yapıldıktan sonra, Galen'in görüşleri benimsendi.

Zehravi



Şekil 4.25: Zehravi'nin kullandığı ameliyat aletleri

1013 de hayata veda eden Endülüs'ü Zehravi, İslam Dünyası'nın en ünlü cerrahıdır. Kaleme aldığı el Tasrif isimli eserinde döneminin cerrahi bilgilerini ve yeni yöntemleri tanıtmıştır. Yaraların ateşle dağlanması, deney amacıyla, hayvan vücutları üzerinde ameliyatlar yapmak, kadavra teşrihi, ameliyatlarda kullanılan aletlerin resimleri (Şekil 4.25) bu eserde yer almıştır. Çeviri döneminden sonra, batı cerrahi uygulamalarının gelişmesinde, Zehravi'nin büyük etkisi olmuştur.

İbn Nefis

XIII.yüzyılın en önemli hekimlerinden olan ve Şam'da ve Kahire'de hekimlik yapmış olan İbn Nefis (1213-1288) İbn-i Sina'nın Kanunu'nun Anatomi Kısmı İçin Açıklama isimli eserinde, Galen'in kan dolaşımı ile ilgili görüşlerine itiraz ederek düzeltmiştir. Galen'in Küçük Kan Dolaşımı'nda, kanın kalbin sağ tarafından sol tarafına kalpteki bir delikten geçerek ulaştığı söylenmiştir. İbn Nefis ise, yaptığı deney ve incelemelerde, böyle bir deliğin olmadığını ifade etmiştir. İbn Nefis'e göre, kalbin sağ karıncığına gelen kan, akciğerlere gidip temizlendikten sonra, kalbin sol karıncığına gelmektedir (Küçük Kan Dolaşımı) (Şekil 4.26). Onun bu buluşu, XVI.yüzyılda Michael Servetus ve Realdo Columbus tarafından tekrarlanmıştır.



Şekil 4.26: İbn Nefis'e göre Kan Dolaşımı ve Sindirim Sistemi



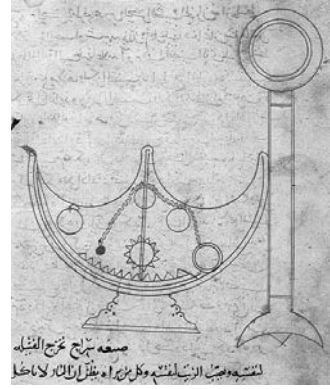
Şekil 4.27: İbn Nefis

ORTA ÇAĞ İSLAM DÜNYASI'NDA TEKNOLOJİK ÇALIŞMALAR

Ortaçağ İslam Dünyası'nda sadece bilimsel çalışmalara dayalı parlak bir dönem yaşanmamıştır. Bilimdeki gelişmenin yanısıra teknolojik gelişmelerin de yaşandığını görüyoruz. Özellikle Benu Musa (Musa Kardeşler) ve Hazini, Cezeri'nin geliştirdikleri gündelik yaşamda kullanılan bir takım ilgi çekici araçları tanıyacağız.

Benu Musa (Musa Kardeşler)

IX. yüzyılda Bağdat'ta yaşamış Muhammed, Ahmet, Hasan adlı üç kardeşlerdir. Abbasi halifesi Memun döneminin en tanınmış matematikçi, astronom ve fizikçilerindendirler. Bunlardan Ahmet, Kitab el-Hiyel isimli eserinde İskenderiyeli Mühendisler grubunun üyeleri olan Ctesibios, Philon ve Heron'un çalışmalarına paralel çalışmalarından bahsetmiştir. Kitab el Hiyel'de hava, boşluk ve denge prensipleri temel alınarak, yüz aracın tanıtımı yapılmıştır. Bu araçların yapımında, çeşitli şekillere sahip sifonlar, şamandıra yardımıyla kontrol edilen valflar, hava kontrollü mekanizmalar kullanılmıştır. Bu eserde geçen yüz aracın, yetmişüçünü, sihirli imbikler, onbeşini su seviyesini sabit tutmaya yarayan araçlar, yedisini fiskiyeler, üçünü lambalar, birini kaldıraç, birini körük oluşturur. Şekil 4.28'de bu lambalardan fitil uzunluğu otomatik olarak ayarlanan tipte olanı görülmektedir.



Şekil 4.28: Fitil Uzunluğu Otomatik Olarak Ayarlanan Lamba

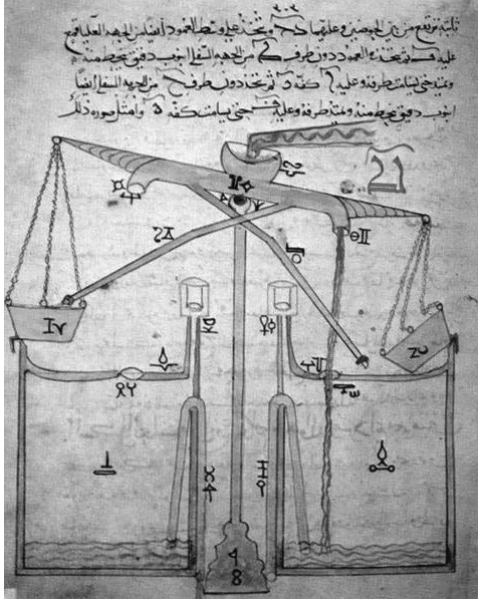
Hazını

İslam Dünyası'nda denge prensipleriyle ilgili çalışmalar, daha ziyade, madenler, kıymetli taşlar ve suların saflık derecelerini bulmaya yarayan Mizan el-ma (Su terazisi) isimli, Archimedes'in durgun sıvılarla ilgili prensiplerine dayanarak yapılan teraziler üzerine yoğunlaşmıştır. Bir takım sahtekarlıkların ortaya çıkacağı endişesiyle, Sultan Sencer'in hazinebaşısı bu terazilerden eline geçenleri parçalayarak yok etmiştir. Daha sonra, el Hazını yaklaşık 1100 yıllarında konuyla ilgilenmiştir. El Hazını, Sultan Sencer'in himayesinde yaşamış ve Kitab Mizan el Hikme (Hikmet Terazisi kitabı) isimli eserinde su terazisini oldukça geliştirmiştir. El Mizan el Cami (Toplayan Terazi) adını verdiği terazi, iki metre uzunlukta, iki santimetre kalınlıkta bir tahta parçasından oluşuyordu. Bu terazi son derece hassas olup, 4,5 kilogramda 0,75 gram lık farkı bile gösterebilecek kadar duyarlıydı.

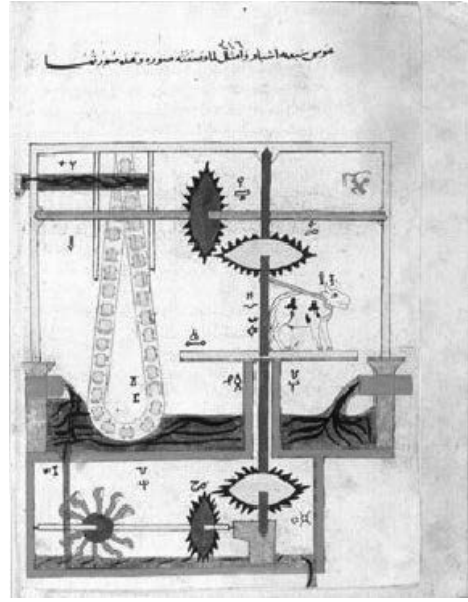
Cezeri

Cezeri (1136-1233), Anadolu'da yaşamış bir bilim adamıdır. İsmi yaşadığı kent olan bugünkü adıyla Cizre, o zamanlardaki adı Cezire'den gelmektedir. Diyarbakir sultanı Sukman bin Artuk'un isteği üzerine, "El-Cami' Beyn el-İlm ve el'-Amel el Nafi fi Sinaat el Hiyel (Makine Yapımında Yararlı Bilgiler ve Uygulamalar) adlı eseri yazmıştır. Kısa adı Sinaat el Hiyel olan bu eser, altı kitaptan oluşmaktadır:

- **I. Kitap:** Eşit saatlerin ve güneş saatlerinin geçişlerinin belirtildiği saatlerin yapımı
- **II. Kitap:** İçki meclisleri için uygun kaplara ilişkin figür tasarımları
- **III. Kitap:** İbriklerin, kan alma teknelerinin ve abdest alma leğenlerinin yapımı
- **IV. Kitap:** Şekillerini değiştiren fiskiyeler ve sürekli çalan flüt için araç yapımı
- **V. Kitap:** Derin olmayan göllerden ve ırmaklardan suyu yukarı çeken araçların yapımı
- **VI. Kitap:** Değişik ve farklı amaçlarla tasarlanmış çeşitli şeylerin yapımı

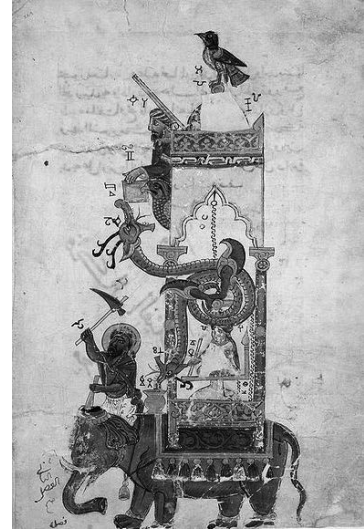


Şekil 4.29: Su ile Çalışan Makina Tasarımı



Şekil 4.30: Suyu Yukarı Çıkaran Araçlardan Biri

Cezeri'nin bu eseri incelendiğinde, Antik Yunan zamanındaki hava, boşluk ve denge prensipleri kullanılarak, geliştirilmek suretiyle çeşitli araçların üretildiği görülmektedir. Şekil 4.29'da suyla çalışan bir makine tasarımı görülmektedir. Şekil 4.30'da ise suyu yukarı çıkaran araç yani bir anlamda fiske tasarımı görülmektedir. Bu fiskeye akan suyun miktarı (ya da debisini) ayarlanma özelliğine sahiptir. Şekil 4.31'de görülen filli su saati Cezeri'nin en önemli aracıdır. Sırtında kare biçimli bir kürsü, kürsünün köşelerindeki sütunlar üzerinde hisar, hisarın üzerinde ise bir kubbe, kubbenin üzerinde ise bir kuş bulunan bir fil görülmektedir. Hisarın filin başı yönündeki tarafında bir balkon, balkonda oturan bir adam, adamın sağında ve solunda iki şahin, balkonun sütunları arasında uzanan ve üzerinde elinde kalem tutan bir katibin oturduğu bir platform, platformun üzerinde 7,5 dereceye bölünmüş bir yay, filin boynuna oturmuş, sağ elinde balta, sol elinde sopa tutan bir bakıcı ve filin boynunun iki tarafında vazo bulunmaktadır. Katibin kalemi yarım saatte 7,5 dereceye geldiğinde, kuş öter, delkiklerden biri beyaza döner, balkondaki adam, sağ tarafındaki şahinin gagasından elini kaldırır, sol elini sol tarafındaki şahinin gagasının üzerine koyar. Buna benzeyen bir çok otomatik işlemler yapılan bu sistemde her saatte bir aynı işlemler tekrarlanır.



Şekil 4.31: Filli Su Saati

Cezeri'nin diğer otomat çalışmaları arasında, hastadan alınan kanın miktarını ölçen kan alma tekneleri, mumlu saatlerde sayılabilir.

Özet

Antik Çağ ve Modern Çağ arasında yer alan M.S. 395 ile M.S. 1450 arasındaki döneme, Rönesans düşünürleri tarafından Orta çağ adı verilmiştir. Bu çağ, nitelik ve yapı bakımından farklı özellikler taşıyan iki zaman dilimini içermektedir. M.S. ikinci yüzyıldan sekizinci yüzyıla kadar olan dilim, Patristik Dönem ya da Karanlık Çağ, sekizinci yüzyıldan onbeşinci yüzyıla kadar olan dilim ise, Skolastik Dönem'dir. Her iki zaman diliminde de Hristiyanlığın savunularak, üstün kılınması öne çıkmıştır. Fakat özellikle, Patristik Dönem'de bilime karşı olan tutum daha dikkat çekicidir.

Ortaçağ felsefesi, Hristiyan düşünürlerin, antik dönem felsefesi karşısında yer alarak, onu yok etmek şeklindeydi. M.S. II.yüzyıl ile VIII. yüzyıl arasındaki Patristik dönem felsefesi, putperestliğe karşı Hristiyanlığı savunma amacını gütmüştür. Bilim tarihi açısından önemsiz olan bu dönemin karakteristik özelliği, teoloji çalışmalarının yoğun oluşudur. Bu dönem içerisinde yaşanan gelişmeler, antik felsefenin gerçek yüzünün anlaşılması açısından önemlidir. Bu felsefeyi savunanlar üzerinde, yaşamlarını ortadan kaldıracak boyuta varan baskılar sonucu, Avrupa ülkelerini terk ederek, İslam ülkelerine sığınan düşünürler, beraberinde getirdikleri Antik Yunan Dönemi eserlerini Latineden Arapçaya çevirmişlerdir. Bu eserlerin okunmasıyla başlayan İslam ülkelerindeki entelektüel gelişme, İslam Uygarlığı'nın oluşumunda büyük rol oynamıştır.

Akdeniz kıyılarındaki topraklarda yerleşik durumdaki Yunan, Roma ve Hristiyan kültürleri Müslümanların dikkatini çekerek, bu yöreleri fethetmelerine yol açmıştır. Önemli kültür merkezlerinden olan İskenderiye, M.S. 642'de Müslümanların eline geçerek, Avrupa'daki Karanlık Çağ Dönemi'nde İslam toprakları İran'dan Güney Akdeniz kıyılarına, İspanya'ya kadar genişlemiştir. Böylece İslam Dünyası gerçek anlamda Aydınlık Çağı yaşamaya başladı ve M.S. VIII. Yüzyılda dünyanın entelektüel anlamda liderliğini ele geçirdiler. Bu dönem içerisinde, Müslüman bilim adamları, bilim ve teknolojiye ciddi anlamda katkıda bulunmuşlardır.

M.S. VIII. yüzyılda başlayan Skolastik Dönem'deki en önemli gelişme, üniversitelerin ve entelektüel kültürün kurulmasında rol oynayan iki önemli öge olan bilim ve felsefenin oluşumuna sıcak bakan tarikatların kurulmasıdır.

Bu dönem içerisinde, bilimin gelişmesini büyük ölçüde etkileyen, üyeleri bilim adamları olan Fransisken Tarikatı 1209'da, üyeleri düşünürler olan Dominiken Tarikatı 1215'de kurulmuşlardır. IX. Yüzyılla XII. Yüzyıl arasındaki zaman diliminde, yüksek öğretim kurumları olarak papazlar tarafından yürütülen katedral okulları rol oynuyordu. Üniversitelerin kurulmasına kadar dini eğitim verilen bu kurumlar varlıklarını sürdürdüler. M.S. 1000 yılında, İtalya'nın Bologna kentinde, hukuk eğitimi almak isteyen öğrenciler, Universitas adlı bir oluşum başlattılar. Bu oluşumun etkisiyle yaklaşık bir yüzyıl sonra, Bologna Üniversitesi'nde tıp ve felsefe fakülteleri kuruldu. Bu üniversiteden sonra, Oxford, Cambridge, Padua, Ravenna ve Paris Üniversiteleri de kuruldu. Bu üniversiteler, İlahiyat, Kilise Hukuku, Tıp ve Genel Meslekler olmak üzere dört programdan oluşuyordu ve öğretim üyeleri din adamı kimliğini taşıyordu. Bütün programlardaki dersler iki ana gruba ayrılıyordu. Birinci grup, gramer (dilbilgisi), retorik (konuşma) ve diyalektik ders paketini içerecek şekilde olup, üçlü anlamına gelen Trivium adını alıyordu. İkinci grup ise, Aritmetik, Geometri, Müzik ve Astronomi ders paketini içerecek şekilde olup, dörtlü anlamına gelen, Quadrivium adını alıyordu.

Aristoteles'in Yermerkezli Evren Modeli ve Batlamyus'un Evren Modeli, Ortaçağ kozmolojisi ve astronomisinin temellerini oluşturmuştur. Hristiyanların evren modelinde de Yer evrenin merkezindedir. Gerek Yer, gerekse evren küre biçimindedir. Oysa Hristiyanlığın ilk yıllarında bazı Kilise Babalarının, İncil'den esinlenerek, Yer'in düz olduğunu ve gökyüzünün onun üzerine kapanmış bir yarım küre biçiminde olduğunu savunmalarına karşın, Aristoteles'in Yer'in küreselliği düşüncesi daha akla yatkın bulunarak, kabul edilmiştir. Evren'in uçsuz bucaksız büyüklüğüyle karşılaştırıldığında Aristoteles ve Batlamyus'un evreninde, Yer nokta büyüklüğünde kalıyordu. Yer'in büyüklüğü ile ilgili Eratostenes'in hesapladığı değer doğru kabul edilmiştir. Bu dönemde kaleme alınmış olan Pierre D'Ailly'nin Dünya'nın İmgesi adlı eserinde, Müslüman astronomların konuyla ilgili bulgularına rastlanmış olup, Fergani'nin Yer çevresini 20.400 mil olarak hesaplamasına yer verilmiştir. Bu değer, gerçek değerden oldukça küçük olmasına karşın Kristof Kolomb'a Atlas Okyanusu'nu geçerek Hindistan'a ulaşma

projesinde yol göstermiştir. Bunun yanı sıra, Yer'in evrenin merkezinde olması düşüncesine, Kopernik, modelini açıklayıncaya kadar, inanılmıştır.

Fibonacci dizisi, ikinci sayıdan sonra gelen her sayı, önceki iki sayının toplamı olan bir dizidir. Yani,

1, 1, 1+1=2, 1+2=3, 2+3=5, 3+5=8, 5+8=13, 8+13=21, 13+21=34, 34+21=55, 55+34=89, 89+144=233..... gibi.

Bu dizide n sayısı büyüdükçe, iki ardışık Fibonacci sayısının oranı Altın Oran adı verilen

$$\varphi = 1.618.....$$

sayısına yaklaşıp. n inci Fibonacci sayısı F(n), (n+1) inci Fibonacci sayısı F(n+1) ise Altın Oran (φ) aşağıdaki şekilde bulunabilir:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{F(n+1)}{F(n)} = \varphi$$

Aristoteles ve onun düşüncelerinin Müslüman yorumcusu İbni Sina'nın düşünceleri, Hristiyan Dünyası'nda Ortaçağ'da yapılan fizik çalışmalarının gelişmesini ve ele alınan konu başlıklarını etkilemiştir. Ortaçağ'daki entellektüellerin Kutsal Kitap'ta yazılanları tartışılmaz doğrular kabul etmeleri ve yeni bir düşünce arayışında olmayışları böyle bir durumu ortaya koymaktaydı. İnsana düşen Kutsal Kitap'ta yazan dinsel dogmaları anlayarak, açıklamak ve bu dogmalara karşı çıkanları ikna etmektir. Skolastik dönemde, kısmen de olsa sakıncalı bulunmayan tek düşünür olan Aristoteles'in kaleme aldığı kitaplardaki bilgilerin tartışmasız olarak doğru kabul edilmesiydi. Hristiyan dünyası'nda bu dönemde fiziğin optik yani ışık bilgisi alanında çalışmalar yapmış bilim adamlarından öne çıkan dört örnek olan Robert Grosseteste, Rogere Bacon, John Pecham ve Witelo ve mekanikle ilgili çalışmalar yapan fizikçiler ele alınacaktır.

Optik konusunda çalışmış ve optiği bilimsel bir kimliğe kavuşturmada katkıları olan bir bilim adamı olan Robert Grosseteste (1170-1253), ışık konusuna tamamen mistik ve metafizik bir yaklaşım ileriye sürmüştür. Bu düşüncesinde Şeyh el Maktül'ün mistik-metafizik yaklaşımından etkilenecek düşüncelerini mantık ve optik temeline oturtmuştur. Doğayla ilgili kabul edilebilir bilgi elde etmenin, resolutio (çözme) ve compositio (birleştirme) işlemleri şeklinde iki

aşamalı bir süreç olduğunu belirtmiştir. Çözmeden sonraki birleştirme aşamasında, yani olguların oluş biçimlerine anlam vermeye yönelik varsayımların kurulmasında, deney yapmak gerektiğini ifade etmesi çok ilginçtir. Bu nedenle, deneysel yöntemin başlamasına aracı olmuş ve deneysel olguların oluşmasında gereken zorunlu koşulların neler olması gerektiğini ortaya koymuştur.

Grosseteste'nin öğrencisi olan Roger Bacon (1220-1292), Fransisken mezhebi keşişlerindendir. Doctor Mirabilis (Olağanüstü Bilim Adamı) olarak nitelendirilmiş olup, Paris Üniversitesi'nde onbeş yıl kadar bulunmuştur. Doğa araştırmalarında, doğru bilgiye ancak deney yaparak ulaşılabileceğini savunarak, bilimsel bilginin elde edilmesinde deneysel yöntemi ifade eden ilk bilim adamı olmuştur. Deney, dışsal ve içsel olarak ikiye ayrılır. Dışsal deney, duyuyla gerçekleştirilir ve doğadaki varlıkların tanınmasına yöneliktir. İçsel deney ise, sezgilerle gerçekleşir ve doğa üstü varlıkların tanınmasına yöneliktir. Elde edilen bilgiler, insanı mutlu kılar. Deneysel bilgi, insanlara geleceği önceden bildirme ve kavrayışını geliştirme olanağını verir. Böylece, kötülük gerçekleşmeden önlem alınır, bu nedenle, insan doğaya hakim olabilir.

John Pecham'ın (1220-1292) görme ile ilgili açıklamaları İbn el Heysem'inkilere yakındır. Perspectiva Communis (Cisimlerin Genel Görünümleri) adlı eseri, İbn el Heysem'in Kitab el Menazır adlı eserinin uzun ve karmaşık kopyası şeklindedir. Pecham, İbn el Heysem'den yazar, ya da fizikçi olarak söz ederek alıntılar yapmıştır. Görme teorisi, gözün anatomisi ve fizyolojisi, algı psikolojisi, kırılma ve yansıma ile görüntü oluşumu konuları, Kitab el Menazır'ın aynısıdır.

XIII.yüzyıldaki optik alanında çalışmalar yapan diğer önemli bir bilim adamı da Witelo (123-1280) dur. Witelo'ya göre, görme, gözden çıkan ışık ışınları vasıtasıyla gerçekleşmez. Göz ve ışık ışınlarına dayalı teoriyi savunmayan tek bilim adamı Witelo'dur.

Hristiyan Dünyası'nda yapılan çalışmalar yalnızca optik alanında değildir. Bunların yanı sıra hareket konusuyla ilgili çalışmalar yapan bilim adamları da vardır. Müslüman bilim adamı İbn Bacce'nin (1095-1138) hareketle ilgili Aristotelesçi hareket teorisine yaptığı katkıları vardır. Bacce'ye göre, kuvvet yoksa, hareket

yoktur, fakat, boşlukta da olsa, hareketin sona ermesi için zaman geçecektir. Bu görüşler Hristiyan bilim adamlarını etkilemiştir. Bu bilim adamlarından biri Thomas Aquinas (1225-1274)'tır. Ona göre, boşlukta da hareket vardır, çünkü hareket edilen ortam, kısımlardan oluşur ve hareket eden cisim, bu kısımların hepsinde aynı anda bulunamaz. Boşluk, hareket için ideal bir ortamdır. Gök cisimlerinin hareketi bu nedenle idealdir.

Bacce'nin düşüncelerini paylaşan bilim adamlarından biri de Peter Olivi (1248-1298)'dir. Olivi'ye göre, boşlukta hareket edilebilir ve hareket eden cismin hız değişimleri, uygulanan kuvvetin büyüklüğüne bağlıdır. Ortamın geometric özellikleri, hareketi etkiler. Kuvvet ve hız, ikincil olarak hfreketi etkileyebilir. Ortamın geometric özelliği kalkarsa, hareket de yok olur. O halde, kuvvet olmadan da hareket olabilir. Bu bugünkü hareket anlayışıyla örtüşmektedir. Atış hareketleri de bir başka tartışma konusu oluşturmıştır. Ockhamlı William (1300-1349)'a göre, hareket ettirilebilir bir cismin onu fırlatandan ayrıldıktan sonra oluşan atış hareketinde, hareket eden cisim, hareket ettirilmiş olduğundan mutlak veya göreceli bir gücün olmayacağını, bu nedenle, hareket edenle hareket ettirenin mutlak olarak birbirinden ayırd edilemeyeceğini iddia etmiştir.

Bradwardine, hareket için yeni bir formül geliştiriyor. Hız aritmetik olarak, (F/R) oranı ise geometrik olarak artmalıdır. Buna göre formül $v = \log (F/R)$ şeklini alıyor. Bu durumda Aristoteles'e yapılan eleştiriler haksız duruma düşüyor. $F=R$ ise $v = \log(1)=0$; $R=0$ ise $v = \log(0) = \infty$ oluyor. $F < R$ oluyorsa $v = \log(x) =$ negatif oluyor. Eğer x sıfırdan büyük, birden küçükse ($0 < x < 1$) negatif bir sayı çıkıyor. Bu da Aristoteles'in düşüncesinin doğru olduğunu gösteriyor.

Bu açıklamalar, Galileo için gereken bilimsel alt yapının hazırlandığını, yani ilgili temel kavramlar ve teoremlerin oluşturulduğunu bize gösteriyor. Yine de hareketlerle ilgili problemlerin çözümü tam olarak yapılabilir durumda değildir. Bunun için Galile ve Newton'un çalışmalarının beklenmesi yani XVI. Yüzyılı beklemek gerekiyor.

İslam dininin doğuşuyla, tarihin en parlak dönemlerinden biri başlamıştır. Komşu ülkelerin fethedilmesiyle başlayan Arapların dünya coğrafyasındaki yayılmaları, sonraki yüzyıllarda bilim ve teknolojiye de etkisini göstermiştir. VIII. ile XII. Yüzyıllar arasındaki dört yüz yıllık dönemde, bilim ve teknolojiye yaşanan parlak zaman, Atlas Okyanusu kıyılarından Kuzey Hindistan ve Orta Asya'ya kadar olan bölgede kurulan imparatorluk topraklarında yaşanmıştır. Bu parlak dönem onbirinci yüzyıldan itibaren kaybolmaya başlar, gerileme ve yönetim bozuklukları büyük bir çöküşle sona erer. İslamiyetin bu kadar geniş topraklara yayılmasında diğer din ve inançlara gösterilen hoşgörü rol oynamıştır. Ezilmiş bir çok halk, Müslümanlar'a kurtarıcı olarak bakmıştır. Araplar, aslında koyu dindar değillerdi ve askerliğe yatkın yapıda değillerdi. Başka ülkeleri fethetmelerinin altındaki neden, İslamiyet'i yayma düşüncesi idi. Bu arada Yunan ve Roma uygarlıklarının kalıntılarıyla da yüzyüze geldiler. Bu durum onlara büyük bir öğrenme isteği kazandırdı. Bu dönem içindeki en parlak çalışmalar, matematik, tıp, fizik, kimya ve astronomi alanlarında gerçekleştirilmiştir İslam Dünyası'ndaki bilimsel gelişmelerin yaşandığı üç önemli kurum, Beyü'l Hikme (Bilgelik Evi), gözlemevleri ve hastahanelerdir..

Abdülhamit İbn Türk (830-910), dokuzuncu yüzyılda yaşamış, sayılar teorisi ve cebir alanında çalışmalar yapmış bir Türk Müslüman matematikçidir. Onun geçmişi ile ilgili çok az bilgi günümüze ulaşmıştır. Meşhur matematikçi Harezmi'nin çağdaşıdır.

Sabit İbn Kurra (826-901), Harran'da doğmuş olan döneminin önde gelen matematikçi ve astronomlarından. Yunanca ve Süryanice biliyordu ve Apollonius, Archimedes, Euclides ve Batlamyus gibi bir çok Yunan bilim adamlarının eserlerini Arapça'ya çevirmiştir. Batlamyus'un Almagest isimli eseri hakkında yaptığı yorumda, Sinüs Teoremi'nin tanımını vererek astronomiye uygulanması üzerinde durmuştur. Biri diğerinin çarpanlarının toplamına eşit olan sayılar yani dost sayılar üzerine yaptığı incelemeler, Pisagorcular'ın sayılar teorisi çalışmalarından haberdar olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra cebirin geometriye uygulanması ile ilgili çalışmalar da yapmıştır.

Kereci, X.yüzyıl sonları ile XI. Yüzyıl başları arasında Bağdat'ta yaşamış ünlü matematikçilerden birisidir. Cebir ve geometrinin yanı sıra tenik konularda da yazılmış eserleri vardır. Belirli ve belirsiz denklemler, üslü çokluklar, aritmetik işlemlerin cebirsel terimlere uygulanması ve polinomlar üzerine çalışmaları vardır.

Ömer Hayyam (1048-1131) Horasan eyaletinin Nişabur kentinde doğdu ve eğitimini burada sürdürdü. Yaşamının büyük bir kısmını Nişabur'da geçirmesinin yanı sıra Semerkand, Buhara, Belh ve İsfahan gibi önde gelen bilim merkezlerinde yaşadı. Astronomi, fizik, matematik, cebir ve tıp alanında çalışmalar yaptı. Risale-i Cebir isimli eserinin 1851'de batı dillerine çevrilmesiyle, dünya çapında tanınan bir matematikçi kimliğine kavuşmuş oldu. Rubaiyat of Omar Khayyam isimli rubailer kitabının çevirisi yapılıncaya kadar şair kimliği ile de tanındı. Euclides'in postülalarının incelenmesi, özgül ağırlığın doğru şekilde belirlenmesi konularında da çalışmalar yapmıştır. Ayrıca, üçüncü dereceden denklemlerin çözümünde geometrik yaklaşım ile ilgili analitik geometri ile ilgili çalışması Descartes dönemine kadar matematikçiler tarafından kabul edilmiş bir çalışmadır. Sayılar teorisi, Euclides'in beşinci postülası ve cebir konusunda özellikle yoğunlaşmıştır. Euclides dışı geometrilerin kurulmasına öncülük eden Risale fi Şerhi Ma Eşkale min Müsaderat Kitab Oklides (Euclides'in Kitabının Problemleri Postülaları Üzerine Yorum) adlı eseri vardır. Bu alanda geliştirmiş olduğu teoremler, parabolik, eliptik, hiperbolik geometrilerin başlangıç bilgilerini vermektedir. Ömer Hayyam, n bir pozitif tam sayı olmak üzere $(a+b)^n$ ifadesinin açılımına ait terimlerin katsayılarını veren Batı ülkelerinde Pascal üçgeni olarak isimlendirilen yöntemi Pascal'dan yüzlerce yıl önce bulmuştu. Bu nedenle Bilim tarihçileri Pascal Üçgeni yerine Hayyam Üçgeni ismini kullanmaktadırlar

Memun döneminin önemli astronomu olan Fergani, astronomi üzerine kapsamlı eser yazan ilk bilim adamıdır. 833 yılında yazılan Astronomi Esasları isimli eserinde, evrenin ve gezegenlerin büyüklükleri, gezegenlerin ve sabit yıldızların uzaklıkları, çapları konusundaki bilgileri içermektedir. Bu bilgiler, kendinden sonraki Müslüman astronomlar tarafından da doğrulanmıştır. Bu eser, onikinci yüzyıldan onbeşinci yüzyıla kadar olan dönemde bir çok kez Latince'ye çevrilerek, Avrupa'da astronominin gelişiminde etkili olmuştur.

Battani (858-929) Urfa'nın ilçesi olan Harran'da doğmuş ünlü astronom ve matematikçidir. Yıldızlara tapan Sabi dinine inandığı söylentisine karşın ele geçirilen künyesinde, Müslüman olduğu yazılıdır. Astronomi'deki en büyük başarısı, Güneş yılını 365 gün 5 saat 46 dakika ve 24 saniye olarak ölçmesidir. Battani'nin bugüne ulaşan tek kitabı olan, Zic-i Sabi adlı kitabında, 877-929 yılları arasında yapmış olduğu gözlem sonuçlarını vermiştir. Bu eserin içeriğinden, Hint astronomisi ve Batlamyus'un görüşlerini benimsediği görülmektedir.

İran'lı bir matematikçi ve astronom olan Ebu'l Vefa el Buzcani (940-998), Bağdat'ta matematik eğitimini tamamladıktan sonra, özellikle trigonometri alanında çalışmalar yaptı ve bugüne ulaşmayan trigonometri kitapları yazdı. Batlamyus ve Diophantos'un eserlerini okuyup yorumladıktan sonra, astronomi çalışmalarına başlayıp, Ay'ın hareketlerini inceledi.

XIII. yüzyılda yaşamış olan ünlü bilim adamı Nasıruddin Tusi (1201-1274), Horasan bölgesindeki Tus şehrinde doğdu. İslam Dünyası'ndaki önemli gözlemcilerinden biri olan ve İlhanlı hükümdarı Hülagu'nun, Urmiye gölü kıyısında kurduğu Meraga gözlem evinin kurucusudur. Gözlem aletlerinin zenginliği ve gözlemevinde çalışan bilim adamlarının seçkinliği bakımından dikkati çeken bir gözlemeviydi. Tusi, burada yapmış olduğu gözlemlerden derlemiş olduğu bulguları, el-Zic el-İlhani (İlhanlı Zici) adlı eserinde toplamış ve bu eser astronomların başvuru kitabı olmuştur. Hülagü, bu gözlemevinin yakınında, Suriye, Irak ve İran'dan Moğollar tarafından yağmalanmış kitaplarla oluşturulmuş, 400.000 ciltlik bir kütüphane de kurmuştu. Meraga gözlem evinde oldukça dakik gözlemler yapılmıştır.

İbn-i Sina (980-1037), Aristoteles'in ileri sürdüğü, " bir cisim fırlatıldığında, fiziksel ilişki ortadan kalktığında, bir süre yol almasının nedeni ortama aktarılan kuvvettir" düşüncesine karşı çıkarak, bu olgunun nedeninin cisme kazandırılan hareket etme isteği olduğunu ileri sürmüştür. Hareket ettirici kuvvetin cisme kazandırıldığı veya depolandığı şeklinde yeni bir yorum getiren İbn-i Sina'ya göre "kasri meyil" (hareket etme isteği) cismin özelliğine göre farklılık gösterir. İbn-i Sina'nın yaptığı gözlemlerden çıkardığı sonuçlara göre, ağır nesnelerin kasri meyilleri daha çoktur. Mantar ve taş aynı anda fırlatılırsa, taş daha uzağa düşmektedir, gözlem sonucu bunu göstermektedir.

Işık ve ışıkla ilgili olguların incelendiği optik veya o zamanki adıyla, görme bilimi, tüm zamanlar içindeki en büyük gelişimini İslam Dünyası'nda gerçekleştirmiştir."Tüm zamanların en büyük optikçisi" kabul edilen İbn el Heysem (965-1040), bu bilim dalını gerçek kimliğine kavuşturmuştur. Kitab el Menazir (Görüntüler Kitabı) isimli eserinde, doğrudan görme, yansımayla görme ve kırılmayla görme gibi geleneksel olarak yapılandırılmış konuları, modern bilim çağına kadar aşılamayacak şekilde ayrıntılı biçimde irdelemekle birlikte, renk, gökkuşağı oluşumu, karanlık oda gibi konuları da bilim dünyasının gündemine taşımıştır.

İslam Dünyası'ndaki optik çalışmalarının önemli bir bölümünü de, İbn el Heysem'in çalışmalarını inceleyerek, daha üst düzeye çıkartan Kemalüddin el Farisi (1267-1320) Tenkih el Menazir (Optiğin Düzeltilmesi) adlı doyurucu bir eseri yazmıştır

Cabir ibn Hayyan (721-815), teorik ve deneysel çalışmalarıyla kimyanın gelişmesinde önemli rolü üstlenmiştir ve bu nedenle simyanın doruk noktasındaki bilim adamıdır. Bir çok kimyasal bileşiğin kimyasal alet ve sürecin uygulayıcı olarak modern kimyanın kurucusu olarak kabul edilir. Cabir, Aristoteles'in dört element (ateş, hava, su, toprak) teorisini ve bu öğelerin temel özelliklerini (sıcak, soğuk, ıslak, kuru) benimsemiştir.

Kimya çalışmalarıyla öne çıkan isimlerden biri de Zekeriya el Razi (864-925) dir. Bağdat'ta başhekimlik yaptıktan sonra, Afrika ve Endülüs ülkelerine seyahatlar yapmıştır. Simya, felsefe ve tıp alanlarında çalışmalar yapmıştır. Aristoteles'in

dört element teorisine inanma-yarak, atomsal evren teorisini kullanmak suretiyle Yapısal Dönüşüm Teorisi'ni benimsemiştir. Çeşitli deneyler yaparak saf elementler elde etmeye çalışmış, yeni kimyasal maddeler, yeni yöntemler ve aletler geliştirmiştir.

1013 de hayata veda eden Endülüs'lü Zehravi, İslam Dünyası'nın en ünlü cerrahıdır. Kaleme aldığı el Tasrif isimli eserindedöneminin cerrahi bilgilerini ve yeni yöntemleri tanıtmıştır. Yaraların ateşle dağlanması, deney amacıyla, hayvan vücutları üzerinde ameliyatlar yapmak, kadavra teşrihi, ameliyatlarda kullanılan aletlerin resimleri bu eserde yer almıştır. Çeviri döneminden sonra, batı cerrahi uygulamalarının gelişmesinde, ehravi'nin büyük etkisi olmuştur.

XIII.yüzyılın en önemli hekimlerinden olan ve şam'da ve Kahire'de hekimlik yapmış olan İbn Nefis (1213-1288) İbn-i Sina'nın Kanunu'nun Anatomi Kısmı İçin Açıklama isimli eserinde, Galen'in kan dolaşımı ile ilgili görüşlerine itiraz ederek düzeltmiştir. Galen'in Küçük Kan Dolaşımı'nda, kanın kalbin sağ tarafından sol tarafına kalpteki bir delikten geçerek ulaştığı söylenmiştir. İbn Nefis ise, yaptığı deney ve incelemelerde, böyle bir deliğin olmadığını ifade etmiştir.

Ortaçağ İslam Dünyası'nda sadece bilimsel çalışmalara dayalı parlak bir dönem yaşanmamıştır. Bilimdeki gelişmenin yanısıra teknolojik gelişmelerin de yaşandığını görüyoruz. Özellikle Benu Musa (Musa Kardeşler) ve Hazini, Cezeri'nin geliştirdikleri gündelik yaşamda kullanılan bir takım ilgi çekici araçlar mevcuttur.

Kendimizi Sınayalım

1. 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34 Fibonacci dizisinden yararlanarak bulunan altın oranın değeri aşağıdakilerden hangisidir?

- a. 1,681
- b. 1,625
- c. 1,618
- d. 1,524
- e. 1,414

2. “Görmeyi oluşturan ışınlar yalnızca göze dik gelenlerdir, yani kırılmaya uğramayanlardır” düşüncesi aşağıdaki bilim adamlarından hangisine aittir?

- a. Robert Grosseteste
- b. İbn Sina
- c. Ömer Hayyam
- d. İbn el Heysem
- e. Abdülhamit ibn Türk

3. Robert Grosseteste’nin önerdiği ışık benzeşimiyle hem optik hem tüm varlıkları açıklayan düşüncelerde yer almayan düşünce, aşağıdakilerden hangisi/hangileridir?

- I. Tümevarım yönteminin kullanılmasıyla bilgi kazanımı süreci, göz yoluyla maddesel görmeye benzer bir olay olarak gerçekleşir. (Işık bilgisinin felsefesi)
 - II. Işık, ilk maddesel form ve maddesel bir dünyada ilk ışık noktasının kendi kendine yayılması sonucudur. (Işığın metafiziği)
 - III. Işık bir dalga hareketi sonucunda meydana gelir (Işığın dalga teorisi)
- a. Yalnız I
 - b. Yalnız II
 - c. Yalnız III
 - d. I ve II
 - e. II ve III

4. Ömer Hayyam üçgeninden yararlanarak, $(a+b)^4$ iki terimlisinin açılımındaki terimlerin katsayılarının dizilişi, aşağıdakilerden hangisidir?

- a. 1,5,10,10,5,1
- b. 1,4,6,4,1
- c. 1,2,1
- d. 1,3,3,1
- e. 1,6,15,20,15,6,1

5. Hazını tarafından tasarlanan, madenler, kıymetli taşlar ve suların saflık derecelerini bulmaya yarayan, Archimedes’in durgun sıvılarla ilgili prensiplerine dayanarak yapılan terazinin adı aşağıdakilerden hangisidir?

- a. Kitab el Menazır
- b. Kasrı Meyil
- c. Vivamus
- d. Tenkih el Menazır
- e. Mizan el-ma

6. Aristoteles’in dört element (ateş, hava, su, toprak) teorisini ve bu öğelerin temel özelliklerini (sıcak, soğuk, ıslak, kuru) benimsemiş olan İslam Dünyası’nın önemli kimyacısının adı aşağıdakilerden hangisidir?

- a. Curabitur
- b. İbn Sina
- c. İbn el Heysem
- d. Ömer Hayyam
- e. Cabir ibn Hayyan

7. Hareket ettirici kuvvetin cisme kazandırıldığı veya depolandığı şeklinde yeni bir yorum getiren “kasrı meyil” (hareket etme isteği) cismin özelliğine göre farklılık gösterir. Bu düşünce aşağıdaki bilim adamlarından hangisine aittir?

- a. İbn el Heysem
- b. İbn Nefis
- c. Vivamus
- d. İbn Sina
- e. Cezeri

8. İbn el Heysem'in çalışmalarını inceleyerek, daha üst düzeye çıkartan Tenkih el Menazır (Optiğin Düzeltilmesi) adlı doyurucu bir eseri kaleme alan bilim adamı aşağıdakilerden hangisidir?

- a. Zekeriya el Razi
- b. Kemalüddin el Farisi
- c. Ömer Hayyam
- d. Cabir ibn Hayyan
- e. İbn Sina

9. Bağdat'ta matematik eğitimini tamamladıktan sonra, özellikle trigonometri alanında çalışmalar yapmış ve bugüne ulaşmayan trigonometri kitapları yazdıktan sonra. Batlamyus ve Diophantos'un eserlerini okuyup yorumlayarak, astronomi çalışmalarına başlayıp, Ay'ın hareketlerini incelemiş olan İran'lı matematikçi ve astronom, aşağıdakilerden hangisidir?

- a. Ebu'l Vefa el Buzcani
- b. Kemaliddün el Farisi
- c. İbn el Heysem
- d. Benu Musa
- e. Sabit İbn Kurra

10. Kaleme aldığı el Tasrif isimli eserindedöneminin cerrahi bilgilerini ve yeni yöntemleri tanıtan, yaraların ateşle dağlanması, deney amacıyla, hayvan vücutları üzerinde ameliyatlar yapmak, kadavra teşrihi, ameliyatlarda kullanılan aletlerin resimleri bu eserde yer alan Orta Çağ İslam Dünyası'nın en ünlü cerrahı aşağıdakilerden hangisidir?

- a. Curabitur
- b. Endülüs'lü Zehravi
- c. Zekeriya el Razi
- d. İbn Nefis
- e. Cezeri

Kendimizi Sıneyalım Yanıt Anahtarı

1. c Yanıtınız yanlış ise "Leonardo Fibonacci" başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

2. d Yanıtınız yanlış ise "İbn el Heysem" başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

3. c Yanıtınız yanlış ise "Robert Grosseteste" başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

4. b Yanıtınız yanlış ise "Ömer Hayyam" başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

5. e Yanıtınız yanlış ise "Hazini" başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

6. e Yanıtınız yanlış ise "Cabir İbn el Hayyan" başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

7. d Yanıtınız yanlış ise "İbn Sina" başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

8. b Yanıtınız yanlış ise "Kemalüddin el Farisi" başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

9. a Yanıtınız yanlış ise "Ebu'l Vefa el Buzcani" başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

10. b Yanıtınız yanlış ise "Endülüs'lü Zehravi" başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

1,1,2,3,5,8,13,21,34,55 Fibonacci dizisinde son iki sayının oranını alırsak, $\frac{55}{34} = 1,618$ altın oranı elde edilir.

Sıra Sizde 2

Işığın hareketi geometrik kurallara uygun biçimde meydana geldiğinden, doğadaki diğer bütün hareketlerin geometrik kurallara göre gerçekleşmesi gerekir.

Önerdiği dört farklı ışık benzeşimiyle, hem optiği hem de tüm varlıkları açıklamayı hedeflemiştir:

1. Tümevarım yönteminin kullanılmasıyla bilgi kazanımı süreci, göz yoluyla maddesel görmeye benzer bir olay olarak gerçekleşir. (Işık bilgisinin felsefesi)
2. Işık, ilk maddesel form ve maddesel bir dünyada ilk ışık noktasının kendi kendine yayılması sonucudur. (Işığın metafiziği)
3. Maddesel dünyadaki her şey, her tür nedensellik ışığın doğrusal yayılması ile benzerdir. (Işık fiziği)
4. Doğüstü doğrular, ışıktaki benzerlikleri kullanılarak açıklanabilir. (Işık teolojisi)

Sıra Sizde 3

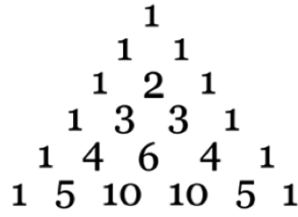
Bacon'a göre, bir cisimdeki her bir noktadan bütün doğrultulara ışık ışınları yayılır ve gözün her bir noktasına ulaşır. Cisimden çıkan ışınlar göze ulaştığına göre, ışık ışınları, tepesi göz, tabanı ise cisim olacak şekilde bir piramit oluşturur.

İbn el Heysem'e göre, görmeyi oluşturan ışınlar yalnızca göze dik gelenlerdir, yani kırılmaya uğramayanlardır. Bu konuda Bacon'ın yaklaşımı ise şöyledir: Gözün her bir noktasına, cismin tümünden gelen çıkan piramitlerin tepeleri ulaşır. Cismin her bir noktasının görüntüsü burada karışır. Gözün bir noktasına, örneğin gözbebeğine cismin yalnız bir noktasının gönderdiği ışın dik olarak gelir, diğer ışınlar ise aynı noktaya, farklı açılarla eğik olarak gelirler. Göz havadan yoğun bir sıvı ile dolu olduğu için, kırılma yasasına göre, bütün eğik ışınlar, gözün korneasında kırılmaya uğrarlar ve eğik ışınlar zayıf, dik gelenler parlaktır. Parlak ışınlar, zayıf ışığı gizlerler. Böylece, tabanı cisimde, tepesi gözün korneasının merkezinde yer alan bir görme piramidi oluşur. Bu piramidin gözlemcinin gözüne ulaşmasıyla görme olayı gerçekleşmiş olur.

Sıra Sizde 4

- I. Y ile F arasındaki ilişki dirençli mi yoksa ideal ortamda mı tamamen doğrudur?
- II. Serbest düşme yapan yani doğal hareket yapan cisimlerin ivmesi ne olacaktır?
- III. Dinamik yasasıyla hareket nasıl açıklanabilir?

Sıra Sizde 5



Hayyam üçgeninde beşinci satırdaki katsayılar yardımıyla

$$(a+b)^5 = a^5 + 5a^4b + 10a^3b^2 + 10a^2b^3 + 5ab^4 + b^5$$

açılımını yazabiliriz.

Yararlanılan Kaynaklar

Yıldırım,C.(1983).**Bilim Tarihi**, İstanbul,Remzi Kitabevi.

Ronan, C.A. (2003). **Bilim Tarihi, Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişmesi**, (Çeviri; E.İhsanoğlu ve Feza Günergün) Ankara,Tübitak Yayınları Akademik Dizi.

Tekeli, S., Kahya, E., Dosay, M., Demir, R., Topdemir, H.G., Unat, Y., Aydın, A.K,(2007), **Bilim Tarihine Giriş**, Ankara, Nobel Kitabevi

Akdoğan, C. (1993), **Bilim Tarihi**, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayınları.

Topdemir, H.G.(2008), **Işğın Öyküsü**, Ankara, Tübitak Yayınları.

Tekeli, S., Kahya, E., Dosay, M., Demir, R., Topdemir, H.G., Unat, Y. (1993), **Bilim Tarihi**, Ankara, Doruk yayınları.

Topdemir, H.G., Unat, Y.(2012), **Bilim Tarihi**, Ankara, Pegem Akademi Yayınevi.

Asimov, I,(1984) **The History of Physics**, New York, Walker and Company.

Tez, Z., (2008), **Fiziğın Kültürel Tarihi**, İstanbul, Doruk Yayınları.

Cushing, J.T., (2003), **Fizikte Felsefi Kavramlar I**, İstanbul, Sabancı Üniversitesi.

http://www.encyclopedia.com/topic/Thomas_Bradwardine.a_spx

<http://www.matematikkulubu.org>

http://en.wikipedia.org/wiki/Jordanus_de_Nemore

<http://www.bilimselkonular.com>

<http://yunus.hacettepe.edu.tr>

<http://www.turkcebilgi.com/ansiklopedi/kereci>

<http://www.sizinti.com.tr>

Topdemir, H.G., **Işğın Öyküsü**, Tübitak Yayınları, Ankara, 2007.

<http://www.kimkimdir.gen.tr>

5

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

-  Türkler'in İslâm'dan önceki ve sonraki entelektüel yaşamları açıklayabilecek,
-  Türkler'in takvim, tarım ve madenlerin kullanımı tanımlayabilecek,
-  Türkler'in astronomi, matematik, fizik, coğrafya ve tıp çalışmalarını açıklayabilecek,
-  Türkler'in teknolojiye katkıları tanımlayabilecek,
-  İslâmiyet'in Türk kültürünün gelişimine yaptığı katkıları açıklayabilecek

bilgi ve becerilere sahip olabilirsiniz.

Anahtar Kavramlar

- | | |
|--|--|
|  On İki Hayvanlı Takvim |  Hârezmî |
|  Bilgeli |  Kültigin Anıtı |
|  Bilgelik Evi |  Bilge Tonyukuk |
|  Beşinci Postula |  Karahanlılar |
|  Bîrûnî |  Gazneliler |

İçindekiler

- ❖ Giriş
- ❖ İslâm Öncesi Dönem
- ❖ İslâm Sonrası Dönem
- ❖ Karahanlılar ve Gazneliler

Türkler'in İslâmiyet'e Giriş Döneminde Bilim ve Teknolojiye Etkileri

GİRİŞ

Yaklaşık olarak 10. yüzyıldan itibaren İslamiyeti benimsemeye başlayan Türkler, İslâm Dünyası'nda gelişen entelektüel kültür alanına, etkileri uzun yıllar sürecektir bilimsel ve düşünsel katkılarda bulundular. Bilime, bilimsel düşünceye ve bilim insanlarına verilen yüksek değerin yarattığı verimli iklimde yetişen bilgiler hem toplumsal aydınlanmayı sağladı, hem de yöneticilerin adil ve bilgiye dayalı yönetim ahlakını benimsemelerine yol açtı. Bu nedenle hâkimiyetleri altına aldıkları toplumlarda ve dönemlerde gerek açmış oldukları bilim ve öğretim kurumları ve gerekse yetiştirmiş oldukları bilim insanları aracılığıyla bilimin gelişimine çok önemli hizmetlerde bulundular.

Bugünden geçmişe yöneltilecek bilimsel bir araştırmayla, Türklerin doğrudan kendilerinin gerçekleştirdiği bilimsel başarıların yanında, Türk olmamakla birlikte bilimsel araştırmalarını Türklerin sağlamış oldukları olanaklarla yürütmüş ve bilimin çeşitli alanlarında birçok bilimsel keşif yapabilmüş çok sayıda Fars ve Arap asıllı bilim ve düşün insanının bulunduğu kolayca görülebilir. Bu bilginlerin bilime yapmış oldukları katkıları, bilimsel yöntem ışığında inceleyerek değerlendirmeye çalışan bilimsel araştırmalar henüz çok sınırlı ve yetersizdir. Dolayısıyla Türklerin İslâmiyete'e giriş döneminde ve daha sonra yaptıkları bilimsel katkılar hakkında verilecek her yargı yanlış olmasa bile eksik olacaktır.

Diğer taraftan bu eksiklik sadece Türklerin bilim tarihiyle sınırlı da değildir. Genel anlamda İslâm Dünyası'ndaki bilimsel çalışmaların tarihi de yeterince araştırılmamıştır. Gerçi son zamanlarda büyük bir merak ve ilgi duyulan İslâm Dünyası'nın bilimsel başarılarına ilişkin gittikçe artan ölçüde bilimsel araştırma sonucu yayınlanmaktadır. Ancak bu olumlu gelişmeler dahi henüz İslâm Dünyası'ndaki bilimsel gelişmelerin ve çeşitli buluşların bütünüyle kavranılmasını sağlamaktan uzaktır. Ancak özellikle son 50 yılda yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen bulgular, bu dönemdeki bilimsel etkinliklerin tahmin edildiğinden çok daha önemli olduğunu göstermiştir.

İSLÂM ÖNCESİ DÖNEM

İnsanlık tarihine eşsiz kültür unsurları bırakan Türklerin Anayurdu Orta Asya'dır. Bilim ve kültür tarihi açısından Orta Asya'nın sınırları ise bugünkü Güney Sibirya, Doğu ve Batı Türkistan'ı içine alan Tanrı Dağlarının güneyinde ve Çingirya steplerinin kuzeyinde kalan bölgedir. Orta Asya Türk tarihi MÖ 8000'lerden daha eskiye uzanmaktadır. Nitekim yapılan çeşitli kazılarda bu dönemlerden kalma pek çok maddi ve manevi kültür ögesi elde edilmiştir. Elde edilen bu buluntular arasında taş devrine ait elle yapılmış çeşitli araç ve gereç, boyalı çanak çömlek, çakmak taşı, topuz veya sivriltilmiş şekilde yapılmış taş ve çeşitli maden araçlar yer almaktadır. Bu buluntulardan, dönemin insanının yaşam biçimi ve el becerilerinin düzeyi hakkında bilgi edinmek olanaklı olmaktadır. Buna göre o dönemde bazı madenlerin nasıl kullanılacağına bilindiği, örneğin tunçtan aletlerin yapıldığı anlaşılmaktadır. Benzer şekilde MÖ. 2000'lerden itibaren maden kullanımının hem çeşit hem de nitelik açısından arttığı anlaşılmaktadır. Demir kullanılıncaya kadar geçen süre içinde ise bakır ve kurşundan çeşitli eşyalar yapılmıştır. İlk defa alaşım olarak bronz kullanıncaya kadar geçen süre içinde ise bakır ve kurşundan çeşitli eşyalar yapılmıştır. İlk defa alaşım olarak bronz kullanıncaya kadar geçen süre içinde ise bakır ve kurşundan çeşitli eşyalar yapılmıştır. İlk defa alaşım olarak bronz kullanıncaya kadar geçen süre içinde ise bakır ve kurşundan çeşitli eşyalar yapılmıştır.

Bunun gibi Türklerin tarım yaptığı, buğday ve arpa yetiştirdiği, daha sonra yaşam tarzlarının ayrılmaz bir parçası olan at başta olmak üzere hayvanları evcilleştirdiği anlaşılmaktadır. MÖ. 2800 yılı sıralarında da araba icat edilmiş, böylece kısmen de olsa yerleşik toplum düzenine geçmeye başlanmıştır.

Türkler, evrenin bir kubbe biçiminde olduğunu düşünüyorlardı. Bu kubbe, Kutup Yıldızı çevresinde, düzenli şekilde dönüyordu. Burçları taşıdığı düşünülen eliptik çarkı ise buna dik olarak yerleştirilmişti. Gökteki bu düzen, Yeryüzüne de yansımıştır ve Kutup Yıldızı'nın tam altında, Yeryüzünün yöneticisi olan hakanın oturduğu ve Ordug adı verilen kent bulunuyordu. Öyle ki bu kentin plânı da göksel düzeni yansıtmaktaydı ve nasıl ki gök, Kutup Yıldızı'nın çevresinde dönüyorsa, toplum ve olup biten herşey de hükümdarın çevresinde dönmekteydi.

Türklerin bu dönemde yüksek bir entelektüel kültüre sahip olduklarının başka kanıtları da bulunmaktadır. Örneğin bu dönemin önemli uygarlıklarından biri olan Hunlar zamanında bilim ve teknik adına bazı gelişmelerin kaydedildiği görülmektedir. Bunlar arasında ipek ve pamuk dokuma, ağaç oymacılığı, boyaların kullanımı, ayna yapımı, bazı madeni alaşımlar örnek olarak verilebilir. Ayrıca ölü gömme adetleri onların mumyalamayı bildiklerini göstermektedir.



Resim 5.1: Bilge Kağan Yazıtından Bir Kısım

Türklerin kurdukları önemli devletlerden bir diğeri de Göktürk Devleti'dir MS (552-745). Bilinen ilk Türk yazılı anıtı bu dönemde kalma Orhun Yazıtlarıdır. Bumin Kağan tarafından hâkim bir konum kazanan Göktürkler, İltiş Kağan tarafından güçlü bir devlet yapısına sahip oldular. İltiş Kağan'ın oğlu Bilge Kağan devraldığı devleti daha da güçlendirdi ve devletin gücünün ve gelişmişliğinin bir belirtisi olarak tarihte Türk isminin geçtiği ilk metin olan Orhun Yazıtlarını yazdırdı. Bu yazıtlardan birincisi Kültigin Yazıtı adını taşımaktadır ve Bilge Kağan tarafından yaptırılmıştır. İkincisi Bilge Kağan Yazıtıdır ve oğlu tarafından yazdırılmıştır. Üçüncüsü ise bilge Tonyukuk tarafından yazdırılmış Tonyukuk Yazıtıdır.

Hem bu yazıtlardan hem de diğer arkeolojik malzemeden dönemin bilgi ve teknoloji düzeyi hakkında çeşitli veriler edinilmektedir. Yazıtlar açıkça Göktürklerin yüksek bir devlet ve siyaset bilgisine sahip olduklarını, hakanın halkına, halkın da hakanına karşı hak ve sorumluluklarının bulunduğu dile getirilmekte, yüksek ahlak ilkelerinin ne denli önemli olduğu vurgulanmaktadır. Dolayısıyla bir siyasetname kimliğini de barındıran yazıtlarda açıkça yüksek ahlak ve sorumluluk duygusunu kaybetmedikçe, bilgeliğe sırt çevrilmedikçe bir devletin yok edilmesinin mümkün olmayacağı anlatılmaktadır. Kültigin Yazıtındaki şu cümle bu durumu açıkça ifade etmektedir: “Üstte mavi gök çökmedikçe, altta yağız yer delinmedikçe senin ilini, töreni kim bozabilir?”



Sizler de devlet, toplum ve yönetim üçlüsüyle ilişkili özlü sözler bulmayı deneyebilirsiniz.

Yazıtlardan edinilen birçok bilgidен biri de Türklerin 12 hayvanlı takvimi kullandıklarıdır. Kültigin Anıtındaki şu cümleler durumu açıklamaktadır: “Kültigin koyun yılında, on yedinci günde uçtu. Dokuzuncu ay, yirmi yedinci günde yas töreni tertip ettik. Türbesini, resmini, kitabe taşını maymun yılında yedinci ay, yirmi yedinci günde hep bitirdik.” Daha sonra tarihe “12 Hayvanlı Türk Takvimi” adıyla geçmiş olan bu takvimde her yıla bir hayvanın adı verilmiştir. Bunlar sıçan, sığır, pars, tavşan, ejder, yılan, at, koyun, maymun, tavuk, köpek ve domuzdur. Bu takvime göre, 12 yıl süren her devreden sonra aynı adları taşıyan ikinci bir devre başlar. Devreyi teşkil eden hayvanlar devrederken ait oldukları yılların özelliklerini de belirlemektedir. Bir gün 12 eşit kısma ayrılmış ve iki saate karşılık gelen her kısma “çağ” denmiştir. Bu çağlara da yine 12 hayvanın adı verilmişti. Gün gece yarısı, yıl ilkbahar ile başlatılmıştır. Dört mevsim vardır. Güneşin hareketleri esas alınarak hazırlanmış olan bu takvimde (bugünkü ölçülerimize göre) 1 yıl 365 gün, 50 dakika ve 47 saniye olarak kabul edilirken, yıl da 6 haftaya ayrılmış ve her hafta 1,5 aya tekabül eden alt birimlere bölünmüştür. Yılbaşının 4 Şubat olduğu bu takvimin Mezopotamya'da kullanılan takvimle önemli benzerlikler taşıdığı görülmektedir. Başta Çin olmak üzere komşu uygarlıklarca da kullanılmış olan bu takvim, günümüzde hâlâ Çin'in bazı kısımları ile Hind-i Çin'de kullanılmaktadır.

Göktürkler tıp konusunda da önemli gelişme sağlamışlardır. İnsan sağlığını korumak için özellikle koruyucu hekimliğe son derece önem vermiş ve çeşitli bitkileri ilaç olarak kullanmışlardır. Beslenmenin sağlık açısından taşıdığı önemi bildiklerinden beslenmede ete ağırlık tanımışlardır. Beden sağlığı kadar ruh sağlığına da gereken değeri verdikleri görülen Göktürkler, bu bağlamda aile yaşantısını önemsemişlerdir.

Orta Asya'daki diğer bir Türk devleti olan Uygurlar ise yeni bir alfabe geliştirmişler, yeni bir kentleşme kavramı oluşturmuşlar ve bu doğrultuda taş binalar yapıp, kentleri kalın duvarlarla korumaya almışlardır. Benzer şekilde su kanalları, su kemerleri ve büyük mabetler yapmışlardır.

Ziraatla uğraşan Uygurlar, yetiştirdikleri pamuğu, dokumacılık ve kâğıt yapımında kullanmışlardır. Çeşitli aletlerin yapımında demirin yanı sıra başka madenleri de kullanmışlar, altın ve bazı kıymetli taşlardan süs eşyaları yapmışlardır. Ayrıca nişadır elde ederek pazarladıkları da bilinmektedir.

Uygur metinlerinde sağlıkla ve hastalıklarla ilgili bilgilere de rastlanmaktadır. Çeşitli bulaşıcı hastalık (kızamık ve çiçek vb.), kırık çıkıklar ve bazı iç hastalıklar ve tedavileri konusunda açıklamalar vermişlerdir. Çiçek aşısını uyguladıkları bilinmektedir. Bu uygulamada insan çiçeğinden yara kabukları alınıp, kurutulup bekletilmiş ve daha sonra sulandırılmak suretiyle zayıflatılmış çiçek mikropları sağlıklı insanlara verilerek, inokulasyon (aşı) şeklinde uygulanmıştır. Aynı tip uygulama Anadolu'daki Türkler arasında da görülmektedir.

Doğu Türkistan'daki Turfan kenti ve çevresinde yapılan arkeolojik kazılar sonucunda, MS 8. yüzyıla ait, Uygurca dinî ve resmî belgelerle yıllık takvimlerin çoğunlukta olduğu binlerce kitap ele geçirilmiştir. Tahtadan oyulmuş harfler ve klişelerle basılan bu eserler yüksek bir entelektüel kültüre işaret etmektedir. Bu konu özellikle matbaanın gelişim tarihinin açıklanması için de önem arz etmektedir. Çünkü matbaanın ne zaman icat edildiği konusunda çeşitli teknik tartışmalar hala devam etmektedir ve belirli bir uzlaşmaya varılması için de öncelikle matbaa sözcüğünün neyi kapsadığını betimlemek gerekmektedir.

Matbaa terimi, sadece hareketli harflerle yapılan baskıyı belirtmektedir. Bu tip baskıda kullanılacak harfler, noktalama işaretleri veya semboller için ayrı bir matris kullanılmakta, matrizen ise harfler elde edilmektedir. Yalnız bir cins matrisin oluşturduğu harfler dizisine ise font denir. Bu şekilde elde edilen harfler bir araya getirilerek metnin bir sayfası oluşturulur. Bunun dışında bir de klişe baskı denilen basım türü vardır ki, bu işlem oyulmuş tahta veya madeni levha kullanılarak yazı ve resimlerin grafik röprodüksiyonunu elde etmek anlamına gelir. Klişe baskıda her sayfa, bir bütün olarak levha üzerine oyulur.

Bu ikinci tür basım işi gerçekten çok eski dönemlerden bu yana bilinmektedir ve bilinen ilk baskı Budizm'in Japonya'da yayılmasını sağlayan İmparatoriçe Shotoko (Ölümü MS 769) devrine aittir. Bu dinde, Budha'nın resimlerinin ve Kutsal Sutra'nın metinlerinin çoğaltılması büyük bir sevap olduğundan, İmparatoriçe Japon pagodalarına konmak üzere bir milyon nüsha muska bastırmıştır. Bunlar Sanskrit dilinde fakat Çince hazırlanmıştır.

Bu baskı tekniği Çin'de ise Tang sülalesi MS (618-906) zamanında gelişmeye başlamış ve Feng Tao zamanında Konfüçyüs klasikleri yayımlanmaya başlamıştır. Nihayet Sung İmparatorları döneminde MS (960-1279) ilk kez, ayrı ayrı harfler dökerek basma yapmayı, 1041'de Pi Sheng adlı bir Çinli denemiştir. Pi Sheng'in porselenden harfler dökerek matbaanın ilk önemli gelişme adımını başlattığı kabul edilmektedir. Aslında 50.000 harfli olan Çin alfabesiyle yazabilmek için bunlardan en az 3000 tanesinin kullanılması gerekmekteydi. Tek tek harflerle baskı yapmaktansa, kalıp halinde sayfalar oymak daha kolaydı. Bu yüzden Pi Sheng'in böyle bir işi neden denediği kesinlikle anlaşılamamıştır.

Kore'de ise 1403 yılından itibaren matbaanın kullanıldığı görülmektedir. Bu matbaada önceleri tahta, pişmiş kil ve porselen daha sonra ise bronz harfler kullanılmaya başlamıştır. Ancak Uzakdoğu alfabelerinin ideografik oluşu, klişe baskının gelişmesine ve matbaanın bu bölgelerde etkisiz kalmasına ve yeterince gelişme gösterememesine neden olmuştur. Ancak bazı araştırmacılar, Çinli Pi Sheng'e örnek olacak ilk basmayı Uygurların bulduğunu savunmaktadırlar. Bu iddiayı destekleyen bazı kanıtlar da bulunmaktadır. Bunların başında 1902-1907 yılları arasında, Doğu Türkistan'da, Turfan'da yapılan kazılarda Tun-Huang mağaralarında Uygur harfleriyle yazılmış pek çok kitap ve bunların yanında bir torba içerisinde tek tek hazırlanmış Uygur harflerinin bulunması gelmektedir. Ancak matbaanın

Uygurlarca bulunduğunu söylemek yine de pek olanaklı görünmemektedir. Çünkü Uygur metinlerinin hiçbirisi matbaada basılmamış, tamamı el yazmasıdır. Diğer taraftan bunların tarihi 868'den önceye gitmemektedir. Bu tarih ise Çin'de bu tür basım tekniğinin çok gelişmiş olduğu bir dönemdir. Bu nedenle Uygurların bu tekniği Çinlilerden aldığını belirtmek daha makul görünmektedir. Hatta Uygur eserlerinde sayfa numaraları Çince verilmiştir. Bütün bunlar matbaanın ilk kez kimin tarafından bulunduğu sorusunun yanıtını kesin olarak vermeyi zorlaştırırsa da, Uzakdoğu'da başlayan bu çalışmaların, Avrupa'da matbaanın icat edilmesine öncülük ettiğini göstermesi bakımından değer taşımaktadır.



Matbaa tarihi hakkında daha ayrıntılı bilgi edinmek için Hüseyin Gazi Topdemir'in *İbrahim Müteferrika ve Türk Matbaacılığı*, (Ankara: Kültür Bakanlığı, 2002) adlı kitabını okuyabilirsiniz.

İSLÂM SONRASI DÖNEM

Batı'nın karanlık bir döneme girdiği sıralarda, Doğu'da yeni bir din, İslâmiyet doğdu. İslâmiyet insanları bilmeye, varlığı araştırmaya ve sorgulamaya yönelten tutumuyla önceki dinlerden farklılık taşımaktadır. Daha başlangıcından itibaren İslâm Dünyası'nda bilimsel faaliyetlerin canlılığının nedeni de öncelikle genel anlamda İslâmiyet'in bilgiye, özelde de bilimsel çalışmaya ve araştırmaya verdiği önemden gelmektedir. Başka bir deyişle, dini yaşantı bilgi elde etme yolundaki çabada bir tutuculuğa yol açmıyordu. Çünkü bilginin ve bilimin kim tarafından ve nerede üretildiği değil, ona sahip olmak önemseniyordu. Bilgi için özel bir toprak, bir vatan yoktu; bilgiyi hangi kültür üretmişse üretmiş olsun gidip o bilgi alınmalıydı. Bu kuşkusuz genel anlamda bilim için olağanüstü teşvik ediciydi. Bilgi karşısındaki bu olumlu vaziyet alış giderek "hasbi tecessüse" yani bilgiye salt bilgi olduğu için itibar etme, sadece "merak duygusu" ile araştırma tutumuna dönüştü. Geçmişte uygarlık yaratmayı başarmış toplumlara egemen bu düşünce ve tutum şimdi İslâm Dünyası'nda yeniden hayat buluyordu. Artık bilgiye sahip olmanın başlı başına bir erdem olarak kabul edildiği, yararının tartışılmadığı bir döneme girildiği her bakımdan anlaşıyordu. Bu süreçte esas amaç, bilgiyi elde etmek olduğu için de sürecin özellikle ilk dönemlerinde olağanüstü bir çeviri faaliyetine girişildiğini anlamak kolaylaşmaktadır.

Çok etkileyici ve hummalı bir çalışma temposuna girilen İslâm düşünce tarihinin bu klasik dönemini üç evreye ayırmak mümkündür: Birinci evrede bilgiyi elde etme, bilim nerede yapılmışsa gidip onu alma çabası öndedir. Bu yapılırken bilginin üretildiği toprağın ne rengine ne de tarihine bakılıyordu. Grek, Hint, Fârisî vs. kaynaklardan yoğun bir çeviri faaliyeti ortaya konuldu. İkinci evre ise bilginin sistemleştirildiği dönemdir, bu dönemde bilgi üretilmeye ve kullanılmaya, yani üretilen bilginin toplumsallaştırılmasına çalışılmaktaydı. Bilgelik Evi (Beyt el-Hikme) gibi bilginin hamisi olan bir kurum da bu evrede oluşturulmuştur. Bilimin, bilgeliğin takdir edilmeye başladığı, yoğun bir şekilde teşvik edildiği bir evredir. Dönemin entelektüeli, bilginin peşinde bilgece koşarken yönetenler de onları takdir ederek daha rahat çalışabilecekleri ortamlar oluşturmuş, bilgiyi sorunların çözümünde kullanarak teşvik etmiştir. Huneyn İbn İshak'a (D. 809-Ö. 873) çevirdiği eserler ağırlığınca altın verilmesinin nedenini de böyle anlamak gerekir. Böylece bu dönemde bilgi üretildikçe takdir ve teşvik edilmiş, bilim insanları da bu duruma bilimsel çalışmalarıyla karşılık vermiştir. Klasik dönemin son evresi ise özgün bilginin ve bilimin üretildiği, tüm tarihe mal olmuş Harezmi (D. 780-Ö. 850), el-Kindi (D. 801-Ö. 873), Fârâbî (D. 870-Ö. 950), İbn el-Heysem (D. 965-Ö. 1039), Bîrûnî (D. 973-Ö. 1048) ve İbn Sînâ (D. 980-Ö. 1037) gibi bilim ve düşün insanlarının dönemi olan zirve dönemidir. Araştırma etkinliği artık kuralları, yöntemi ve kavramları belirlenmiş bir bilimsel çalışma olma özelliğine kavuşmuştur. Bu dönemde İslâm bilim tarihi altın çağını yaşamıştır. O dönemlerde üretilmiş bazı bilgilere modern bilimin çok daha sonra ulaşabildiği göz önüne alınırsa, dönemin bilim etkinliğinin tarihsel önemi daha kolay kavranabilir.

Farklı kültürel başarılarından yararlanma ve onları özümsemeyle birlikte İslâm uygarlığı giderek parlak bir yapıya dönüştü. Akdeniz'i kapsayan topraklardaki uygarlık mirasının önemli merkezlerini birer birer fark etmeye ve kısa zamanda fethetmeye başlayan Müslümanlar olağanüstü bir hızla bilimsel eserleri Grekçeden Arapçaya çevirdiler ve bu kaynağı ciddi bir biçimde özümlediler.

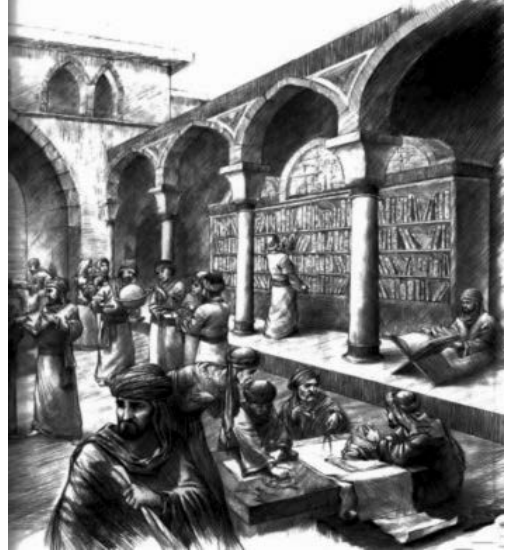


Sizler de Bilgelik Evi'ne benzer başka bir kurumu örnek olarak verebilir ve gerekli şekilde araştırabilirsiniz.

Yabancı bilim ve kültür mirasının aktarılması süreci 8. yüzyılın başlangıcından itibaren hem niteliksel hem de niceliksel olarak hızla gelişti ve çağın hemen hemen bütün bilim dallarını kapsayacak boyuta ulaştı. Bilimin gelişmesinin önemli nedenlerinden biri araştırma etkinliğinin kuramsal bir yapıya kavuşturulmuş olmasıdır. Beyt el-Hikme bu bakımdan İslâm Dünyası'nda sergilenen parlak bilimsel başarıların merkezi konumunda bir kurum olarak tarihe geçmiştir.

Çeviriler büyük ölçüde Grekçeden veya daha önceden Grekçeden çevrilmiş Süryanice eserlerden yapılmakla birlikte, Farsçadan ve Hintçeden de yapılmaktaydı. Bu gelişim sürecinde astronomi, geometri, fizik, optik, coğrafya, simya gibi temel bilim dallarındaki çevirilerle elde edilen bilgiler yeni bir yaklaşımla anlaşılma ve anlamlandırılmaya başlandı. Kısa sürede Eukleides'in (M.Ö. 300'ler) *Elementler*'i, Ptolemaios'un (MS 150'ler) *Almagest*'i,

Coğrafya'sı, *Optik*'i, *Tetrabiblos*'u, Theodosios (öl. MS 395) ile Menelaos'un (M.S. birinci yüzyıl) *Küre Kesitleri*, Apollonios'un (M.Ö. 262-200) *Koni Kesitleri*, Hipokrates'in *Aforizmalar*'ı, Platon'un *Devlet* ve *Yasalar*'ı, Aristoteles'in *Organon*'u, *Şiir Sanatı*, *Oluş ve Bozuluş*'u, *Gök Olayları*, Galenos'un *Canlı Hayvan Teşrihi*, *Ölü Hayvan Teşrihi*, *Organların Yararları*, *İlaçların Terkibi* ve *Ruh Hastalıkları* Arapçaya aktarılmıştı bile.



Resim 5.2: Bilgelik Evi

Bu dönemde Farsçadan çevrilen eserlerin çoğu edebiyata ve tarihe ilişkindir. Önemli olanlardan veya adları sık sık duyulanlardan bazıları, hayvanları konuşturmak suretiyle ahlaki öğütler vermeyi hedefleyen Kelile ve Dimne, Rüstem ve İsfendiyâr, Anuşirvân'ın Hayatı, Hezâr Efsane, Hezâr Destân ve İran Melikleri Tarihi'dir.

Hintçeden yapılan çeviriler de İslâm biliminin biçimlenmesinde etkili olmuştur. Müslümanlar, Grek astronomisi ile tanışmadan önce Brahmagupta'nın *Siddhanta*'sı aracılığıyla Hint astronomisini tanımış ve Ptolemaios'u keşfedinceye ve Arapçaya aktarınca kadar araştırmalarını bu esere dayandırmışlardır. Sanskrit dilinden Arapçaya tercüme edilen kitaplar arasında Sindbad adındaki bir denizcinin maceralarını anlatan *Sindbad* gibi eserler de bulunmaktadır. Bu aktarım iki köklü sonuca yol açmıştır. Bunlar:

1. İslâm Dünyası'nda entelektüel bir uyanış doğdu ve bilimsel bilginin birikimi sağlandı.
2. Klasik dönem bilim yapma geleneği İslâm Dünyası'na aktarıldı ve yerleşti.

İslâm düşüncesinin Rönesans'ını oluşturan ve yaklaşık iki yüzyıllık bir süreyi kapsayan bu etkinliğin, toplumsal, siyasal ve ekonomik önemli pek çok sonuca yol açtığı kuşkusuz olmakla birlikte, bilimsel açıdan taşıdığı asıl değer yukarıda değinilen ikinci sonucun doğuşuna yol açmış olmasıdır. Çünkü çeviri, kültürler arasındaki etkileşimi sağlayan önemli bir etkinlik olmakla birlikte, aynı zamanda çevirinin yapıldığı kültürel ortamın temel savlarıyla oluşturulmuş olan bilimsel ve entelektüel problemlerin de alıcı konumdaki kültür ortamına aktarılmasına yol açan bir uğraştır. Nitekim bu etkinlik sonucunda Antik Grek'te yer alan bütün bilimsel ve düşünsel gelenekler ve problemler aynen İslâm Dünyası'na aktarılmış ve her bir düşünce ayrı ayrı taraftar bulmuştur.

Antik kültür birikiminin İslâm Dünyası'na aktarılmasının entelektüel ortamın gelişmesinde önemli bir rolü olmakla birlikte, kuşkusuz yeni bir din olan İslâmiyet'in de bu süreçte ciddi katkısı olmuştur. Çünkü bilgiyi, bilimi, araştırmayı ve düşünmeyi sürekli vurgulayan İslâmiyet, sonuçta bilgi ve bilimi peşine düşülmesi ve elde edilmesi gereken bir değer olarak entelektüellere telkin etmekteydi. Bilime olumlu bakış ve dinin bilimi koruyan ve yücelten tutumu sonucunda kısa sürede, Müslüman entelektüellerin dikkati önce var olan birikimi anlamaya ve daha sonra da geliştirmeye yönelmiştir. Bu atılımda Türk kökenli bilim adamlarının da ciddi katkıları olmuştur.

DİKKAT

Düşünce tarihinin bazı dönemlerinde belirli bir dil bilim ve kültür dili olarak egemen olmuştur. Ortaçağ Hristiyan Dünyası için egemen dil Latince, İslâm Dünyası için ise Arapçadır. Bu nedenle milliyeti ne olursa olsun bütün bilim ve düşün insanları Arapça yazmışlardır. Dolayısıyla özellikle batılı araştırmacılar Arapça yazmış olmaları dolayısıyla herkesi Arap kabul etmekte sakınca görmemişlerdir. Bu doğru olmayan ve fazlasıyla genellemeye dayanan yargı, günümüzde artık aşılmaya başlamıştır.

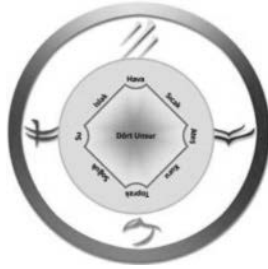
Cabir İbn Hayyan

Bunlardan biri sekizinci yüzyılda yaşamış olan Cabir İbn Hayyan'dır (D. 721-Ö. 808). Kimya konusunda yazdığı eserlerde madde kavramını sınıflamak suretiyle yeni bir anlayış getirmiş; kimyasal işlemlerde, işleme giren ve çıkan madde miktarının eşit olduğunu söylemek suretiyle, on sekizinci yüzyılda Lavoisier tarafından şekillendirilen maddenin sakınımı ilkesine yaklaşım göstermiştir.

Câbir İbn Hayyân kuramsal ve deneysel araştırmalarla kimyanın gelişimini büyük ölçüde etkilemiştir. Horasan'ın Tûs şehrinde bir eczacının oğlu olarak dünyaya gelen Cabir, o dönemde bilime ve bilim insanlarına yoğun bir destek sağlayan Bermekî ailesinin desteğinde çalışmalarda bulundu ve ailenin 803 yılında saraydan uzaklaştırılmasından sonra Kûfe'ye taşındı ve orada öldü. Efsanevi bir kişilik olarak o dönemde yapılan çalışmaların zirve noktasını temsil eden Cabir, pek çok kimyasal bileşiğin, kimya aletinin ve kimyasal sürecin uygulayıcısı olmuştur. Bu başarısından dolayı, modern kimyanın kurucusu kabul edilmektedir.



Resim 5.3: Câbir İbn Hayyân



Resim 5.4: Dört Unsur

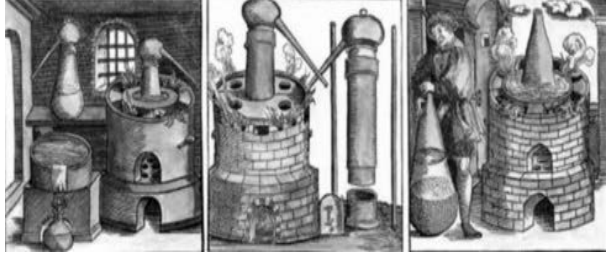
Câbir, varlık ve madde anlayışının temeline Doğu'da ve Batı'da sergilenmiş görüşlerin sentezini koyarak, ünlü filozof Aristoteles'in dört unsur (toprak, su, hava ve ateş) kuramını ve bu unsurların niteliklerini (kuru, ıslak, soğuk ve sıcak) benimsemiştir. Bu anlayışa göre doğada her şey toprak, su, hava, ateş öğelerinin sıcak-soğuk, nemli-kuru çiftlerinin birleşmesiyle meydana gelir. Nitelikler, aynı zamanda öğeler arasındaki geçişi sağlar.

DİKKAT

Dört unsur toprak, su, hava ve ateşten oluşur. Bu unsurlar Aristoteles'in evren anlayışının temelini meydana getirirler. Aristoteles'e göre evren tektir, ancak birbirlerinden farklı iki kısımdan oluşur. Yer'den Ay'a kadar olan kısım evrenin Ay-altı, Ay'dan evrenin sınırı olan sabit yıldızlara kadar olan kısım ise Ay üstü adını alır. Ay-altı evren bu dört unsurdan oluşur. Aristoteles'e göre bu unsurlar ağırlıklarına göre evrende iç içe geçmiş küreler şeklinde dizilmişlerdir. Ay-üstü evren ise değişime uğramayan esirden oluşmuştur.

Kimya tarihinde Câbir'le birlikte anılan en önemli kuram, minerallerin oluşumunun açıklandığı Cıva-Kükürt Kuramıdır. Buna göre madenler cıvadan oluşmuş ve kükürtle katılmıştır.

O dönemin kimya çalışmaları elbette günümüz kimya çalışmalarından farklı olarak simya diye adlandırılan mistik ve metafizik bir boyut da içermekteydi. Bu nedenle Câbir'in önemli ilgi alanlarından biri de insana ölümsüz yaşam sağlayabilen ve değersiz tüm metallerden altın elde edilmesinde kullanılabilen "el-iksir"dir. İksir elde etme ilkeleri ile altın elde etme ilkeleri aynıdır ve iksir yapımında hayvansal, bitkisel ve mineral maddeler kullanılır.

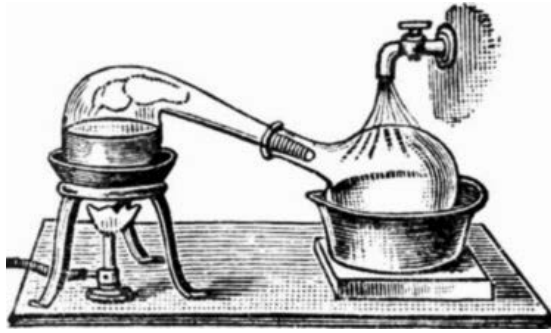


Resim 5.5: Câbir Tarafından Yapılan ve Kullanılan Araçlar

Câbir, kimyanın (simya) ilgi konusu olan maddeleri üç ana grupta ele alır:

1. Ruhlar; ateşte tamamen uçan cevherler ya da maddeler.
2. Metaller; çekiçle dövülebilen, bir ses ve parlaklığa sahip olan, suskun olmayan maddeler.
3. Cisimler (Mineral olmayan); eriyebilen veya erimeyen maddeler.

Câbir'in modern kimyanın babası olarak değerlendirilmesine sebep olan çalışmaları ilk kez kullanılan veya geliştirilen kimyasal işlemler, bu işlemlerin uygulanması sırasında kullanılan aletler ve süreçler



Resim 5.6: Câbir'in Damıtma İçin Kullandığı İmbik

sonucunda elde edilen kimyasal bileşiklerdir. Söz konusu işlemler ve araçların kullanımıyla Câbir, "Su" genel başlığında çözücü sular olarak adlandırılan nitrik, sülfürik ve hidroklorik asit gibi mineral asitleri keşfetmiştir. Câbir aynı zamanda metallerin işlenmesi, çelik yapımı, kumaş ve deri boyaması, dayanıklı kumaş yapımı, altın üzerine yazı yazmak için altın pirit kullanımı ve asetik asidin yoğunlaştırılması için sirke damıtılması, cam yapımı tekniklerinin geliştirilmesi gibi kimya sanayi ile ilgili önemli çalışmalar yapmıştır.

SIRA SİZDE



Sizler de "simya" ve "kimya" arasındaki farkı araştırabilirsiniz.

Câbir tarafından kullanılan işlemlerin en önemlileri, buharlaştırma, damıtma ve kireçleştirmedir. Buharlaştırma maddedeki farklılıkları ayrışabilir hale getirmektir. Damıtma, çözünebilir maddelerin özel bir düzenek ve özel araçlar yardımıyla saflaştırılması ya da temizlenmesidir. Kireçleştirme ise, maddeleri yüksek dereceli ısı ile yakarak ve toz haline getirerek bir metalde bulunan ve çözünmeyen maddeleri ayırmaktır.

Câbir, yapmış olduğu araştırmalar sonucunda kimya bilimine üç noktada önemli katkılar yapmıştır:

1. Element görüşünün oluşmasına yardımcı olmuştur.
2. Deneylerinde, ölçü ve tartı işlemleri üzerinde hassasiyetle durduğu için, nicelik anlayışının güçlenmesini sağlamıştır.
3. Çalışmaları sırasında geliştirmiş olduğu yeni aletlerle kimya teknolojisinin ilerlemesine katkı yapmıştır.

K İ T A P



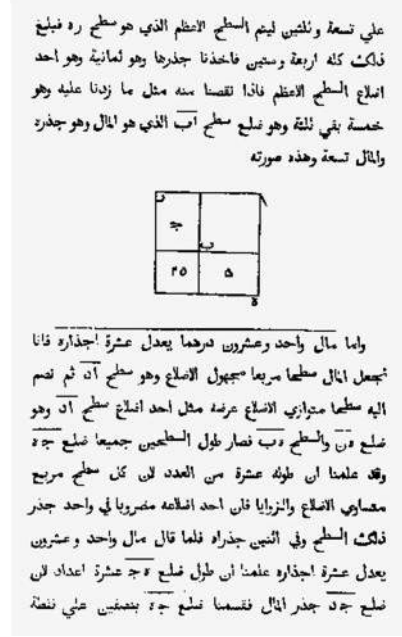
Cabîr İbn Hayyan hakkında ayrıntı için Esin Kâhya'nın *Modern Kimyanın Kurucusu Cabir b. Hayyan*, (Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları No:183, Ankara 1995) adlı kitabını inceleyebilirsiniz.

Hârezmî

Bu dönemde bilime katkı yapan Türk bilim adamlarından biri de dokuzuncu yüzyılda Horasan'da yaşamış olan Hârezmî'dir. Yaşamının büyük kısmını Bağdat'ta geçirmiş, Bilgelik Evi'nde bulunmuş, buradaki kütüphanede matematik ve astronomi konularında çalışmalar yapmıştır. Matematik konusunda biri cebire, diğeri aritmetiğe ilişkin iki önemli çalışması vardır.

Hârezmî'nin cebir konusundaki yapıtı *Kitâb el-Muhtasar fî Hisâb el-Cebr ve el-Mukâbele* (Cebir ve Mukâbele Hesabı Hakkında Özet Kitap) adını taşır. Buradaki cebir sözcüğü, aslında, bir denklemdeki negatif terimin eşitliğin öbür tarafına alınarak pozitif yapılması işlemini, mukâbele sözcüğü ise denklemde bulunan aynı cins terimlerin sadeleştirilmesi işlemini ifade etmektedir. Hârezmî bu yapıtında, birinci ve ikinci dereceden denklemlerin çözümleri, binom çarpımları, çeşitli cebir problemleri ve miras hesabı gibi konuları incelemiştir. Denklemler, $ax^2 = bx$, $ax^2 = c$, $ax^2 + bx = c$, $ax^2 + c = bx$, $ax^2 = bx + c$ tipleri şeklinde sınıflandırılmış ve her birinin cebirsel ve geometrik çözümleri verilmiştir. Kitapta cebir ve geometri arasında paralellik kurulmasının ilk örneğinin sergilenmiş olması matematik tarihi bakımından önemlidir. Söz konusu kitap 12. yüzyılda Chesterli Robert ve Cremonalı Gerard tarafından Latinceye çevrilmiş ve kitabın adında bulunan “el-cebr” kelimesi, “algebra” biçimine dönüştürülmüş, Batı dillerinde cebir kelimesini karşılamak için kullanılmaya başlanmıştır.

Hârezmî'nin diğeri çalışması Hint Hesabı adındaki aritmetik kitabıdır. Aritmetik kitabının Arapça aslı kayıptır; bu nedenle bu yapıt, De Numero Indorum (Hint Rakamları Hakkında) adıyla Bathlı Adelard (D. 1080-Ö. 1152) tarafından yapılan Latince tercümesiyle günümüze kadar ulaşabilmiş ve tanınabilmiştir. Hârezmî bu yapıtında, on rakamlı konumsal Hint rakam sistemi ile hesaplama sistemini anlatmış, Batılı matematikçiler, Romalılardan bu yana yürürlükte bulunan harf rakam ve hesap sistemi yerine Hint rakam ve hesap sistemini kullanmayı bu yapıttan öğrenmiştir. Kitabın yazılma amacı da İslâm Dünyası'nda klasik dönemde ve daha sonraki dönemlerde sıkça söz konusu edilen hesaplamanın, yani günümüzde aritmetik denilen dört işlemin yapılışının Hint rakamlarının yardımıyla kolayca öğrenilmesini sağlamaktır.



Resim 5.7: Cebir'den Bir Sayfa

Hesap anlamına gelen Latince “algoritmus” terimi de “el-Hârezmî” adından türetilmiştir. On rakamdan oluşan rakam sistemi ise, Hârezmî tarafından tanıtıldığı için Arap Rakamları ve kökeni Hindistan olduğu için de Hint-Arap Rakamları adı ile tanınmıştır.

Hârezmî'nin sıfır rakamının kullanılmasını sağlaması da matematik tarihi açısından ayrıca değerli ve önemlidir. Sıfırın kullanımını açıkladığı pasajda şunlar yer almaktadır:

“Çıkarma işleminde hiçbir şey kalmadığında, küçük bir yuvarlak yaz ki, böylece o yer boş kalmamış olsun. Bu küçük yuvarlak bir konum işgal etmek zorundadır. Çünkü aksi durumda daha az sayıda konum kalır ve o zamanda ikinci konum hatalı olarak birinci konum olur.”

Hârezmî'nin “küçük yuvarlak” veya “daire” olarak adlandırdığı işaret bu gün kullanılmakta olan sıfırdır. Küçük yuvarlağa Araplar sıfır (boş) diyorlardı. Latinceye zephyrum olarak çevrilen sözcük, daha sonra İtalyanca zero olarak kısaltıldı.

Hârezmî, daha önce Sanskritçeden Arapçaya çevrilmiş olan Siddhanta adlı zici Ptolemaios'un Almagest'inden yararlanarak düzeltmiştir. Bu düzenlemenin dikkat çeken yönü açılar, sinüs gibi trigonometrik fonksiyonlarla ifade edildiğini gösteren bir takım tablolara yer verilmiş olmasıdır.

Bunların dışında Hârezmî'nin biri usturlabın yapımını ve diğeri ise kullanımını anlatan iki yapıtı daha mevcuttur. Fakat bunlar kayıptır.

Hârezmî, Ptolemaios'un Coğrafya adlı yapıtını da *Kitâb Suret el-Ard* (Yer'in Biçimi Hakkında) adıyla Arapçaya çevirmiş ve böylece Grek dönemi matematiksel coğrafya bilgilerinin İslâm Dünyası'na girişinde önemli bir rol oynamıştır. Bu yapıt, önemli yerlerin enlem ve boylamlarını bildiren çok sayıda tablo içermektedir. Bu tablolar incelendiğinde, Hârezmî'nin Ptolemaios gibi, Yer'i ekvator'dan kuzeye doğru yedi iklime, yani yedi enlem bölgesine ayırdığı ve enlemleri bu esasa göre verdiği görülmektedir. Kitap çevrilmeden önce de bilinen yedi iklim sistemi, bu yapıttan sonra bütün Müslüman coğrafyacıları tarafından benimsenecek ve klasik dönem yapıtları bu sisteme göre düzenlenecektir. Kitapta dikkat çeken bir diğer nokta da içerdiği haritalardır. Bunlardan özellikle Nil'in kaynağını ve mecrasını gösteren haritada Nil'in Batı Afrika'dan veya Cennet'ten doğmayıp, bir gölden çıktığının yer alması dikkat çekicidir. Diğer bir nokta da haritalar arasında bir Dünya haritasının olmamasıdır. Fakat enlem ve boylam verileri böyle bir haritanın çizilebilmesi için gerekli olan malzemeyi vermektedir.

Diğer bir matematikçi de Abdülhamid İbn Türk'tür. Hayatı hakkında bilinenler çok azdır. Hârezmî'nin çağdaşıdır. Cebir konusunda yazmış olduğu kitabın ancak küçük bir bölümü bugün elimizde bulunmaktadır. Burada, özel tipler halinde gruplandırılmış ikinci derece denklemlerin çözümleri, Hârezmî'nin çözümlerinden daha ayrıntılıdır.

Fârâbî

Aslında büyük bir mantıkçı ve filozof olan Fârâbî (D. 874-Ö. 950) aynı zamanda fizik üzerine de görüşler ileri sürmüştür. Bu konuda *Boşluk Üzerine* (Risâle fî el-Halâ) adlı çalışmayı kaleme almıştır. Fârâbî, bu makalesinde boşluğu kabul etmeyen bir yaklaşımla havanın niteliğini irdelemektedir. Ona göre, eğer bir tas, içi su dolu olan bir kaba, ağzı aşağıya gelecek biçimde batırılacak olursa, tasın içine hiç su girmediği görülür; çünkü hava bir cisimdir ve kabın tamamını doldurduğundan suyun içeri girmesini engellemektedir. Buna karşılık, eğer bir şişe ağzından bir miktar hava emildikten sonra suya batırılacak olursa, suyun şişenin içinde yükseldiği görülür. Öyleyse doğada boşluk yoktur.

Ancak, Fârâbî'ye göre ikinci deneyde, suyun şişe içerisinde yukarıya doğru yükselmesini Aristoteles fiziği ile açıklamak olanaklı değildir. Çünkü Aristoteles suyun hareketinin doğal yerine doğru, yani aşağıya doğru olması gerektiğini söylemiştir. Boşluk da olanaksız olduğuna göre, bu olgu nasıl açıklanacaktır? Bu durumda Aristoteles fiziğinin yetersizliğine dikkat çeken Fârâbî, hem boşluğun varlığını kabul etmeyen ve hem de bu olguyu açıklayabilen yeni bir varsayım oluşturmaya çalışmıştır.



Resim 5.8: Büyük düşünce ustası Fârâbî

Bunun için iki ilke kabul eder:

1. Hava esnektir ve bulunduğu mekânın tamamını doldurur; yani bir kapta bulunan havanın yarısı boşaltılsa, geriye kalan hava yine kabın her tarafını dolduracaktır. Bunun için kapta hiç bir zaman boşluk oluşmaz.
2. Hava ve su arasında bir komşuluk ilişkisi vardır ve nerede hava biterse orada su başlar.

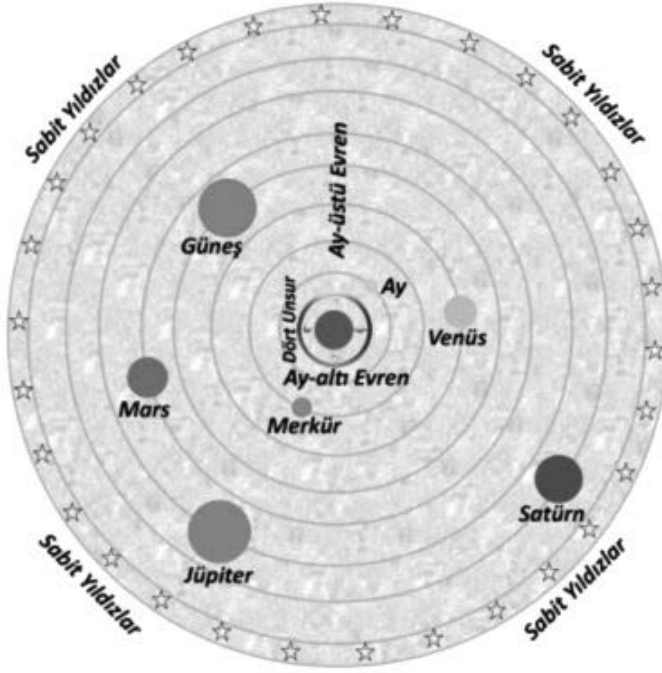
Fârâbî, işte bu iki ilkenin ışığında, suyun şişenin içinde doğasına aykırı olarak yükselmesinin boşluğu doldurmak istemesi nedeniyle değil, kap içindeki havanın, doğal hacmine dönmesi sırasında, hava ile su arasındaki komşuluk ilişkisi yüzünden, suyu da beraberinde götürmesi nedeniyle oluştuğunu bildirmektedir. Fârâbî, makalesini şu sözlerle bitirir:

Bu suretle, söz konusu şahısların sözü geçen kaplarda yaptıkları gözlemlere dayanarak boşluğun mevcut olduğu zannına kapılmalarının sebebi meydana çıkmış oldu. Ayrıca, onların anlattıklarından boşluğun mevcudiyeti sonucunu çıkarmak gerekmediği, burada verilen ayrıntıdan anlaşılmış ve onların, içinde bir şey bulunmadığına inandıkları ve boş olduğunu zannettikleri mekânın hakikatte hava ile dolu olduğu açığa çıkmıştır.

Yapmış olduğu bu açıklama ile Fârâbî, Aristoteles fiziğini eleştirerek düzeltmeye çalışmıştır. Ancak açıklama yetersizdir; çünkü havanın neden doğal hacmine döndüğü konusunda bir şey söylenmemektedir. Bununla birlikte, Fârâbî'nin bu açıklaması, sonradan Batı'da Roger Bacon (1214-1294) tarafından "doğadaki bütün nesneler birbirinin devamıdır ve doğa boşluktan sakınır" biçimine dönüştürülerek genelleştirilmiştir.

Bîrûnî

Bilim tarihi çalışmaları Bîrûnî'nin (D. 973-Ö. 1048) gerek bilimsel tutum ve araştırma tutkusunu, gerekse kaleme aldığı çalışmalarının hacim ve içerik açısından taşıdığı yenilik bakımlarından “bütün zamanların en

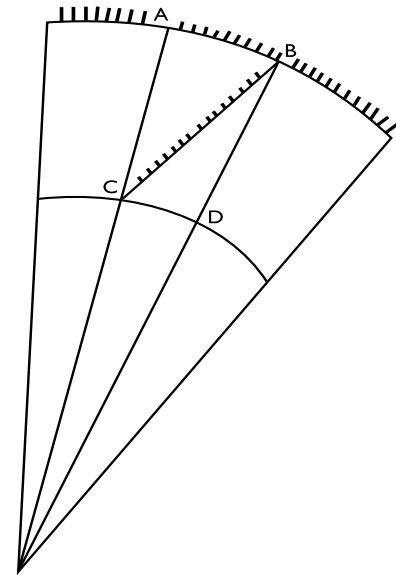


Resim 5.9: Yer Merkezli Evren Modeli

Bîrûnî'nin bilimsel çalışmaları içerisinde tabii bilimlere özel bir yer tutmaktadır. Genç yaşında yaptığı gözlemler, enlem ve boylam çalışmalarında gösterdiği başarılar, Yer üzerine ileri sürdüğü düşünceler onun bilimsel ilgi alanının temel temasını oluşturmaktadır. Bu alanlarda yaptığı çalışmalar bilimsel yöntem açısından gözlem ve deneyi asıl bilgi kaynağı olarak gördüğünü ortaya koymaktadır. Bununla birlikte astronomi, jeoloji, coğrafya, kimya ve biyoloji gibi tabii bilimlerin alanında gözlem ve deneyin yanında ölçmeyi de öne çıkardığı görülmektedir.

Bîrûnî'nin bilimsel zihniyetini açığa çıkaran bir diğer önemli gösterge de onun bugün “sahte bilim” diye nitelendirilen astroloji, sihir ve büyüye karşı takındığı akılcı tutumdur. Yıldızların Yer'e etki edeceği düşüncesinin hiçbir zaman sihir ve büyüün aracı olmaktan öte bir anlam taşıyabileceğini düşünmemiş ve düşlememiş olan Bîrûnî, bilimselliğe ve aklın ışığında problemlere çözüm arama akılcılığına daima sıkı bir bağlılık göstermiştir. Çünkü ona göre, bir toplumda cehaletin yaygınlaşması, bilimin sonuçlarıyla dinî inançların çatışmasına zemin hazırlar. Bu olağanüstü bir yaklaşımdır ve sadece yaşadığı dönem için değil, bütün zamanlar için geçerli bir belirleme ve kuraldır. Aslında doğası gereği hiçbir bilgi diğeriyle çatışmaz, ama eğer çıkar söz konusuysa çatıştırılabilir. Bunun için de mutlaka o toplumda içeriği yüzeysel ve salt biçimsel bilgiyi egemen kılmak yeterlidir. Kısa süre sonra zaten din bilimle, bilim dinle, felsefe bilimle ve dinle çatışacak hale gelir. Bunun sonu ise o toplumun ortadan kalkmasıdır. Tarihte bu kural hiç değişmemiştir. Bîrûnî'nin bu hakikati yüzyılların ötesinden haykırması ise, eğer kulak verilerse, doğru toplumları için bir şanstır.

büyük bilginlerinden biri” olduğunu ortaya koymuştur. Öncelikle tabii bilimlere olmak üzere, matematik ve toplumsal bilimlerde sergilediği özgünlük, bu nitelendirmeyi kesinlikle hak ettiğinin açık belirtisidir. Çalışmalarındaki derinlik ve çeşitlilik, onu klasik çağ bilgeliğinin nadir temsilcilerinden birisi yapmaktadır. Bundan çok daha temel bir özelliği de bilimsel zihniyetin gerektirdiği nesnel ve kanıta dayalı bilgi anlayışını benimsemesi ve bunun bilimsel çalışmaların ilkesi olmasını savunmasıdır. Bundan dolayı fizikten astronomiye, matematikten tıba kadar uzanan geniş yelpazede çalışmış olmasına rağmen, Bîrûnî, araştırmalarında bilimsel zihni-yet açısından modern bir yaklaşım sergilemeyi başarmış birkaç bilim insanından birisidir.



Resim 5.10: Vernier Bölümlemesi
Bu Bölümlemeye Göre amaç AB'ye
Göre Daha Uzun Olan BC'yi
bölmektir.

Bîrûnî'nin çalışmaları içerisinde tabii bilimlerin özel bir yeri vardır. Bu bilimler içerisinde en çok astronomide dikkat çekici ölçüde başarı elde etmiştir. Eğitiminin önemli bir kısmını oluşturan geometriden ve trigonometriden yararlanmak suretiyle Yer merkezli bir evren tasavvuru oluşturan Bîrûnî, geometrinin sağladığı olanaklarla, fizik ve astronomi çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Evren sisteminin esasını geleneksel Yer merkezli modele göre düzenlediğinden, merkezinde Yer'in bulunduğu içiçe geçmiş kürelerden oluşan bir evren söz konusu etmiştir. Bu evrende ister istemez yörüngeler daireseldir ve bütün hareketler düzenlilik gösterirler. İlginç bir biçimde geometrik bir düzen veya geometrik kurguyla evreni anlamaya çalışmasına karşın, Bîrûnî aynı zamanda içiçe geçmiş küreleri salt geometrik cisimler (ideal veya soyut) olarak değil, aynı zamanda fiziksel varlıklar olarak da düşünmüştür. Bu yenilikçi düşüncenin ilk kez kendisine mi ait olduğu yoksa kısa bir süre önce İbn el-Heysem tarafından geliştirilmiş olan küre katmanları fikrinden mi esinlendiği açık olmamakla birlikte, İbn el-Heysem'den (D.965-Ö.1039) esinlenmiş olma olasılığı yüksektir. Bu aslında İslâm Dünyası'nda bilimin kazandığı yüksek düzeyin açık bir belirtisidir. Çünkü bir bakıma geleneksel bilim modeline bağlı çalışmalar yapmasına karşın almaşık model arayışını da sürdüren Bîrûnî, Güneş merkezli bir sistemin matematiksel açıdan olanaklı olabileceğini öngörmüş, hatta Yer'in döndüğü fikrine dayalı olarak yapılmış usturlaplarla gerçekleştirdiği incelemeler sonucunda, Yer'in hareket etmesinin yaratacağı problemleri nasıl çözeceğini bilemediği için de Yer merkezli modelle çalışmayı yeğlemiştir.

Bîrûnî'nin astronomideki bir diğer başarısı da gözlemin dakiklığını artırmaya yönelik olarak gözlem araçlarında yaptığı özgün yeniliklerdir. İslâm Dünyası'nda gözlemevinin doğuşunda bilmek ve tanımak arzusunun önemli bir etken olduğu açık olmakla birlikte, aynı zamanda bazı İslâmî etmenlerin işe karıştığını söylemek de gerekmektedir. Bunlardan biri, ilk hilâlin gözlemlenmesine ilişkin olarak İslâm düşünürlerinin getirmiş olduğu kısıtlayıcı bir kural olan, en az iki güvenilir kişinin ilk hilâli gördüğünü belirtmesinin zorunluluğudur. Bu sıkıntının aşılmasına duyulan isteğin, sorunu gözlemler yoluyla çözme çabasını ön plana çıkardığını söylemek yerinde olur. Böyle bir yola başvurmak ise büyük ölçüde gözlemlerde duyarlılık ve dakiklik arayışını gündeme getirmiştir. Aslında Şemmâsiye Gözlemevi'nin kuruluşunu hazırlayan etmenlerden birisi de budur. Ayrıca, Şemmâsiye'deki 828 yılı dönence gözlemlerinin düş kırıklığı yaratması da, ölçülerdeki dakiklığı artırma gereğini ön plana çıkarmıştır. Bu nedenle, dokuzuncu ve onuncu yüzyıllar içinde büyük boyutlu aletler yapılması girişimleriyle oldukça sık karşılaşılmaktadır. Fakat aletler büyüdükçe üretilmeleri ve çalıştırılmalarında bazı güçlüklerin baş göstermesi, kendi ağırlıklarının etkisiyle, şekillerinin bozulması, böyle aletlerin bazı sakıncalarının olduğunun anlaşılmasına yol açmıştır. Bu durum karşısında, içlerinde Bîrûnî ve İbn Sînâ'nın (980-1037) da bulunduğu bazı astronomlar küçük alet kullanmayı tercih etmek yoluna gitmişlerdir. Dolayısıyla aletlerin cüsselerini fazla büyütmeden dakiklık ve duyarlılıklarını artırma yolunun bulunması büyük önem taşımaktaydı. Bu önemi açık bir şekilde fark eden Bîrûnî bunun için gözlem aletlerinin boyutlarını büyütme yerine, açı büyüklüklerinin okunduğu cetvellerin çapraz (transversal) çizgilerle bölümlendirilmesi yöntemini geliştirerek, Vernier İlkesi'nin temellerini atmıştır. Çok sonraları onaltıncı yüzyılın ünlü astronomlarından Tycho Brahe (D. 1546-Ö. 1601) de bu yöntemi kullanacaktır.

Bîrûnî'nin çalıştığı bir diğer alan da coğrafyadır. Coğrafyanın bütün alanlarında önemli çalışmalar yapmış olmasına karşın, yerölçümü konusundaki görüşleri daha fazla dikkat çekicidir. Yer'in büyüklüğünü ölçmek için iki yöntem kullanmıştır:

- 1. Birinci Yöntem:** İki ayrı yerde yapılan ölçümlerde, bir meridyen dairesinin bir derecelik yayına karşılık gelen uzunluk, astronomik yöntemlerle ölçülerek bulunan değerın 360 ile çarpılmasına dayanmaktadır. Bu yöntem daha önce halife Memûn (786-833) zamanında geliştirilmiştir ve Bîrûnî de aynı yöntemle o dönemdekine yakın değerler elde etmiştir.
- 2. İkinci Yöntem:** Bu yöntem Bîrûnî'ye aittir. Hindistan'a yapmış olduğu bir seyahat sırasında, geniş bir ovaya hâkim olan yüksek bir dağa çıkmış ve orada ölçtüğü ufuk alçalma açısından yararlanarak Yer'in çevresinin büyüklüğünü hesap etmiştir.

İbn Sînâ

Batılıların Avicenna dedikleri Ebû Alî el-Hüseyin İbn Abdullah İbn Sînâ (D. 980-Ö. 1037), Türk düşünce geleneğinin kilometre taşlarından birisi olarak, hem Antik düşünce mirasını Doğu'nun verimli topraklarına taşımış, hem de insanlığın gelecek yüzyıllarda biçimlenmesini sağlayacak sağlam düşünce geleneğini oluşturmuş verimli bir bilim ve düşün adamıdır. Doğu'nun bu sönmeyen yıldızı, geçmişten geleceğe engin bir köprü görevi görürken, Doğu ve Batı kültür çevrelerini derinden etkilemeyi başarmış, her zaman geniş bir yelpazeye yayılan ilgi alanının sağladığı olanakları, sabır, çalışkanlık ve olağanüstü bir zekâyla birleştirerek, doğa felsefesinden tıbbı uzanan dev bir başarıya dönüştürmüştür. Şeyh el-reis olarak haklı bir unvanı almayı hak etmiş bir bilge olarak kaleme aldığı onlarca yapıtının ışığında uzun yüzyıllar bütün insanlık aydınlanmıştır.

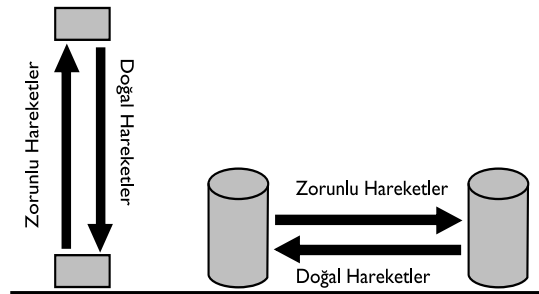
Bugün dahi güncel bilgiler içeren *Tıp Kanunu* ve doğa felsefesinin başyapıtlarından birisi olan *Şifâ* bilim ve felsefenin o gün için bilinen bütün sorun durumlarının irdelendiği ve çözüm önerilerinin yer aldığı iki dev yapıttır. Bunlar ve diğer çok sayıdaki yapıtıyla Doğu ve Batı felsefesinin oluşumu ve gelişimi üzerinde bıraktığı derin etki, İbn Sînâ'ya filozofların prensi dememizi zorunlu kılmaktadır.

Bunların yanında özel olarak üzerinde bıraktığı olumlu etkiyi dikkate aldığımızda da, Türk kültür geleneğinde seçkin bir yerinin bulunduğunu gördüğümüz İbn Sînâ'nın felsefe dışında astronomi, matematik, fizik, kimya ve müzik gibi alanlarda devrimci dönüşümlere yol açan kuramlar geliştirdiği görülmektedir. Bilim tarihinde devrimci dönüşüme yol açtığı bilim dallarından birisi fiziktir ve burada Newton'u öncelemeyi başardığı gibi, Galileo tarafından modern mekanik kuruluncaya kadar egemen olan İtilim (Impetus) Kuramı'nın, en gelişmiş anlatımlarından birisi de İbn Sînâ'ya aittir. Bunun gibi, son zamanlarda yapılan araştırmalardan matematik alanında da önemli çalışmaları olduğu anlaşılmıştır.

İbn Sînâ, fizik konusundaki görüşlerini *Kitâb el-Şifâ*, *Kitâb el-Necât* ve *El-İşârât ve el-Tenbîhât* kitaplarında serimlemiştir. Bu çalışmalarında yetkin bir düzeyde mekanik veya geleneksel bilim adlandırmasıyla "değişim ve hareket" konularını irdelemiş ve çığır açıcı düşünceler ileri sürmüştür.

İbn Sînâ doğal cisimlerin yapılarını, hareket ilkelerini ve biçimlerini incelenmiştir. Konu, temel problemleri açısından Aristoteles'in fiziğinde gündeme getirilmiş olanlarla sınırlanmış gözükmektedir. Öncelikle madde ve nitelikleri tartışılmış, daha sonra değişim kavramı ele alınmıştır. Hareket de tıpkı Aristoteles'te olduğu gibi, bir değişim türü olarak sınıflanmış ve bu bağlamda hareketin yönü üzerinde durulmuştur.

İbn Sînâ'ya göre yön "kendisine doğru hareketin gerçekleştiği şeydir." Bu demek oluyor ki, İbn Sînâ her hareketin bir yönünün ve büyüklüğünün olduğunu kabul etmekte ve hareketlerin bir başlangıç noktasına ya da bugünkü terimlerle belirtmek istersek, bir referans noktasına göre olduğunu varsaymaktadır. Yalnızca bu varsayım bile İbn Sînâ'nın modern anlamda bir mekanik düşüncesine sahip olduğunu göstermeye yeterlidir. Hatta biraz daha ileri gidip İbn Sînâ'nın konuyu eylemsiz bir sistemde duran veya bu sisteme göre sabit hızla hareket eden bir gözlem çerçevesi içerisinde incelediğini söyleyebiliriz. Çünkü İbn Sînâ açıkça yönün konumsuz olamayacağını belirtmekte ve "Doğal konumundan uzaklaşma ve ona dönme özelliği olan her cismin doğal konumu, cisim için sınırlandırılmış bir yön olur" demektedir.



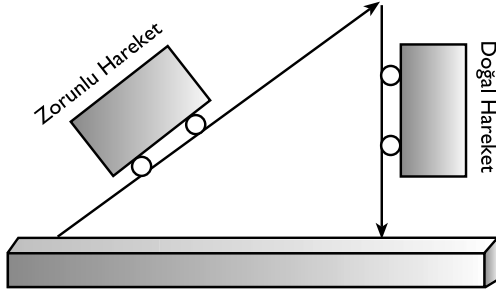
Resim 5.12: Doğal yer ve yön



Doğal yer kavramı, Aristoteles fiziğinin temel bir kavramıdır. Buna göre evrendeki bütün cisimler ağırlıklarına göre bir sıra düzen içerisinde bulunurlar. En ağır olanlar merkezde durağan olarak yer alırken, göreceli olarak daha az ağır olanlar da onun üzerinde sıralanırlar ve en sonunda da en hafif olanlar yer alır. Örneğin toprak ve topraktan oluşmuş her cisim ağır olduğu için en altta, ateş ve ateşten oluşan her şey de hafif olduğu için en üstte bulunur. Bu düzen doğal sıra olarak kabul edilmiştir. Harekete ilişkin bu ayırım bütün Ortaçağlar boyunca işlenerek, İmpetus Kuramı adıyla Modern Dönem'e kadar kabul görmüştür. Bu dönemde Galileo tarafından önce köklü bir şekilde dönüşüme uğratılmış ardından da tamamen ortadan kaldırılarak, modern hareket kuramı oluşturulmuştur.

Bu anlatıma göre cisimlerin hareketlerinin, ya doğal yerinden uzaklaşma ya da doğal yerine dönme biçiminde gerçekleştiği ileri sürülmektedir. Burada doğal yer cisim için uzamsal bir sınır oluşturmaktadır. Aristoteles fiziğinde doğal yerin değişmediği göz önüne alındığında, cismin sabit doğal yerinden ancak zorla uzaklaştırılabileceği ve zorlayan neden ortadan kalktığında cismin hızla kendi doğal yerine dönmek isteyeceği açıktır. Öyleyse İbn Sînâ'nın kavrayışına göre, dış neden sonucu oluşan hareket *zorunlu*, doğal yere dönme şeklinde gerçekleşen hareket ise *doğal* harekettir.

İbn Sînâ bu açıklamalarının ardından hareket eden cisimlerin temel özelliklerini ele alır ve konuyu şu şekilde betimler: Bazı cisimler doğası gereği durağan, bazıları ise devingen olurlar. Doğal olan şudur: Her



cisim doğasına uygun doğal yerinde bulunmalıdır. Bütün cisimlerde bu eğilim vardır, yani her cisim kendi doğal yerinde bulunmak ve doğal yerinde uzaklaştırıldığında ise doğal yerine dönmek eğilimine sahiptir. İbn Sînâ'nın açıklamalarında dikkatimizi çeken bir nokta da *doğal meyil* (el-Meyl el-Tabî) ve *zorunlu meyil* (el-Meyl el-Kasrî) belirlemeleridir. Bunlar doğal ve zorunlu hareket kavramlarıdır.

Resim 5.13: Doğal ve Zorunlu Hareket

İbn Sînâ'ya göre, yukarı fırlatılan taşın tekrar Yer'e düşmesi, ısıtılan suyun soğuması veya bir canlının iradesiyle bulunduğu yerden ayrılması "doğa" gereğidir. Öyleyse doğa gereği gerçekleşen bir değişim veya hareket, bilimin konusu olamaz. Dolayısıyla taşın Yer'de veya merkezde durağan olarak bulunması doğası gereği olduğu için, bu durumda "niçin" böyle olduğu sorulamaz. Benzer şekilde örümcek ağını doğal olarak ördüğü için, niçin diye sorgulamak gereksizdir. Buna karşılık, havada uçmakta olan bir taşın, böyle bir yetisi olmadığından, niçin böyle bir durumda bulunduğu sorgulanmalıdır.

Bu tümceleri şöyle betimleyebiliriz: "Her hareket ya zorlamadır ya da doğaldır." Burada dikkat çeken nokta, İbn Sînâ'nın her hareketi düzenli bir şekilde bir hareket ettiriciye bağlamasıdır. Zorunlu harekette hareket ettirici dış bir neden, buna karşılık doğal harekette ise cismin doğal yerine dönme isteğidir. Örneğin taşın yukarıya doğru hareket etmesi bir güç tarafından fırlatılmasıyla, doğal yerine dönmesinin nedeni ise ağırlığıdır. Klasik mekanik bilimi veya Newton öncesi hareket anlayışını simgeleyen "kuvvetsiz hareket olamaz" ilkesi açısından bakıldığında doğal bir durum olan "hareket ettirici" gereksinimi, İbn Sînâ tarafından hareket ilkesi olarak kabul edilmiştir.

İbn Sînâ hareketin yönlerinin ve doğal yerlerin sınırlı olduğuna dikkat çekmektedir. Bu yargı bütünüyle görünen dünyanın temaşa edilmesiyle (theoria) ulaşılmış bir sonuçtur. Çünkü görünen dünyada üç tip hareket söz konusudur:

1. Yer'den yukarıya doğru dikey,
2. Yukarıdan Yer'e doğru düşey ve
3. Aynı mekânda yatay. Örneğin taş yukarıya fırlatılabilir, bir süre sonra aşağıya doğru düşecektir.

Benzer şekilde A noktasındayken B noktasına taşınabilir. Bu örnekler yönlerin sınırlı olduğunu yeterince açıklamaktadır. Doğal yerlerin sınırlılığı meselesine gelince, bu tamamen Aristotelesçi dört unsur kavramlaştırmasıyla ilgilidir. Çünkü evrenin Ay-altı kısmında dört unsur (toprak, su, hava, ateş) bulunmaktadır ve her cisim bu dört unsurdan birisinden veya birkaçından oluşmak durumundadır. Doğal olarak hangi unsur ağırlıktaysa cisim de o unsurun oluşturduğu “doğal yerde” bulunmak durumundadır. Bu anlamda dört doğal yer olduğu açıkça anlaşılmaktadır.

Hareketi irdelemeyi sürdüren İbn Sînâ, doğal ve zorunlu hareketin ardından, zorunlu hareketi de bitişik ve ayrık zorunlu hareket olarak ikiye ayırmaktadır. Bitişik zorunlu hareket, örneğin atların arabayı çekmesi, ayrık zorunlu hareket ise, modern mekanikte söz konusu edilen fırlatılma hareketidir (projectile motion). İbn Sînâ'nın özellikle ayrık zorunlu hareket konusunda son derece ayrıntılı ve düşünsel içeriği iyi düzenlenmiş bir tartışma yaptığı görülmekte ve bu bakımdan adeta çığır açıcı bir öngörude bulunmaktadır. Ona göre, fırlatılan bir cisim hareket ettiriciden ayrıldıktan sonra, bir süre daha yol aldığına göre, ortada hareketi kalıcı kılacak bir nedenin olması ve bu nedenin onu etkileyecek şekilde hareket ettirilende bulunması gerekir. Bu da ya hareket edene hareket ettirenden ilişmiş ilineksel bir kuvvettir ya da hareket edene bitişik olan etki edicinin ona nüfuz etmesindendir. Bu noktadan sonra İbn Sînâ'nın anlatımı daha da ilgi çekici bir hal almakta ve hareket ettiricinin hareket ettirdiğine etkisinin iki şekilde geçeceğini ortaya koymaktadır. Ona göre etkinin gözlemlenebileceği birinci durumda, fırlatılan cismi, içerisinde bulunduğu ortamın adım adım ilerletmesidir. İkinci durumda ise fırlatıcının etkisiyle, fırlatılanın ortamı yararak ilerlemesidir. Ancak daha da önemli olan yön İbn Sînâ'nın “bütün bunlar boşlukta tasavvur edilemez” demesi, eğer bu hareket boşlukta olursa ona verilen “kuvvetin kalıcı olacağını ve kesinlikle durağanlaşmayıp kesintiye de uğramamasının” gerektiğini ileri sürmesidir. Çünkü ona göre, *“Kuvve [Potansiyel güç] cisimde bulunduğu zaman ya kalıcı olur ya da yok olur. Eğer kalıcı olur ise, bu durumda hareket de sürekli olarak kalıcı olur.”*

İbn Sînâ'nın mekanik konusundaki görüşleri özellikle bu son bilgiler ışığında analiz edildiğinde, ilk dikkat çeken nokta, bütün hareket türleri için kuvvetin gerekliliğinin benimsenmiş olmasıdır. Daha önce söz konusu edilen kasrî meyil kavramlaştırmasının anahtar bir ifade olduğu ve İbn Sînâ'nın mekanik kuramının dinamiksel açıklamayla sınırlandığını göstermesi bakımından değer taşımaktadır. Yine yukarıdaki açıklamalarından İbn Sînâ'nın kasrî meyil etkisinin kalıcı olduğunu belirtmesi de bir diğer dikkat çekici noktadır. Buna göre, eğer hareketi engelleyen bir durum söz konusu değilse, yani ortam dirençsizse, kasrî meyil etkisi kesintisiz sürecektir. Öyleyse hareket eden bir cismin, durmasının nedeni ortamın direncidir. Demek ki dirençli ortamda cisim bir süre sonra duracak, dirençsiz ortamda, eğer olanaklı olsaydı boşlukta ise durağanlık olmayacak, hareket sonsuza kadar sürecektir.

Bu noktada açık bir yargıya ulaşabilmek için, İbn Sînâ'nın Aristotelesçi mekaniği hangi aşamada ve nasıl farklı bir yoruma tuttuğunu anlamak gerekmektedir. Boşlukta hareket düşünülemeyeceğine göre, “kuvvenin cisimde bulunmasının” doğru anlaşılması gerekmektedir. Yukarıdaki alıntıda bu ifade kullanıldığına göre, cisme dışarıdan verilen kuvvet cisme kalıcı olarak yerleşmektedir. Ortam içerisinde hareket eden cisim ortama aktarılan kuvvet tarafından hareket ettirilirken, dirençsiz ortamdaki hareket ise ancak cisme kuvvetin depolanmasıyla, başka bir deyişle güdümlenmesiyle olanaklı olmaktadır. Bu durumda güdümlenmiş hareketin niçin son bulduğunun açıklanması önem taşımaktadır. İbn Sînâ'ya göre, bu durum ancak yüklenen kuvvetin bir nedenden dolayı yok olmasından kaynaklanmaktadır. Eğer yok olma, bir nedenden dolayı oluyor ise bu durumda neden hareketi yok eden bir etki olmak durumundadır. Bu etki asla boşlukta olamaz. Çünkü boşlukta zorunlu hareket, ne durağan olur ne de durur. Öyleyse, kuvveti düşürüp ortadan kaldıran neden, dirençlerin sağlam ardışıklığıdır. Böylece İbn Sînâ, açıkça nedeni kuvvet olan hareketlerin salt boşlukta olmadıkları sürece, bir süre sonra duracaklarını belirtmiş olmaktadır. *“Dolayısıyla hızlanmanın nedeni, cismin direnç gösteren ortamda yer değiştirmesi veya onu yarması kuvvetidir. Diğer bir deyişle, bunu yapabilen cisim daha hızlı hareket eder, yapamayan ise yavaş. Boşlukta böyle bir durum gerçekleşmez.”*

Böylece İbn Sînâ'nın, hareketin hızının değişimini, gösterilen direnç ile direnci aşmak için uygulanan kuvvet arsındaki ilişkiye bağladığı anlaşılmaktadır. Başka bir deyişle kuvvet etkisi altında gerçekleşen hareketin kuvvet (f) direnç (r) bağıntısı veya orantısıyla ilişkili bir hareket olduğunu dolayısıyla da geçen zaman miktarının da bu orantıyla belirleneceğini doğru bir biçimde belirlemiştir. Eğer kuvvet dirençten çok büyük ise cismin ortamı kat etmesi (yarması) için daha az zaman, tersi durumdaysa daha çok zaman geçecektir.

Burada İbn Sînâ'nın Aristoteles'in “dinamik yasası”na bağlı kaldığı anlaşılmaktadır: $v = \frac{f}{r}$. Bu yasaya göre, hız (v) ile kuvvet (f) doğru orantılıdır. Fazla kuvvet daha fazla hızlanma demektir. Daha

fazla hız ise daha az zaman anlamına gelmektedir. Dolayısıyla dirençli ortamdaki hareket ile dirençsiz ortamdaki hareket arasındaki farklılıkta burada ortaya çıkmakta ve direncin sıfır ($r=0$) olduğu durumda, hareketin nasıl gerçekleşeceği bir sorun olmaktadır. O zamana kadar iki eğilim öne çıkmıştır:

1. Hız sonsuz olur.
2. Hız tamamen uygulanan kuvvete bağlı bir harekete yol açar.

Aristoteles'e göre, ortam dirençsiz olursa hız sonsuz olur. Hızın sonsuz olması ise, hareket eden cisim için zamanın geçmemesi demektir. İbn Sînâ'ya göre, boşlukta da olsa harekette zaman geçecektir, ancak bu zaman dirençli ortamdaki zaman gibi değil, bütünüyle kuvvetin fazla veya az olmasıyla orantılı olarak gerçekleşen bir zaman olacaktır. Diğer bir deyişle, uygulanan kuvvet miktarı ile bu kuvvete bağlı olarak kat edilen "boş mekân" miktarı arasındaki oran, harekette geçen süreyi belirleyecektir. İşte İbn Sînâ'yı özgünleştiren budur. Çünkü böylelikle Aristoteles mekaniğinin tartışmalı bir yönünü varsayımsal bir düzlemde, ancak görünen dünyadaki devinimlerden edindiği bilgiler ışığında anlamlı hale getirebilmiştir.

Bu düşünsel farklılığını onun "ayrık zorunlu devinin" dediği, yani "fırlatma hareketi" hakkındaki düşüncelerinde de görmek olanaklıdır. Şunları söyler: *"Eğer fırlatma hareketi, hareket eden cisimdeki bir kuvvet sonucu ise, elbette ortadan kalkmayacak, zayıflamayacak veya yok olmayacaktır. Çünkü kuvvet bir cisimde bulunduğu, ya onda var olmayı sürdürür ya da yok olur. Eğer kalıcı olur ise hareket kesintisiz devam edecektir. Yok olma veya zayıflama durumunda ise ya bir nedenden dolayı ya da kendi kendine yok olacak veya zayıflayacaktır."* Dolayısıyla kuvveti tüketen neden boşlukta veya boş mekânda söz konusu olamaz. Bundan dolayı zorunlu hareket boşlukta ne yok olacak ne de duracaktır. Öyleyse dirençlerin ardışıklığı derece derece zorlama etkisini ortadan kaldırır ve yok olmasına neden olur. Fakat bu da hareket mutlak boşlukta olmadıkça olanaksızdır.

Bu noktada şunu belirtmek gerekir: Hareketi sürekli bir nedene bağlaması dolayısıyla modern mekaniksel yaklaşımdan uzaklaşmış olmakla birlikte, İbn Sînâ, yukarıda değinildiği üzere, boşluğu gerçek olarak kabul etmeyerek, sürekli varsayımsal bir şekilde ele alarak konuyu irdelemesi bakımından modern bir yaklaşım sergilemiştir. Modern dönem mekaniği büyük ölçüde soyutlamacı ve idealizasyona dayalı bir yaklaşım sergiler ve örneğin Galileo'yu eylemsizliği ifade etmeye götüren usullama süreci de böyle bir yaklaşımın sonucudur.

Diğer taraftan dirençsiz veya ideal ortamda devininin son bulmayacağını belirtmesi, İbn Sînâ'nın modern mekaniğin temeli olan eylemsizlik ilkesine yakın bir anlatıma ulaştığını söylemek olanaklıdır. Bunun yanında diğer bir önemli nokta da bazı cisimlerin kuvveti depolayabildiğinden söz edilmesidir. Buna göre İbn Sînâ'nın cisimlerin farklı devinebilirlik özelliğinin bulunduğunu ve dolayısıyla da farklı zorlamalı hareket eğilimi kazandıklarını kabul ettiği anlaşılmaktadır. Ona göre ağır cisimler, hafif cisimlere göre daha fazla zorlamalı hareket eğilimi, yani kasrı meyil kazanmaktadırlar. Çünkü elimize bir taş, bir de ağaç yongası alsak ve bunları aynı kuvvetle fırlatsak, (ayrık zorlamalı hareket ettirsek) her biri farklı uzaklıklara, örneğin ağır olan taş, ağaç yongasından daha uzağa düşecektir, çünkü fırlatıldığında, fırlatıcıdan kendisini daha uzun süre hareket ettirecek kasrı meyili alabilmiştir. Başka bir deyişle İbn Sînâ'ya göre ağır cisimler daha fazla kasrı meyil kapasitesine sahiptir. Aslında bütün cisimler kasrı meyil kazanabilmektedirler, ancak hafif olanlar hem daha az kapasiteye sahiptirler, hem de kazandıklarını uzun süre koruyamamaktadırlar. Daha kısa mesafede hareketlerinin son bulmasının nedeni de budur.

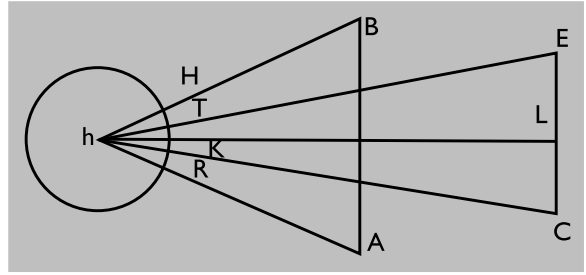
Bu açıklamalardan İbn Sînâ'nın Kasrı Meyil'i ağırlık ve hızla doğru orantılı kabul ettiği anlaşılmaktadır. Açıklamayı formülle gösterirsek, Kasrı Meyil=Hız (v) x Ağırlık (w), yani $km = v \cdot w$ olur. Burada ağırlık yerine kütleyi koyabiliriz. Bu durumda formül $km = v \cdot m$ biçimine dönüşür. Bu ise modern fiziğin momentum kavramından başka bir şey değildir. Momentumun zamana göre değişmesi ise kuvveti vereceğinden, bu durumda formül, $F = \frac{d(m \cdot v)}{dt}$ biçimini alır. Bu da Newton'un ikinci kanunudur.

İbn Sînâ'nın bu açıklamalarıyla birlikte, İslâm Dünyası'nda İbn Bacce (1095-1138), İbn Rüşd (1126-1198) ve Ebû el-Berekât el-Bağdadi'nin (1076-1166) yaptığı tartışmalar hareket kuramının Ortaçağdaki seyrini belirlemiş ve Batı Dünyası'nı etkileyerek Aristoteles'in hareket kuramı üzerine değişik yorumların yapılmasına yol açmıştır. Kasrı meyili impetus olarak çeviren Ockhamlı William (öl. 1349) ve Parisli Jean Buridan (öl. 1358) bu konuda epeyce zaman ve çaba harcamışlardır. Özellikle Buridan fırlatılan

cisme aktarılan bu impetusun atılan cismin kütlesi ve hızı ile doğru orantılı olduğunu ileri sürmüştür. Buridan’a göre, impetus aynı zamanda yarı-kalıcı bir niteliklidir. Dolayısıyla cisim bir kez harekete başlayınca, karşı kuvvet engelleyene kadar hareketini sürdürecektir. Buridan’ın tamamen İbn Sînâ’nın etkisinde kaldığı açıkça anlaşılmaktadır.

El-Bağdadî tarafından arıtılan bu kuram Fahrüddin er-Razi ve Nasirüddin Tûsî gibi sonraki İslâm filozoflarını hayli etkilemiştir. Batı’da İbn Sînâ’nın bu itici güç kuramı Endülüslü el-Bitrucî tarafından benimsenmiş ve daha sonra Lâtin Dünyası’na girip, Arapça “el-Meyl el-Kasrî” deyiminin inclinatio violenta (hız eğilimi) olarak çevrildiği Peter Olivi’nin (1248-1298) yazıları üzerinde doğrudan bir etki yapmıştır. Bu ifade şekli John Buridan tarafından impetus impressus (etkileyici itim gücü) şekline çevrilerek, modern fiziğin momentıyla aynı olan kütle ve hızın çarpımı olarak tanımlanmıştır. Galileo Galilei’nin (1564-1642) moment için kullandığı impetus da, İbn Sînâ’nın ortaya attığı bu kavramdan başka bir şey değildir.

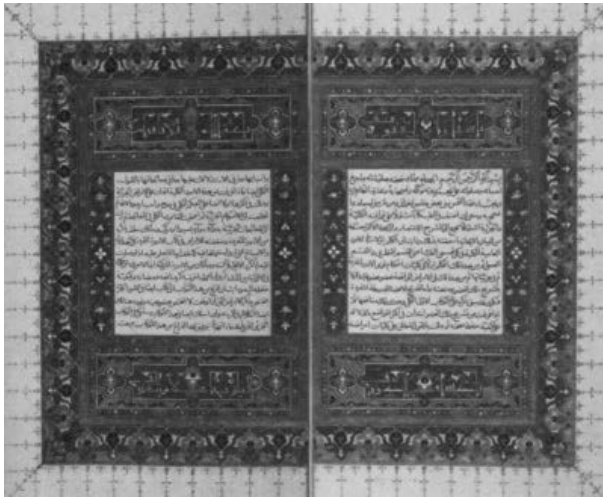
İbn Sînâ aynı zamanda optik konusuyla da uğraşmış ve görmeye neden olan ışınların gözden çıktığını savunan gözyışın (extramission) kuramına karşı önemli itirazlar geliştirmiştir. Ayrıca, görmeye ilişkin olarak özel ve kendine özgü bir görüş geliştiren İbn Sînâ’ya göre, görme dıştan gelen etki ile gözde, bir aynadakine benzer bir görüntünün oluşması yoluyla olur. Göz burada bir aynanın oynadığı rolü oynar. Dış nesnenin görüntüsü bu aynada, yani gözde, meydana gelince, İbn Sînâ’ya göre, görme algısı doğmuş olmaktadır. Nitekim aynanın ruhu olsaydı, o da kendinde oluşan görüntüyü görecekti, algılayacaktı; ayna da bir ruha sahip olsaydı, o da kendinde bir görüntü bulunduğunun bilincine ulaşacaktı.



Resim 5.14: İbn Sînâ'ya Göre Görme Geometrisi

Ayrıca İbn Sînâ bu görüşünü özel matematiksel bir yaklaşımla ele almış ve görme konisi hususuna da bu münasebetle değinmiştir. Ona göre, daha uzaktaki nesnenin daha küçük görünmesinin nedeni, ayna olan gözdeki sıvının küresel olması ve küresel olanın da merkeze eşit uzaklıkta bulunmasıdır. Bu nedenle uzaklaşan nesne daha küçük bir yayla görüneceğinden onun görüntüsü de daha küçük bir alan içerisine düşecek ve dolayısıyla da uzaktaki bir nesne yakındakinden daha küçük görünmüş olacaktır.

İbn Sînâ ayrıca nesneleri ışıklı ve ışıklandırılmış olmak üzere sınıflandırmış, kendinden ışıklı nesneler için mudî ve bir ışık kaynağı tarafından aydınlatılmış olanlar için de mustanîr terimlerini kullanmıştır. Bunlara karşılık olmak üzere de mudî’nin yaydığı ışık için dav (ziya), bunun nesnelerde yarattığı ışık için de nûr kelimesini kullanmıştır. Bu ayırım çeviri yoluyla batıya da geçmiş ve 13. yüzyıldan itibaren, bu ayırma karşılık olmak üzere getirilen lux ve lumen sözcükleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmış, bu iki sözcük arasındaki ayırım Kepler zamanına, yani 17. yüzyıla kadar devam etmiştir.



Resim 5.15: Tıp Kanunu'nun Süleymaniye Kütüphanesi'ndeki yazma nüshasının birinci varakı

Batılı kaynaklarda haklı olarak “Doktorların Kralı” unvanıyla tanıtılan İbn Sînâ’nın belki de bilim tarihine en büyük katkısı tıp araştırmalarının sonuçlarını derlediği *el-Kanûn fi el-Tıbb*, yani *Tıp Kanunu*’dur. Söz konusu bu yapıt kaleme alınmış bütün zamanların en ünlü tıp çalışmasıdır ve pek çok Avrupa üniversitesinde temel tıp metni olarak XVII. yüzyıla kadar kullanılmıştır. Genel anlamda bilim, özelde de tıp tarihi açısından değerlendirildiğinde, bu kitabı yazmış olmasından dolayı İbn Sînâ’yı, Klasik Dönem İslâm Dünyası’nda yetişmiş bilim adamlarının en önemlisi olarak tanımlamak yerinde olur.

Tıp Kanunu, yazıldığı tarihe kadar geçen dönem içerisinde geliştirilmiş olan temel tıp bilgisini ve İbn Sînâ'nın kendi özgün katkılarını içeren dev bir yapıttır. Bu özelliğinden dolayı, belki de Antik Çağ'ın önemli tıp bilginlerinden Hipokrates (M.Ö. 460-377) ve Galenos'un (M.S. 129-199) tıp yapıtlarından sonra tıp biliminin standardı haline gelmiştir. Latinceye *Canon Medicina* diye çevrilen *Tıp Kanunu*, altı yüz yıl aşılammış ve İbn Sînâ'nın söylediklerine çok az şey ilave edilebilmiştir. *Tıp Kanunu* başta İbranice, Latince, Farsça, Türkçe, İngilizce, Fransızca, Almanca ve daha birçok dile çevrilmiş ve defalarca yayımlanmıştır.

Kitapta anatomi ve fizyoloji gibi tıp biliminin genel konularına ait bilgiler yer almaktadır. İnsan vücudunun tarifi, anatomisi, fizyolojisi ve bütün özellikleri ele alınarak dört hılt (ahlatı erbaa), dört unsur (anasır-ı erbaa) ve bunların açılımı olan konular incelemiştir. Ayrıca ilâçbilim (farmakolji) konusuna da yer verilmiş, *Müfredat* adıyla hastalıkların tedavilerinde kullanılacak tek terkipli yani basit ilaçlardan söz edilmiş, bitkisel ilaçların alfabetik sırayla yazılışları ve yaklaşık sekizyüz kadar ilacın özellikleri hakkında bilgi verilmiştir. Benzer şekilde Galenos'un sınıflandırmasına göre düzenlenmiş iç organlara ait hastalıkların ve tipik belirtilerinin betimlendiği patoloji konusu da işlenmiş, genel tedavi yöntemlerinden, baştan ayağa kadar vücutta meydana gelebilecek bütün hastalıklardan ve tedavi şekillerinden, sağlığı koruma yöntemlerinden, hastalıkların seyir çizgisinden söz edilmiştir. Kitapta tıbbi malzemelere de (materia medica) yer verilmiş ilaçların terkipleri (akrabadin) işlenmiştir. *Tıp Kanunu*'nun günümüze kadar özgünlüğünü koruyan bilgilerin yer aldığı bölümüdür. Burada İbn Sînâ, nasıl hazırlanacaklarını açıklayan yönergeleriyle birlikte 760 ilacı tanımlamıştır. Bundan dolayı *Tıp Kanunu* çağının en özgün *materia medicası* olmuştur.



Resim 5.16: *Tıp Kanunu*'nun 1647 Venedik Baskısının kapak sayfası

Tıp Kanunu'nun, ilk Latince çevirisi, Gerhard von Cremona (D. 1135-Ö. 1187) tarafından XII. yüzyılda ve ilk İbrani baskısı da 1491'de yapılmıştır. *Tıp Kanunu*, XV. ve XVI. yüzyıllarda matbaanın ve dizgiciliğin geliştirilmesinden sonra yaygınlık kazanmış ve baştanbaşa Avrupa'yı XVIII. yüzyılın sonuna kadar kalıcı şekilde etkilemiştir. Şimdilerde hala bazı Avrupa kütüphanelerinde (Paris'te 1482, Padova ve Milano'da 1658 ve Berlin'de 1608 baskısı) kullanılır nüshaları yer almaktadır.

Zamanını aşan bu yapıtın en belirgin özelliği, Ortaçağ'a egemen olan düşünsel ve duygusal atmosferin dışında, tamamen çağdaş tıp biliminde egemen olduğu şekliyle, nedensel etkenlere ve belirtilere dayanarak ilaç ve cerrahi tedavi yapılması gerektiğinin vurgulanmasıdır.



Sizler de bilimsel başarısı çağlar boyu süren başka bilimsel çalışmaları belirleyebilirsiniz.

KARAHANLILAR VE GAZNELİLER

Yaklaşık olarak 10. yüzyıldan itibaren İslâmiyet'i benimsemeye başlayan Türkler, İslâm Dünyası'nda gerek açmış oldukları bilim ve öğretim kurumları ve gerekse yetiştirmiş oldukları bilim adamları aracılığıyla bilimin gelişimine çok önemli hizmetlerde bulundular.

9. ve 10. yüzyıllarda İslâm Dünyası'na giren Türklerin büyük bir bölümü Abbasî halifelerinin ve eyaletlerdeki Arap ve Acem valilerin hizmetinde asker veya muhafız olarak görev yapmaktaydılar. 10. yüzyılın başlarından itibaren Sâmanî Devleti'nde Türk vali ve kumandanları güçlenerek denetimi ve yönetimi ele geçirdi ve 1005 yılında Sâmanîlerin toprakları Türkler tarafından ikiye bölündü. Ceyhun Irmağı'nın batısındaki bölgelerde Gazneliler ve doğusundaki bölgelerde ise Karahanlılar hâkimiyeti ele aldılar.

Karahanlılar

İlk Müslüman Türk devleti olan Karahanlılar (840-1212) Karluk, Yağma ve Çıgıl Türkleri tarafından kurulmuştur. Uygurların yıkılması ile 840 tarihinde bağımsızlıklarını ilan etmişler ve Kuzeyde Balkaş Gölünden, Güneyde Tarım Havzası ve Maveraünnehir arasında uzanan topraklara egemen olmuşlardır. Saltuk Buğra Han'ın 940'a doğru İslâm dinini benimsemesiyle birlikte, yeni bir medeniyetle karşılaşan Karahanlılar, bir yandan *Kuran-ı Kerim*'i okuyabilmek ve diğer Müslümanlarla ilişkiler kurabilmek için hızla Arapça öğrenirken, diğer taraftan da *Kuran-ı Kerim*'i anlamaya ve anlatmaya yönelik Türkçe eserler yazmaya başladılar. Ancak yalnızca İslâmiyet'i tanıtan dinî yapıtlarla yetinmediler ve İslâm uygarlığının oluşturmuş olduğu birikimi öğrendikten sonra, bilimin çeşitli alanlarında yapıtlar vermeye başladılar. Kaşgarlı Mahmud'un *Divânı Lügât el-Türk*'ü, Yusuf Has Hâcib'in Kutadgu Bilig'i, Edib Ahmed Yüknêkî'nin *Atebet el-Hakâyık*'ı ve İmam Ebülfutuh Abdülgafir'in (öl. 1093) *Tarihi Kâşgâr*'ı bu dönemde Türkçe olarak yazılmıştır.

Karahanlılar 10. ve 11. yüzyıllarda Semerkand, Buhara, Tirmis, Ürgenç ve Merf'de birçok mimari yapı meydana getirdiler. Bir kısmı bu güne kadar gelebilen bu eserlerde görülen başlıca özellik, cephe mimarisinin son derece gelişmiş olmasıdır. Ön cephe çeşitli biçimlerde tuğla, pişmiş toprak ve alçı süsleme ile kaplıdır. En çok kullanılan süs unsurları tuğladan köşe payeleri, yazı şeridi, örgü ve geçme motifleri, kıvrık dal dekoru, rumîler, rölyef halinde yıldız-haç motifli tuğlalar geometrik bordürlerdir.

Karahanlılara ait en eski cami, Şirkebir Camii'dir (10. yy). Zengin alçı süslemeli mihrabı ile dikkati çeker. Buhara yakınlarında 11. yüzyıldan kalma Hazerdegaron Camii, kubbeli ana mekânı çeviren tonozlu bölümleri ile merkezi plan gösterir. Musalla şeklinde yapılmış olan Namazgâh Camii'nin (11. yy), bugün sadece mihrabı ayakta. Yine 11. yüzyıla ait Talkatanbaba Camii'nde değişik bir plan uygulanmış kubbeli mekân yanlara doğru genişletilmiştir. Buhara'daki Mugahattari Camii'nin (12. yy) cephesi ise tuğla ve tuğladan yapılmış çeşitli motiflerle süslenmiştir. Karahanlılardan kalan en eski türbe, Özbekistan'da 978 tarihli Arapata Türbesi'dir. Dört duvar üzerine tek kubbeli olarak yapılmıştır. Sivri kemerli portal, cepheye hâkimdir. Kubbe tromplarının üç dilimli yonca yaprağı şeklinde oluşu değişik bir özelliktir. Doğu Fergana'da bulunan Celâleddîn Hüseyin [1052], türbesinin cephesindeki firuze çini kalıntısından, Karahanlı mimarisinde çini kullanıldığı anlaşılmaktadır. Karahanlı sanatı gerek mimarı ve gerek süsleme bakımından daha sonraki Anadolu Selçuklu sanatını büyük ölçüde etkilemiştir.

Kaşgarlı Mahmud

Karahanlılar döneminde yetişen en önemli bilgin ise dil konusunda çalışmış olan Kaşgarlı Mahmud'dur. Kaşgarlı Mahmud'un hayatı hakkında fazla bilgimiz yok. 11. yüzyılın ilk yarısında Kaşgar'da doğduğunu, uzun yıllar Türk bozkırlarında seyahat ettiğini; Türkçenin birçok lehçesini, çeşitli Türk boylarının gelenek ve göreneklerini öğrendiğini ve daha sonra Irak'a gelerek Bağdat'a yerleştiğini biliyoruz. Ünlü yapıtı *Türk Dili Sözlüğü*'nü (Divân-ı Lügât el-Türk) burada yazmaya başlamış, 7500 kelimeden oluşan bu yapıtını 1074'te tamamlamış ve bir sene sonra Abbasî halifesi Muhammed el-Muktedî bi-Emrillâh'a takdim etmiştir. *Divân-ı Lügât el-Türk*, Araplara Türkçe öğretmek ve Türkçe'nin Arapça kadar zengin bir dil olduğunu kanıtlamak amacıyla yazılmıştır; ancak Türklerin yaşadıkları bölgelere, Türk tarihine, edebiyatına, müziğine, gelenek ve göreneklerine ilişkin önemli bilgiler de içermektedir.



Resim 5.17: Kaşgarlı Mahmud'un Dünya Haritası

Bu yapıttaki coğrafi bilgilerin bir kısmı, Bîrûnî'nin verdiği bilgilere benziyorsa da, daha ayrıntılıdır. Uzak Doğu tanıtırken ve esere eklenen harita çizilirken, Müslüman coğrafyacıların eserleri kullanılmıştır; ancak Türklerin yaşadıkları bölgelere ilişkin bilgiler Kaşgarlı Mahmud tarafından toplanmıştır.

Söz konusu harita, Türk coğrafya tarihi açısından çok değerli bir belgedir; dairevî bir Dünya haritası olup, renklidir. Dağlar kırmızı, nehirler kurşunî, denizler yeşil ve kumluk sahalar ise sarı renkle

gösterilmiştir. Haritanın merkezinde Türk hükümdarlarının oturdukları Balasagun kenti yer almaktadır. Öteki kentler ve yerler Balasagun'a göre düzenlenmiş, yönler ise Orhon Yazıtları'nda gördüğümüz eski Türk geleneğine göre belirlenmiştir. Haritada, Türklerin oturdukları sahalar ile ilişkide bulundukları yakın komşuları belirtildiği halde, ilişkide bulunmadıkları bölgeler gösterilmemiştir. Dünya, çepçevre bir denizle çevrelenmiştir. Kaşgarlı Mahmud'un bu haritası, Türkler tarafından çizilen ilk Dünya haritasıdır ve muhtemelen Bîrûnî'den etkilenecek çizilmiştir.

Yusuf Has Hâcib

11. yüzyılın başlarında Balasagun'da doğmuş olan Yusuf Has Hâcib ise Balasagun'da yazmaya başladığı *Kutadgu Bilig* (Mutluluk Veren Bilgisi) adlı yapıtını 1069 yılında Kaşgar'da tamamlayarak Karahanlı hakanlarından Ebû Ali Hasan İbn Süleyman Arslan Hakan'a sunmuştur.

Kutadgu Bilig, her iki Dünya'da da mutluluğa kavuşmak için gidilmesi gereken yolu göstermek maksadıyla yazılmıştır. Yusuf Has Hâcib'e göre, öteki Dünya'yı kazanmak için bu Dünya'dan el etmek çekerek yalnızca ibadetle vakit geçirmek doğru değildir. Çünkü böyle bir insanın ne kendisine ne de toplumuna bir yararı vardır; oysa başkalarına yararlı olmayanlar ölümlere benzer; bir insanın erdemi, ancak başka insanlar arasındayken belli olur. Asıl din yolu, kötülere iyileştirmek, cefaya karşı vefa göstermek ve yanlışları bağışlamaktan geçer. İnsanlara hizmet etmek suretiyle faydalı olmak, bir kimseyi, hem bu Dünya'da hem de öteki Dünya'da mutlu kılacaktır.

Yusuf Has Hâcib bu yapıtında bilimin değerini de tartışır. Ona göre, bilginlerin ilmi, halkın yolunu aydınlatır; bilim, bir meşale gibidir; geceleri yanar ve insanlığa doğru yolu gösterir. Bu nedenle bilginlere hürmet göstermek ve ilimlerinden yararlanmaya çalışmak gerekir. Eğer dikkat edilirse, bir bilginin bilgisinin diğerinin bilgisinden farklı olduğu görülür. Mesela hekimler hastaları tedavi ederler; astronomlar ise yılların, ayların ve günlerin hesabını tutarlar. Bu bilimlerin hepsi de halk için faydalıdır. Bilginler, koyun sürüsünün önündeki koç gibidirler; başa geçip sürüyü doğru yola sürerler.

Bir siyasetname veya bir nasihatname olarak nitelendirilebilecek Kutadgu Bilig, Yusuf Has Hâcib'in ve içinde yetiştiği çevrenin ilmi ve felsefi birikimi hakkında çok önemli bilgiler vermektedir. Platon'un devlet ve toplum anlayışı çok iyi bilinmekte ve uygulanmaya çalışılmaktadır. Bilimin ve bilginlerin değeri anlaşılmıştır; bilim, güvenilir bir rehber olarak düşünülmektedir.

Edib Ahmed Yükneki

Edib Ahmed Yükneki'nin yaşamı ve yaşadığı çevre hakkında kesin bilgilere sahip değiliz. Günümüze ulaşan tek yapıtı, Uygur harfleriyle Kaşgar dilinde yazılmış olan *Atebet el-Hakâyık*'tır (13. yüzyılın I. yarısı). Bir Türk beyi olan Mehmed Bey için yazılan bu yapıt manzumdur ve Edip Ahmed Yükneki'nin bazı konulardaki ahlaki öğütlerini kapsamaktadır.

Ahmed Yükneki'ye göre, bizi mutluluğa ulaştıran şey bilgidir; öyleyse yalnızca bilgili insanlarla dost olunmalı, bilgisiz insanlardan uzak durulmalıdır. İnsan, bilgisi sayesinde öldükten sonra da yaşamaya devam eder; oysa bilgisiz insan, yaşarken ölmüş gibidir; ne tanınır ne de ismi bilinir. Bilgiden ancak bilgili insan anlar; tadını ancak o tadabilir. Bilgi, malı olmayanlar için bitmeyen bir hazine ve soyu olmayanlar için tükenmeyen bir soydur. Yaratan Tanrı bile, ancak bilgi ile bilinir. Bilgisizlikten hayır gören var mıdır? Öyleyse yaşarken bıkmadan ve usanmadan bilgi peşinden koşmak gerekir.

Gazneliler

M.S (963-1183) yılları arasında Horasan, Afganistan ve Kuzey Hindistan'da hüküm süren Gazneliler, Sâmanîlerin Horasan Orduları Kumandanı Alp Tegin ve onun en çok güvendiği kişilerden biri olan Sebük Tegin tarafından kuruldu ve Sebük Tegin'in oğlu Mahmud'un hükümdarlığı döneminde en parlak günlerini yaşadı. Gazneli Mahmud, ülkesini ve yönetimini güvence altına aldıktan sonra, Hindistan'a yöneldi ve çeşitli dönemlerde M.S (1001 -1026) bu ülkeye on yedi sefer düzenledi. 1026 yılındaki son seferinde kazanmış olduğu zaferin yankıları, bütün İslâm Dünyası'na yayıldı ve Abbâsî halifesi tarafından "Sultan" lakabıyla ödüllendirildi.

Yapmış olduğu fetihler sonucunda Türk, Arap, Acem ve Yunan uygarlıklarının Hint uygarlığı ile karşılaşmasını ve kaynaşmasını sağlayan ve bu yolla Eski Dünya'nın önde gelen uygarlıkları arasındaki bağları sağlamlaştıran Gazneli Mahmud, çeşitli uluslara mensup Müslüman sanatçı ve bilginleri devletin başkenti olan Gazne şehrinde bir araya getirdi. Bir yanda büyük Acem şairi Firdavsi'nin Şâhnâme'si (1010) diğer yanda Orta Çağ'ın en büyük bilginlerinden olan Bîrûnî'nin matematik ve astronomi

bilimlerine ilişkin yapıtları, Türk yönetiminin burada sağlamış olduğu olanaklar sonucunda ortaya çıkmıştır. Gazne sarayına bağlanan bilgiler arasında, Bîrûnî'nin dışında, Ebû Nasr ibn Irâk, Abdüssamed ibn Abdüssamed el-Hakîm ve Ebû el-Hayr İbn el-Hammâr da vardı.

Devletin resmi dili Arapça olmasına karşın, Mahmud devrinde Farsça da yeniden bir kültür dili olarak canlandırılmıştır. Mahmud bizzat Unsurî, Firdevsî ve Ferruhî gibi ünlü şairleri korumuştur. Firdevsî ünlü Şehnamesi'ni Gazneli Mahmud'a sunmuştur. Bu arada Türk dili ve kültürü de ihmal edilmemiş ve bu konuda çalışanlar da ayrıca desteklenmiştir. Ünlü Türk dilcisi Fahreddîn Mübarekşah, aynı şekilde Gazneli Mahmud devrini yazan tarihçi Utbî de bu dönemde yetişmişlerdir.

Gazneli Mahmut, Gazne şehrini zarif ve görkemli binalarla süsletmiştir. Pek çok saray, camii, türbe ve suyuolları yaptırmıştır. Bunlar arasında günümüze gelenlerden en önemlileri Güney Afganistan'da Bust şehrinde bulunan Leşger-i Bazar Sarayı'dır. Sarayın başlıca üç yapısı tanınır. En önemlisi XI. yüzyılın ilk yarısında Sultan Mahmud'un yaptırdığı Güney Kasrı'dır. Orta avlulu ve dört eyvanlı olan kasır 164x92 m büyüklüğünde bir yapıdır. Kasırdaki süslemeler arasında Sultan Mahmud'un muhafız kıtası askerlerini canlandıran freskler önemlidir. Tahta doğru ilerler durumda tasvir edilen, tamamı 60 tane olan ancak günümüze 44 tanesinin yalnız vücut kısımları kalmış olan bu figürler, Gazneliler devrinin kıyafet ve kültürü hakkında çok değerli belgelerdir. Saray Moğol istilası sırasında tahrip edilmiştir.

Yapılan kazı ve araştırmalar sonucu Gaznelilerin yaptırdığı bazı camilere ait bilgiler de elde edilmiştir. Bunlardan Sultan Mesud III camisinin 48 metre yüksekliğinde bir minaresi olduğu, yıldız planlı bir kaide üzerine oturduğu, üst kısmını ise silindirik biçiminde olduğu anlaşılmıştır. Yine Leşger-i Bazar'da birisi sultana ait, diğeri de halka ve askerlere ait bugün harap durumda olan iki cami bulunmaktadır. Bunların dışında Sultan Mahmud'un ve Mesud III'ün Gazne'deki, Aslan Casip'in Sengbest'teki türbeleri de gerek mimari ve gerekse süslemeleri bakımından dikkat çekmektedirler.

Mimari dışında kufi yazı sanatı da büyük gelişme kaydetmiştir. Özellikle geliştirilen çiçekli kufi yazısı Selçuklular zamanında da kullanılmıştır. Gazne sanatının Büyük Selçuklu ve Hindistan sanatı üzerinde önemli etkileri olmuştur.

Selçuklular

Bütün Müslümanları aynı bayrak altında toplamaya çalışan ve bu yöndeki girişimleri ile Ortaçağ İslâm tarihi üzerinde etkili olan, 1038-1194 tarihleri arasında hüküm süren ve en güçlü oldukları dönemde Harezm, Horasan, İran, Irak ve Suriye'ye egemen olan Selçuklu Türklerinin tarihi, Oğuz Türklerinin Üçok koluna bağlı Kınık boyundan gelen Selçuk Bey'in Seyhun nehri kenarındaki Cend şehri civarına gelip yerleşmesi ile başlar. Sâmânîlerin uç beylikleri arasında bulunan Selçuklular, önce Buhara dolaylarına (yaklaşık 985), Sâmânîlerin çöküşünden (1005) sonra da Gazneli Mahmud (998-1030) tarafından Horasan'ın sınır bölgelerine yerleştirildiler. Gazneliler, Hindistan'ın kuzeyinde savaşırken, Selçuk'un torunları Çağrı Bey ile Tuğrul Bey, İranlı soyluların ve Büveyhîler ile Fâtımîlerin desteklediği Şiiilerin gittikçe artan gücünden kaygı duyan Sünnî önderlerin desteğiyle bağımsızlıklarını elde etmeye giriştiler ve 1038'de Serahs'ta Gaznelileri yenerek Büyük Selçuklu Devleti'ni kurdular. 1040'ta da Gazneli Mahmud'un oğlu Mesud'u Dandanakan'da kesin bir yenilgiye uğrattılar.

Tuğrul Bey 1055'te Bağdat'a girerek Halife Kâim'i Büveyhîlerin elinden kurtardı. Tuğrul Bey'in ardından gelen Alp Arslan (1063-1072) ve oğlu I. Melikşah (1072-1092) Selçuklu fetihlerini sürdürdüler. Alp Arslan, Bizans imparatoru IV. Diogenes komutasındaki Bizans ordusunu 1071 yılında Malazgirt'te bozguna uğratarak Anadolu topraklarını Türklere açtı ve Selçuklu ailesinden I. Süleyman Şah ise Anadolu'daki fetihleri yayarak 1075'te Anadolu Selçuklu Devleti'ni kurdu. Böylece Müslüman Türkler, ilk defa Hristiyan orduları ve Hristiyan medeniyeti ile yüzyüze gelmiş oldular. Bundan sonraki Hristiyan Müslüman çatışmaları, çoğunlukla Hristiyanlarla Türkler arasında cereyan edecek ve kısa süre içinde Türkler İslâm medeniyetinin koruyucuları konumuna yükseleceklerdir.

11. yüzyılın son çeyreğinde, İslâm Dünyası'nın yaklaşık dörtte üçü I. Melikşah'ın sarayından idare ediliyordu; ama Türk unsurlarının çoğunlukta olmadığı bölgelerde hâkimiyeti sürdürmek oldukça güçlü. Alp Arslan ile I. Melikşah döneminde idarî yapıyı kuran ve başarı ile yürüten büyük devlet adamı Nizâm el-Mülk'ün 1092'de Hasan Sabbah'a bağlı Bâtînîler tarafından öldürülmesi ve ardından I. Melikşah'ın da ölmesi üzerine veraset savaşları yüzünden Devlet süratle dağılmaya başladı. Kötü gidişi daha sonra gelen sultanlar da durduramayınca Büyük Selçuklu Devleti çöktü ve geride birkaç küçük devlet bıraktı.

Selçuklu Türkleri egemen oldukları toprakları imar ettiler, eğitim-öğretim ve bilimsel araştırma konularında ciddi çalışmalar yaptılar. İslâm bilim ve kültürünün Anadolu'da yayılmasını sağlayan Türkler, bu topraklar üzerinde kozmoloji, matematik, astronomi ve tıp konularında çalışmalar sergilemişlerdir.

Selçuklular yüksek eğitim ve öğretim kurumları olan medreseleri ilk defa kurmuşlardır. Bu önemli işi başaran Selçuklu sultanı Alp Arslan'ın baş veziri Nizam el-Mülk olmuştur. Onun adına atfen ilk Nizamiye Medresesi 1063 yılında Nîşâbü'r'da kurulmuştur. Bundan sonra, medreseler hızla çoğalmış ve kısa bir süre içinde Bağdat başta olmak üzere, Basra, Herat, Merv, Belh ve Musul kentlerinde medreseler yapılmıştır.

Dört yıllık eğitim ve öğretim veren Nizamiye Medreseleri birer vakıf kurumlarıydı ve içinde bulunan dersliklerinde, kütüphanelerinde, yatakhanelerinde ve yemekhanelerinde öğrencilerin her türlü ihtiyacı karşılanmaktaydı. Medreseler kurulmadan önce dinî bilimler genellikle mescitlerde aklî bilimler ise bu dersleri veren hocaların evlerinde öğretilmekteydi; ancak bir süre sonra bu yöntemlerle yürütülen eğitim ve öğretim bir devletin ihtiyaç duyduğu yetişmiş insan gücünü oluşturmakta yetersiz kaldı. Selçukluların yönetimi altındaki topraklarda yaşayan ve çeşitli dinî ve siyasî inançların etkisi altında bulunan toplulukların neden oldukları huzursuzlukları durdurabilecek düşünürlerin yetiştirilebilmesi ve devlet yönetiminin bu konularda bilgi sahibi insanlara teslim edilebilmesi için süratle kurumlaşma yoluna gidildi ve sadece eğitim ve öğretimden sorumlu olan medreseler açıldı. Bugünün üniversiteleri olan bu kurumlarda dinî bilimlere ağırlık verilmiş, aklî bilimler ise dinî bilimlerin gerektirdiği oranında öğretilmiştir.

Bilimi desteklemek amacıyla bazı kurumlar da kurulmuştur. Bunlardan biri bugün Celâlî Takvimi'ni hazırlamak amacıyla 1075 yılında İsfahan'da kurulan İsfahan Gözlemevi, diğeri ise 1259'da Merâğa'da, dönemin önemli bilginlerinden **Nasîrüddin-i Tûsî'ye (öl. 1274)** kurdurulan Merâğa Gözlemevidir. Gözlem aletlerinin zenginliği, çalışan bilim adamlarının sayısı ve seçkinliği bakımından, daha önce kurulmuş olan gözlemevlerinden çok ilerde olan Merâğa Gözlemevi, İslâm gözlemevlerinin gelişiminde önemli bir adımı temsil eder. Gözlem aletleri arasında ekliptiğin ve diğer göksel dairelerin göreceli konumlarını gösteren çemberli bir alet, gezegenlerin yüksekliklerini ölçmekte kullanılan duvar kadranı ve gündönümü noktalarının belirlenmesini sağlayan bir çember de bulunuyordu. Nasîrüddin-i Tûsî burada yapmış olduğu gözlemlerden derlemiş olduğu bulguları, *İlhanlı Zic*'i adlı yapıtta toplamıştır. Bu yapıt, uzun bir süre astronomların elinden düşmemiş ve bir başvuru kitabı olarak kullanılmıştır. Kırkbeş yıldan uzun bir süre faaliyet göstermiş olan gözlemevinin yakınına bir de 400.000 ciltlik kütüphane yaptırılmıştır.

Bu dönemde kurulan bir başka gözlemevi de Uluğ Bey'in hükümdarlığı sırasında, Semerkand'da kurduğu Semerkand Gözlemevi'dir. Bu gözlemevi bir tepe üzerinde, 23 metre çapında, 30 metre yüksekliğinde silindirik biçiminde bir bina idi. Gözlemevi kullanılan gözlem araçları açısından o zamana kadar görülmemiş bir bilim kurumu olarak karşımıza çıkmaktadır. Burada kullanılan önemli araçlardan biri Güneş'in meridyen geçişlerinin ölçüldüğü "meridyen kadranı"dır. Eldeki bilgilere göre bu araç 50 metre yüksekliğindeydi ve gözlemevinin bir parçası gibi yapılmıştı. Kadranın 60 derecelik kısmı toprak üzerinde ve 30 derecelik kısmı ise toprak altındaydı. Bu kadranın bir kısmı, 1908 yılında yapılan bir kazıda ortaya çıkarılmıştır.

Semerkand Gözlemevinde, Gıyaseddin Cem-şid, Kadızâde-i Rûmî ve Ali Kuşçu gibi devrin önemli bilim adamları çeşitli çalışmalar yapmışlardır. Gözlem-evinde yapılmış olan gözlemler ve çalışmalar Uluğ Bey Zici adlı eserde toplanmıştır. Bu zic, 17. yüzyıla kadar yazılmış olan astro-nomi kataloglarının en mükemmeli ve bu yüzyıla kadar konumsal astro-nominin temel kitabı olarak kullanılmıştır. Eserde gökyüzünün güney yarıküresinde bulunan 48 takımyıldız ele alınmış ve bu takımyıldızlar içinde bulunan 1028 tanesinin yerleri tespit edilmiştir. 17. yüzyılda Greenwich Gözlemevi'nin kurucusu olan Flam-steen (1646-1719), sabit yıldızlar katalogu hazırlarken Uluğ Bey'in bu katalogundan da yararlanmış ve Flamsteed'in hazırladığı katalogu Newton (1642-1727) da kullanmıştır.

Bu dönemde yetişen bilginlerin önemlilerinden biri Çağmînî'dir. Hayatı hakkında çok az bilgi olan Çağmînî, Hârizm bölgesinde bulunan Çağmîn'de doğmuş ve astronomi alanında başarılı çalışmalar yapmıştır. Başarılarından dolayı kendisine "Astronomların Babası" lâkabı verilmiştir. En önemli yapıtı, *el-Mulahhas fî el-Hey'e* (Astronomi Seçkisi) adını taşır. Kadızâde-i Rûmî'nin üzerine yorum yazdığı eser, dönemin astronomi birikimini ana çizgileriyle tanıttığı için çok beğenilmiş ve medreselerde ders kitabı olarak okutulmuştur.



Resim 5.18: Semerkand Gözlemevi'ndeki Güneş

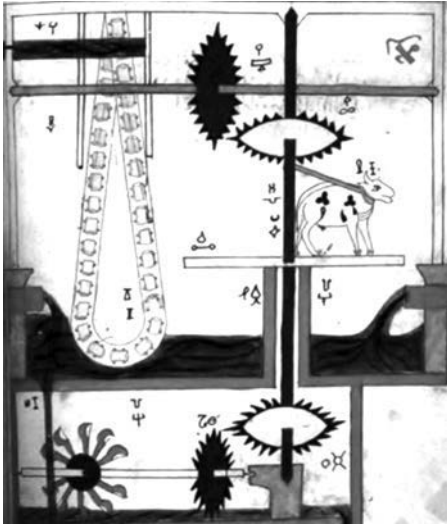
14. yüzyılda yaşayan ve İbn el-Türkmân lâkabıyla tanınan Cemâleddin el-Mârdînî hakkında da fazla bir bilgiye sahip değiliz. Doğum ve ölüm tarihlerini tam olarak bilinmiyor. Mardin’de doğmuş ve muhtemelen eğitim için Şam’a ve oradan da Mısır’a gitmiştir. 15. yüzyıl bilginlerinden Bedreddin Sıbt el-Mârdînî’nin dedesidir. Astronomi konusunda çalışmış ve 12. yüzyılın önde gelen Türk bilginlerinden Şemseddin el-Mervezî’nin (öl. 1139) *El-Tabsıra fi İlmi el-Hey’e* (Astronomiye Bakış) adlı eserine yorum yazmıştır.

Türk olmamakla birlikte, dönemin bilimsel gelişmesine önemli etkilerde bulunmuş olan ve yazdığı dörtlük biçimindeki felsefî şiirlerle tanınan bir diğer bilgin de Ömer Hayyâm’dır (1045-1123). Matematik ve astronomi alanlarında çalışan Hayyâm’ın, matematiğe ilişkin araştırmaları özellikle sayılar kuramı ve cebir alanında yoğunlaşmıştır. Eukleides’in Elementler’i üzerine yapmış olduğu bir yorumda, işlemler sırasında irrasyonel sayıların da rasyonel sayılar gibi kullanılabileceğini ilk defa kanıtlamıştır. En değerli cebir yapıtlarından birisi olan *Risâle fi el-Berâhîn alâ Mesâil el-Cebr ve el-Mukâbele*’de (Cebir Sorunlarına İlişkin Kanıtlar) denklemlerin birden fazla kökü olabileceğini göstermiş ve bunları, kök sayılarına göre sınıflandırmıştır.

Bunun dışında, Ömer Hayyâm üçüncü dereceden denklemleri de, terim sayılarına göre (üç terimliler ve dört terimliler olarak) tasnif etmiş ve her grubun çözüm yöntemlerini belirlemiştir. Ömer Hayyâm üçüncü derece denklemlerinin aritmetiksel olarak çözölemeyeceğine inandığı için, bu denklemleri koni kesitleri yardımıyla geometrik olarak çözmüştür. Negatif kökleri, daha önceki cebirciler gibi, o da çözüm olarak kabul etmemiştir.

Ömer Hayyâm astronomi alanında da değerli çalışmalar yapmıştır. İsfahan Gözlemevi’nde yapmış olduğu araştırmalar sonucunda, daha önce kullanılmış olan takvimleri düzeltmek yerine, mevsimlere tam olarak uyum gösterecek yeni bir takvim düzenlemenin daha doğru olacağına karar vermiş ve bu maksatla gözlemler yapmıştır. Gözlemler tamamlandığında, hem *Zîc-i Melikşâhî* adlı zîc ve hem de *Târîh el-Celâlî* denilen Celâlî Takvimi düzenlenmiştir (1079). Celâlî Takvimi, bugün kullanmakta olduğumuz Gregorius Takvimi’nden çok daha dakiktir; Gregorius Takvimi, her 3330 yılda bir günlük bir hata yaptığı halde, Celâlî Takvimi 5000 yılda yalnızca bir günlük hata yapmaktadır.

Selçuklular döneminde teknik alanında da önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bu başarıyı gerçekleştiren XIII. yüzyılda Anadolu’da yaşamış olan Cezerî adlı bir mühendistir. Kitabının girişinde söylediklerine göre, Diyarbakir Sultanı Sukmân bin Artuk’un M.S (D. 1200-Ö. 1222), hizmetinde bulunmuş, onun isteği üzerine *El-Câmi’ Beyn el-İlm ve el-‘Amel el-Nâfi fi Sinaât el-Hiyel* (Makine Yapımında Yararlı Bilgiler ve Uygulamalar) adlı altı bölümden oluşan bir yapıt kaleme almıştır. Kitabın birinci bölümünde Güneş saatlerini, ikinci bölümünde içki toplantılarında kullanılan kapları, üçüncü



Resim 5.19: Cezerî'nin Suyu Yukarı Çıkaran Araçlarından Birisi

bölümünde ibrik ve abdest alma leğenlerini, dördüncü bölümde su fışkıyelerini, beşinci bölümde derin olmayan göllerden ve ırmaklardan su çıkarma makinelerini, altıncı bölümde ise çeşitli eğlence otomatlarını, çizimlerini de vermek suretiyle anlatmaktadır.

Cezerî’nin bu yapıtı incelendiğinde Antik Grek’ten beri bilinen hava, boşluk ve denge ilkeleri kullanılarak çeşitli araçların yapıldığı görülmektedir. Gerek Antik Grek’te gerekse İslâm Dünyası’nda bu alanda yapılan çalışmalar Cezerî ile birlikte doruk noktasına ulaşmış, özellikle denge prensibini kullanmak suretiyle olağanüstü çeşitli araçlar yapmıştır. Bunlardan biri hassas kefedir. Ortası geniş, kenarlarına doğru darlaşan, yarım kayık şeklindeki kefenin alt kenarına yakın bir noktada açılmış iki delikten bir mil geçer ve kefe bu milin üzerinde hareket eder. Su ile doldurulduğunda dengede kalacak biçimde arka tarafından ağırlaştırılır. Eğer kaba kapasitesinden bir damla daha fazla su ilave edilirse ucu öne doğru eğilir ve boşaldıktan sonra denge konumuna gelir. Buradan anlaşıldığı gibi kefe denge ilkesine dayanılarak hazırlanmış çok hassas bir kefedir.

Cezerî bu hassas kefelere değişik biçimlerde hem hareket hem de kontrol mekanizması olarak kullanmıştır. Cezerî bu kefeyi ilk defa kendisinin yaptığını söylemektedir.

İçine doldurulan sıvıları istenildiği biçimde akıtabilen ibrikler, Cezerî’nin hava ve boşluğa dayanarak düzenlediği araçların başında yer alır. Bunun dışında fışkıyeleri daha da geliştiren Cezerî çeşitli otomatlar

da yapmıştır. Grekçe kendi kendine hareket eden anlamındaki *automatos* sözcüğünden gelen otomat, kendiliğinden harekete başlayıp düzenli bir biçimde bir işi gördükten sonra, yine kendiliğinden duran ve tekrar harekete geçebilen araç demektir. Bu konuda Grekler'in karmaşık otomatlar yaptıkları bilinmektedir. Örneğin Tarentumlu Archytas'ın (M.Ö. 4. yüzyıl) tahtadan bir kuş yaptığı, mekanik ilkelere uygun olarak inşa edilen bu kuşun uçuğu söylenmektedir. Bu tip çalışmalar İslâm Dünyası'nda da sürdürülmüştür. Ancak otomat çalışmaları Cezerî ile doruk noktasına ulaşmıştır. Cezerî, kitabında çeşitli otomat örnekleri verir. Mesela su saatleri bu örnekler arasındadır ve teknoloji tarihi açısından önemlidir. Cezerî bu tür saatleri oldukça ayrıntılı bir biçimde, hassas yapmış ve betimlemiştir. Ayrıca ayrıntılı olarak mekanizmaların yapımını vermiştir.

Fil su saati Cezerî'nin en ünlü aracıdır. Sırtında kare biçiminde bir kürsü, kürsünün köşelerindeki sütunlar üzerinde bir hisar, hisarın üzerinde küçük bir kubbe, kubbenin üstünde de bir kuş bulunan fil şeklindedir. Hisarın filin başı yönündeki tarafında bir balkon, balkonda oturan bir adam, adamın sağında ve solunda iki şahin, balkonun sütunları arasından uzanan ve üzerine iki yılan sarılmış bir mil, kürsünün orta kısmında bir yarım küre ve üzerinde elinde kalem tutan bir kâtibin oturduğu platform, platform üzerinde 7 1/2 dereceye bölünmüş bir yay, filin boynuna oturmuş, sağ elinde balta, sol elinde sopa tutan bir bakıcı ve filin boynunun iki yanında iki vazo bulunmaktadır.

Kâtibin kalemi yarım saatte 7 1/2 dereceye gelince, kuş öter, deliklerden birinin yarısı beyaza döner, balkonda oturan adam sağ tarafındaki şahinin gagasından elini kaldırır, sol elini sol tarafındaki şahinin gagası üstüne koyar. Sağındaki şahinin gagasından, sağdaki yılanın ağzına bir top düşer, yılan topu filin sağ omzundaki vazoya bırakır, filin seyisi balta ile filin başına hamlede bulunur, sopalı sol elini kaldırır ve filin başına vurur. Top filin göğsünden çıkar, karnında asılı bir çan üzerine düşerek ses çıkarır, böylece yarım saatin geçtiği bildirilir. Kâtibin kalemi derece işaretlerinin dışına gelir. Bundan sonra aynı işlemler sol taraftaki şahin ve yılan için tekrarlanır. Bir delik tamamen beyazla örtülür. Bu anda bir saat geçmiştir. Cezerî bu araçlar dışında çeşitli fikiyeler ve suyu yukarı çıkarmada kullanılan araçlar da yapmıştır.

Selçuklular zamanında yapılan bilimsel kurumlardan biri de Kırşehir'deki Cacabey Medresesi'dir. Burası zamanında sadece bir öğretim ve eğitim kurumu olarak değil, aynı zamanda bir gözlemevi olarak da hizmet vermiştir.

Selçuklular zamanında simya konusuyla da ilgilenilmiştir. İlgilenenlerden biri Cevberi'dir (13. yy). *Kitab el-Muhtar fi Keşf el-Esrar* adlı eserinde, simyanın bir tarihçesini de veren Cevberi, ilk maddenin yaratılışı, evrenin oluşumu ve doğa tarihi konusunda açıklamalar yapar. Simyayı ilahi bir sanat olarak nitelendiren Cevberi alkimistlerin hilelerinden söz edip, şikâyet eder. Maden nedir sorusuna cevap vermeye çalışır. Burada maden dendiğinde aynı zamanda taşlar da (daha çok kıymetli ve yarı kıymetli taşlar) kastedilmektedir.

Selçuklular sağlığa büyük önem vermişler ve halen ayakta olan birçok hastane kurmuşlardır. Bunlar arasında Anadolu'da, Diyarbakır, Mardin, Sivas, Konya, Tokat ve Kayseri'deki hastaneler sayılabilir. Bunlardan Kayseri'deki Gevher Nesibe Hatun Medresesinin aynı zamanda tıp medresesi olarak hizmet verdiğini biliyoruz.

Selçuklular zamanında yetişmiş önemli hekimlerden biri el-Cevzi'dir (1200'ler). Cevzi *Kitab el-Lukat el-Menafi fi el-Tıbb* adlı eserinde hastalıklar ve onların tedavisi konusunda kısa bilgi verir; yiyecekler ve içecekler üzerinde durur. Bu eserin tamamlayıcısı niteliğinde olan *Kitab el-Muhtar el-Lukat fi el-Tıbb*'da ise daha çok yiyecek ve içecekler ele alınmıştır. Genel olarak, halk sağlığı üzerinde durulmuş, beslenmede bitkilere ağırlık verilmesi, hayvani yiyeceklerin daha az tüketilmesi önerilmiştir. Cevzi'nin bir başka eseri ise *Kitab el-Mevazi el-Müluk ve Selatin*'dir. Eser iki kısım olarak ele alınmıştır. İlk kısım daha çok ülkelerin idari yapısının ne olması, sosyoekonomik yapılanmaları konusunda bilgi verip, ideal şeklinin ne olması gerektiği, kadınların toplumdaki yeri hakkında bilgi verirken, ikinci kısımda sağlıklı idare ile sağlıklı halk arasında ilginç bir koşutluk kurulmakta, halk sağlığı için yapılması gerekenler ele alınıp, anlatılmaktadır.



Resim 5.20: Fil Su Saati

Tarih boyunca siyasi, kültürel, bilimsel pek çok başarıyı gerçekleştiren Türkler, İslâmiyet'i benimsedikten sonra da başarılı çalışmalarını sürdürdüler. Bu başarıların bir sonucu olarak tarihte Türklerle ilgili çok sayıda övgüye rastlanılabilmektedir. '*Türkler azimlidir*' veya '*Türklerin birçok hayranlık uyandıran vasıfları vardır*' türünden ifadeler hem Türklerin yönetim sanatında hem kültür yaratmada hem de bilimsel açıdan yetenekli olduklarının açık bir göstergesidir.

İslâm Dünyası'ndaki bilimsel etkinliklerin yoğunlaştığı dönemlerde de bilim ve felsefe gibi üst entelektüel etkinlikler adına önemli çalışmalar yapan çok sayıda Türk vardır. Bunun önemli bir nedeni yöneticilerin bilime ve bilim insanlarına karşı saygılı duruşları ve yoğun bir biçimde bilimsel çalışmaları desteklemeleridir. Gazneli Mahmud'un bütün savaşlarına rağmen, Bîrûnî gibi büyük bir bilim insanını desteklemesi bunun en güzel örneğidir. Bîrûnî'nin matematik, astronomi ve fizikte gösterdiği başarı bugün de dikkat çekmekte ve bütün zamanların en büyük çok yönlü bilgini kabul edilmektedir.

Tarihe geçen ilk belge olması dolayısıyla büyük önem taşıyan Orhun Yazıtları Göktürklerin yüksek bir devlet ve siyaset bilgisine sahip olduklarını, hakanın halkına, halkın da hakanına karşı hak ve sorumluluklarının bulunduğu dile getirilmekte, yüksek ahlak ilkelerinin ne denli önemli olduğu vurgulanmaktadır. Dolayısıyla bir siyaset-name kimliğini de barındıran yazıtlarda açıkça yüksek ahlak ve sorumluluk duygusunu kaybetmedikçe, bilgeliğe sırt çevrilmedikçe bir devletin yok edilmesinin mümkün olmayacağı anlatılmaktadır. Orta Asya'daki diğer bir Türk devleti olan Uygurlar ise yeni bir alfabe geliştirmişler, yeni bir kentleşme kavramı oluş-turmuşlar ve bu doğrultuda taş binalar yapıp, kentleri kalın duvarlarla korumaya almışlardır. Benzer şekilde su kanalları, su kemerleri ve büyük mabetler yapmışlardır. Ziraatla da uğraşan Uygurlar, yetiştirdikleri pamuğu, dokumacılık ve kâğıt yapımında kullanmışlardır. Çeşitli aletlerin yapımında demirin yanı sıra başka madenleri de kullanmışlar, altın ve bazı kıymetli taşlardan süs eşyaları yapmışlardır. Ayrıca nişadır elde ederek pazarladıkları da bilinmektedir.

İslamiyeti benimsedikten sonra da Türklerin bilime katkıları sürmüştür. Harezmi, Fârâbî, Bîrûnî ve İbn Sînâ gibi bilim ve düşün insanlarının dönemi bilimin zirve dönemidir. Araştırma etkinliği artık kuralları, yöntemi ve kavramları belirlenmiş bir bilimsel çalışma olma özelliğine kavuşmuştur. Bu dönemde İslâm bilim tarihi altın çağını yaşamıştır. O dönemlerde üretilmiş bazı bilgilere modern bilimin çok daha sonra ulaşabildiği göz önüne alınırsa, dönemin bilim etkinliğinin tarihsel önemi ve Türklerin bu süreçteki rolleri daha kolay kavranabilir.

Benzer şekilde Kaşgarlı Mahmud'un *Türk Dili Sözlüğü*'nü (Divân-ı Lugât el-Türk) yazması büyük bir başarıdır. 7500 kelimeden oluşan bu yapıt, Araplara Türkçe öğretmek ve Türkçe'nin Arapça kadar zengin bir dil olduğunu kanıtlamak amacıyla yazılmıştır; ancak Türklerin yaşadıkları bölgelere, Türk tarihine, edebiyatına, müziğine, gelenek ve göreneklerine ilişkin önemli bilgiler de içermesi tarihi bir kaynak olmasını sağlamıştır.

Bilimsel çalışmalar Selçuklu Türkleri zamanında da devam etmiştir. Selçuklular egemen oldukları toprakları imar ettiler, eğitim-öğretim ve bilimsel araştırma konularında ciddi çalışmalar yaptılar. İslâm bilim ve kültürünün Anadolu'da yayılmasını sağlayarak, bu topraklar üzerinde kozmoloji, matematik, astronomi ve tıp konularında çalışmalar sergilediler.

Yüksek eğitim ve öğretim kurumları olan medreseleri ilk defa kuranlar da Selçuklulardır. İlk Medrese 1063 yılında Nîşâbûr'da kurulmuş, daha sonra, medreseler hızla çoğalmış ve kısa bir süre içinde Bağdat başta olmak üzere, Basra, Herat, Merv, Belh ve Musul kentlerinde medreseler yapılmıştır.

Dört yıllık eğitim ve öğretim veren Nizam el-Mülk'ün anısına Nizamiye Medreseleri olarak tanınan medresler birer vakıf kurumlarıydı ve derslikleriyle, kütüphanesiyle, yatakhaneleriyle ve yemekhaneleriyle öğrencilerin her türlü ihtiyacını karşılayan bugünün üniversiteleri olan bu kurumlarda dinî bilimlere ağırlık verilmiş, aklî bilimler ise dinî bilimlerin gerektirdiği oranda öğretilmiştir.

Kendimizi Sınayalım

1. Türklerin İslâmiyet'e girmeden önce ve sonra yaptıkları bilimsel katkılar hakkında verilecek her yargı yanlış olmasa bile eksik olacaktır. Niçin?

- a. Döneme ilişkin bilimsel araştırmalar yetersizdir.
- b. Türklerin bilimsel katkılarına ilişkin ciddi önyargılar vardır.
- c. Konuya ilişkin bilgi ve belgeler büyük oranda sınıflandırılmamıştır.
- d. Uluslararası bilim toplulukları Türklerin bilimsel başarılarına ilgisizdirler.
- e. Hepsi

2. Türklere göre evrenin biçimi nasıldır?

- a. Düz
- b. Yuvarlak
- c. Kubbe
- d. Çadır
- e. Oval

3. Tarihte Türk isminin geçtiği ilk metni hazırlatan kimdir?

- a. Atilla Kağan
- b. Bilge Kağan
- c. İltiş Kağan
- d. Yusuf Kağan
- e. Baybora Kağan

4. "Üstte mavi gök çökmedikçe, altta yağız yer delinmedikçe senin ilini, töreni kim bozabilir" sözü hangi yazıtta yer almaktadır?

- a. Bilge Kağan
- b. Tonyukuk
- c. İltiş Kağan
- d. Kültigin
- e. Yusuf Kağan

5. "On İki Hayvanlı Türk Takvimi"nde yer almayan hayvan hangisidir?

- a. Keçi
- b. Sıçan
- c. Domuz
- d. Maymun
- e. Köpek

6. Uygurlar kâğıt yapımında aşağıdakilerden hangisini kullanmışlardır?

- a. Mısır
- b. Buğday
- c. Kenevir
- d. Pamuk
- e. Arpa

7. Hârezmî'nin ünlü kitabının adında yer alan cebir kelimesinin anlamı nedir?

- a. Aynı cins terimlerin sadeleştirilmesi
- b. Negatif terimin pozitif yapılması
- c. İki farklı terimin orantılanması
- d. Terimlerin eşitlenmesi
- e. İki farklı terimin toplanması

8. Câbir'in Cıva-Kükürt Kuramına göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a. Madenler dört unsurdan oluşmuş, cıvayla katılmıştır.
- b. Madenler kükürtten oluşmuş, cıvayla katılmıştır.
- c. Madenler cıvadan oluşmuş, kükürtle katılmıştır.
- d. Madenler minerallerden oluşmuş, kükürtle katılmıştır.
- e. Madenler minerallerden oluşmuş, cıvayla katılmıştır.

9. Fârâbî'nin boşluk ve hava konusunda geliştirdiği düşünceler için aşağıdakilerden hangisi doğru olabilir?

- a. Aristoteles fiziğinin yetersizliğine dikkat çekmek
- b. Boşluğu reddeden yeni bir açıklayıcı varsayım oluşturmak
- c. Havanın bir cisim olduğunu göstermek
- d. Evrende küçük oranlı boşluğun olanaklı olacağını kanıtlamak
- e. Hepsi

10. Bîrûnî'ye göre, bir toplumda cehaletin yaygınlaşması, bilimin sonuçlarıyla dinî inançların çatışmasına zemin hazırlar. Bu yargının ana teması aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- a. Bilimsel zihniyete dayanmak toplumsal ilke olmalıdır.
- b. Nesnellik ve kanıta dayanmak bilimsel çalışmaların ilkesi olmalıdır.
- c. Problemlerin çözümü aklın ışığında aranmalıdır.
- d. İçeriği yüzeysel ve salt biçimsel bilginin egemen olduğu toplumlarda bilim din çatışır.
- e. Bireylerde pozitif düşünce talepleri yaratılmazsa, toplum geriler.

Kendimizi Sıneyalım Yanıt Anahtarı

- 1. e** Yanıtınız yanlış ise “İslam Öncesi Dönem” başlıklı konuyu yeniden gözden geçirin.
- 2. c** Yanıtınız yanlış ise “İslam Öncesi Dönem” başlıklı konuyu yeniden gözden geçirin.
- 3. b** Yanıtınız yanlış ise “İslam Öncesi Dönem” başlıklı konuyu yeniden gözden geçirin.
- 4. d** Yanıtınız yanlış ise “İslam Öncesi Dönem” başlıklı konuyu yeniden gözden geçirin.
- 5. a** Yanıtınız yanlış ise “İslam Öncesi Dönem” başlıklı konuyu yeniden gözden geçirin.
- 6. d** Yanıtınız yanlış ise “İslam Öncesi Dönem” başlıklı konuyu yeniden gözden geçirin.
- 7. b** Yanıtınız yanlış ise “Hârezmî” başlıklı konuyu yeniden gözden geçirin.
- 8. c** Yanıtınız yanlış ise “Câbir İbn Hayyân” başlıklı konuyu yeniden gözden geçirin.
- 9. e** Yanıtınız yanlış ise “Fârâbî” başlıklı konuyu yeniden gözden geçirin.
- 10. a** Yanıtınız yanlış ise “Bîrûnî” başlıklı konuyu yeniden gözden geçirin.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Siz halkı yönetirken adam gibi davranırsanız, kim adam gibi olmazlık edebilir. (Konfiçyüs).

Sıra Sizde 2

Platon'un Akademi'si veya Aristoteles'in Lise'si örnek verilebilir.

Sıra Sizde 3

Simya, kimya bilimi doğmadan önce doğada bulunduğu kabul edilen dört temel öğeyi (Toprak, Su, Hava, Ateş) kullanarak maddeyi anlamaya yönelik çalışmaların yapıldığı bir disiplindir. Neredeyse bütünüyle görgül bir çalışmaya dayanır. Diğer bir özelliği de maddeleri dönüştürme düşüncesine dayanarak, örneğin değersiz bir madeni altına dönüştürmek, gibi uğraşları temel çalışma alanı olarak benimsemesidir. Kimya ise deneysel ve bilimsel temellere dayandırılmış, kuramsal çalışmayı öne alan, sayı ve ölçmeye dayalı bir bilim dalıdır. Başka bir deyişle kimya, basit cisimlerin özelliklerini, bunların molekülce birbiri üzerindeki etkilerini ve bu etkileşimden oluşan bileşimleri inceler.

Sıra Sizde 4

Aristoteles'in *Fizik* kitabı veya Eukleides'in *Elementler* adlı geometri kitabı örnek olarak gösterilebilir.

Yararlanılan Kaynaklar

Adivar, A. A., (1980). *Bilim ve Din*, İstanbul: Remzi Kitabevi.

Ağırakça, Ahmet, (2004). *İslâm Tıp Tarihi*, İstanbul.

Ayyubi, N. A., (1990). "Hârezmî'nin Matematiğe ve Coğrafyaya Katkısı", Çeviren: M. Dosay, *Uluslararası İbn Türk, Hârezmî, Fârâbî, Beyrûnî ve İbn Sînâ Sempozyumu Bildirileri*, Ankara: Atatürk Kültür Merkezi.

Baysal, J. (1992). *Kitap ve Kütüphane Tarihine Giriş*, İstanbul.

Brockelmann, C. (1992). *İslâm Ulusları ve Devletleri Tarihi*, Çeviren: Neşet Çağatay, Ankara.

Colin, M. (1972). *The Uighur Empire According to the T'angdynastic Histories*, Canberra.

Dramur, R. (1990). "Ebû Reyhân Bîrûnî'nin Kitâb-ı Saydele fî Tıbb'ında Bazı Droglarla Tedavi", *Uluslararası İbn Türk, Hârezmî, Fârâbî, Beyrûnî ve İbn Sînâ Sempozyumu Bildirileri*, Atatürk Kültür Merkezi, Ankara.

Elgood, C., (1951). *Medical History of Persia and Eastern Caliphates*, Londra.

El-Cezerî, (2002). *El-Câmi' Beyne el-İlm ve el-Amel el-Nâfi fî el-Sinaât el-Hiyel*, Çeviren: S. Tekeli, M. Dosay, Y. Unat, Ankara: Türk Tarih Kurumu.

Hoyrup, J. (1990). "İbn Türk ve Hârezmî'nin Temelindeki Cebirsel Gelenekler", Çeviren: M. Dosay, *Uluslararası İbn Türk, Hârezmî, Fârâbî, Beyrûnî ve İbn Sînâ Sempozyumu Bildirileri*, Ankara: Atatürk Kültür Merkezi.

İbn Sînâ, (1995). *El-Kânûn fî el-Tıb*, I. Kitap, Çeviren: Esin Kâhya, Ankara.

Kâhya, E. ve Erdemir, A. D. (1998). *Medicine in the Ottoman Empire*, İstanbul.

Kâhya, Esin, (1984). "İbn Sînâ'da Göz ve Göz Hastalıkları", *İbni Sînâ Kongresi Bildirileri*, Kayseri.

Köker, Ahmet Hulisi, (1984). "Tıp Kanunu Hakkında Açıklama", *İbni Sînâ Kongresi Bildirileri*, Kayseri.

Küyel, M. T. (1974). “Beyrûnî’nin İbn Sînâ’ya Sormuş Olduğu On Soru ve Almış Olduğu Karşılıklar”, *Beyrûnî’ye Armağan*, Türk Tarih Kurumu, Ankara.

Lorch, R. (1990). “Beyrûnî’nin Kavun Biçimindeki Usturlabı”, *Uluslararası İbn Türk, Hârezmî, Fârâbî, Beyrûnî ve İbn Sînâ Sempozyumu Bildirileri*, Ankara: Atatürk Kültür Merkezi.

Nasr, S. H. (1985). *İslâm Kozmoloji Öğretilerine Giriş*, Çevire: Nazife Şişman, İnsan: İstanbul.

Nasr, S. H. (1989). *İslam ve İlim*, Çeviren: İlhan Kutluer, İstanbul.

Nasr, S. H. (1991). *İslâm’da Bilim ve Medeniyet*, İstanbul.

Öcal, O. (1971), *Kitabın Evrimi*, Ankara.

Saidan, A. S. (1990). “Muhammed İbn Mûsâ el-Hârezmî’nin Cebiri ve Aritmetiği”, Çeviren: M. Dosay, *Uluslararası İbn Türk, Hârezmî, Fârâbî, Beyrûnî ve İbn Sînâ Sempozyumu Bildirileri*, Ankara: Atatürk Kültür Merkezi.

Sayılı, A. (1993). “Hârezmî ile Abdülhamid İbn Türk ve Orta Asya’nın Bilim ve Kültür Tarihindeki Yeri”, *Erdem*, Cilt 7, Sayı 19, Atatürk Kültür Merkezi.

Sayılı, A. (1984), “İbn Sînâ’da Astronomi ve Astroloji”, *İbn Sînâ Doğumunun Bininci Yılı Armağanı*, Derleyen: Aydın Sayılı, Türk Tarih Kurumu.

Sayılı, A. (1974). “Beyrûnî ve Bilim Tarihi”, *Beyrûnî’ye Armağan*, Ankara: Türk Tarih Kurumu.

Sayılı, A. (1974). “Doğumunun 1000’inci Yılında Beyrûnî”, *Beyrûnî’ye Armağan*, Ankara: Türk Tarih Kurumu.

Sayılı, A. (1984). “İbn Sînâ’da Astronomi ve Astroloji”, *İbn Sînâ Doğumunun Bininci Yılı Armağanı*, Derleyen: Aydın Sayılı, Ankara: Türk Tarih Kurumu.

Stoneker, F. B., (1989). *Meşhur Matematikçiler*, Çeviren: M. Dosay, Gündoğan, Ankara.

Şehsuvaroğlu, B., A. D. Erdemir ve G. Cantay, (1984), *Türk Tıp Tarihi*, Bursa.

Tekeli, S. E. Kâhya, H. G. Topdemir, M. Dosay, R. Demir ve Y. Unat, (1999). *Bilim Tarihine Giriş*, Nobel: Ankara.

Topdemir, Hüseyin Gazi ve Unat, Yavuz, (2008). *Bilim Tarihi*, Pegem: Ankara.

Topdemir, Hüseyin Gazi, (2002). *İbrahim Müteferrika ve Türk Matbaacılığı*, Ankara: Kültür Bakanlığı.

Topdemir, Hüseyin Gazi, (2009). *Fârâbî*, İstanbul: Say Yayınları.

Topdemir, Hüseyin Gazi, *İbn Sînâ*, (2009). İstanbul: Say Yayınları.

Topdemir, Hüseyin Gazi, (2009). *İbn Sînâ ve Bilim*, Ankara: Türkiye Diyanet Vakfı.

Turan, Osman, (1941). *Oniki Hayvanlı Türk Takvimi*, İstanbul.

Tümer, Günay, (1992). “Bîrûnî”, *İslâm Ansiklopedisi*, Cilt 6, İstanbul: Türkiye Diyanet Vakfı.

Unat, Y. (2001). *Astronomi Tarihi*, Ankara: Nobel.

Yıldırım, C. (1992). *Bilim Tarihi*, İstanbul: Remzi Kitabevi.

6

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

-  Rönesans, Aydınlanma ve Modern kavramlarını açıklayabilecek,
-  Teleskop, termometre, buhar makinesi vb. araçların nasıl icat edildiklerini aktarabilecek,
-  Matematik, astronomi, fizik, kimya alanlarında geliştirilen kuramları tanımlayabilecek,
-  Modern bilim anlayışının önceki dönem bilim anlayışından farklarını ifade edebilecek bilgi ve becerilere sahip olabilirsiniz.

Anahtar Kavramlar

- | | |
|--|---|
|  Rönesans |  Modern |
|  Reform |  Bilim Devrimi |
|  Aydınlanma |  Analitik Geometri |
|  Klasik |  Küresel Yayılım |
|  Skolastik |  Ters Kare Yasası |

İçindekiler

- ❖ Giriş
- ❖ Rönesans Döneminde Bilim
- ❖ 17. ve 18. Yüzyıllar
- ❖ Astronomi
- ❖ Fizik
- ❖ Coğrafya
- ❖ Biyoloji
- ❖ Teknoloji

Rönesans ve Aydınlanma Dönemi'nde Bilim ve Teknoloji

GİRİŞ

Rönesans, Orta Çağ ile Modern Çağ arasında kalan zaman dilimine verilen addır ve genel olarak Antik Grek ve sınırlı şekilde de Roma kültürlerine öykünen reformların yapıldığı bir dönemdir. Kelime anlamı yeniden doğuştur. Ancak yeniden doğanın ne olduğu açıkça belirtilmediğinden, yeterince aydınlatıcı değildir. Rönesans kelimesiyle neyin kast edildiği ancak 18. yüzyılın ortalarından itibaren belirginleşmiş ve yeniden doğuşun “öğrenme” olduğuna karar verilmiştir. Günümüzde de, sözcükten büyük ölçüde “öğrenmenin canlanması” anlaşılmaktadır. Bu anlamıyla Rönesans Orta Çağ düzeninin çözülüp Modern Çağ’ı oluşturacak ilkeler ile düşüncelerin ileri sürülmeye başlamasını belirtmektedir. Ancak tarihçiler Rönesans’ın ne zaman ve hatta nerede başladığı konusunda anlaşamamaktadırlar. Muhtemelen hiçbir zaman görüş birliğine varılamayacaktır da. Bu bakımdan Rönesans’ın yaklaşık olarak 1350’lerden başladığı ve Giordino Bruno (D. 1548-Ö. 1600) nun 1600 yılında yakılmasına kadar süren bir dönem olduğu söylenebilir.

Konuya bir başka açıdan yaklaşıldığında ise şöyle bir yargıya varmak olanaklıdır: Rönesans’ın başlangıcı için hangi tarih seçilirse seçilsin, farklı uğraş alanlarına bağlı olarak daha uzak veya daha yakın bir başlangıç belirlenebilir. Şöyle ki bilim açısından Rönesans’ın başlangıcını 15. yüzyıla tarihlendirmek, buna karşılık resim sanatı için ise 13. yüzyıla geri götürmek olanaklı gözükmemektedir. Örneğin İtalyan entelektüeller modern resmi Cenni di Pepo Cimabue (D. 1240-Ö. 1302) ile başlatmak eğilimindedirler. Buna karşılık bilim alanında ise M. Kopernik (D. 1473-Ö. 1543) esas alındığında 1543’e gelinmektedir.

Öyleyse bilinmesi gereken şudur: Hiç bir dönem bütün ülkeler için aynı şekilde geçerli olmamıştır. Çünkü belli bir zamanda yaşayan toplumlar ve bireyler birbirlerinin çağdaşları değillerdir. Örneğin bizim çağdaşlarımızdan bir kısmı Rönesans’a bile yetişememişlerdir. Çağdaş sözcüğü zamanda birlikteliği ifade eder, ruhsal veya fiziksel denkliği değil! Bugün Dünyanın değişik yerlerinde bizlerin kullandığı pek çok araç gereç henüz bilinmemektedir, hatta biraz abartarak bugün Orta Çağlarda yaşayanların olduğunu söylemek bile olanaklıdır. Teknolojik gelişimin zaman zaman insanları ürkütmesinin altında yatan neden de bu eşitsizliklerdir. Ruhsal birlikteliğin olmaması gelişen teknolojik araçların kimler tarafından ve ne amaçla kullanılacağını problem haline getirmektedir. Bu belirsizlik boyutuna karşın, Rönesans’ın Orta Çağ’a egemen olan düşünce biçimine, yani **skolastik** düşünceye karşı yapılan sert bir başkaldırı olduğunda uzlaşmıştır. Bu başkaldırı aynı zamanda özellikle İbn Sînâ ve İbn Rüşd tarafından temsil edilen İslâm entelektüel kavrayışını reddetmeyi de içermektedir. Kısacası Rönesans’ı Avrupa’da bilinç özgürlüğünün, ruhun özgürleşmesinin açığa çıkması olarak betimlemek olanaklıdır. Buna da inanç ile değil, akıl ve erdem ile ulaşılır. Bunun için geleneklerin ve dogmaların aklın eleştirisinden geçirilmesi gerekir. Bu anlayış hâlâ modern dünyanın ruhunda varlığını sürdürmektedir.

RÖNESANS DÖNEMİNDE BİLİM

Matematik

Rönesans’ın belirgin özelliklerinden olan coğrafi keşiflerle Dünyanın bilinen kısmı neredeyse iki katına çıktı. Bu durum coğrafya bilgisini artırırken aynı zamanda ticaretin gelişmesini de sağladı. Gelişen ticaret ise büyük ölçüde aritmetik bilgisinin güncel hale gelmesine ve gelişmesine neden oldu. Bu yüzden dönemin matematikçileri ticari aritmetik üzerine çalıştılar. Bunlardan biri Niccolò Fontana Tartaglia (D. 1506-Ö. 1537) ’dır. Tartaglia, $x^3 + mx^2 = n$ üçüncü derece denklemini çözmüştür.

Bir diğer matematikçi olan Luca Pacioli (D. 1445-Ö. 1509) *Suma de Arithmetica, Geometrica, Proportioni et Proportionalita* (Aritmetik, Geometri, Oran ve Orantı Üzerine, 1494) adlı kitabında cebir sembollerine yer vermiş, bilinmeyen için “co”, bilinmeyen karesi için “ce” harflerini kullanmıştır.

Nicolas Chuquet (Ö. 1500), *Triparty en la Sciences des Nombres* (Sayı Bilimi Üzerine Üç Bölümlük Kitap) adlı çalışmasında Hint-Arap rakamlarını tanıtmış, logaritmanın bulunmasında önemli bir adım olan bilinmeyen katları için, örneğin $5x$ için “. 5.1”, $6x^2$ için “6.2” biçiminde bir gösterim kullanmıştır.

Matematiğin gelişmesinde önemli rol oynayanlardan biri de Johannes Regiomontanus’dur (D. 1436-Ö. 1476). Antik Çağ’ın ünlü bilim insanlarından Apollonios’tan, Heron’dan ve Arkhimedes’ten çeviriler yapmış, küresel üçgenlerde sinüs yasası konusunda çalışmış, trigonometrinin astronomiden bağımsız olarak gelişmesine katkıda bulunmuş ve trigonometrik tablolar hazırlamıştır.



Rönesans hakkında ayrıntı için *Rönesans’ın Serüveni*, (Editör: Nurettin Pirim, İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2005) adlı kitabı okuyabilirsiniz.

Astronomi

Mikolaj Kopernik

Rönesans’a kadar tek egemen astronomi görüşü Ptolemaios’ un geliştirdiği ve Kilisenin de resmi olarak benimsediği Yer Merkezli Evren Modeliydi. Uzun yıllar benimsenmiş olması dolayısıyla doğruluğu bir tür tartışmazlık statüsü kazanan ve Batı bilim çevrelerinde büyük bir güven ve bağlanmayla her türlü astronomi probleminin çözümünde başvurulmuş bu model 1543 yılında beklenmedik bir şekilde, Güneş Merkezli Evren Modeli olarak adlandırılan almasıyla yer değiştirdi. Düşünce tarihinde karşılaşılan önemli anlardan birisi olarak kabul edilen bu değişim, Batı’da yeni düşünce dünyasının temellerini de içerecek şekilde, devrim olarak adlandırıldı.

Devrimin mimarı olan Mikolaj Kopernik (D. 1473-Ö. 1543) aslında bir astronom değil, din adamı olarak görev yapmak için eğitim almış bir entelektüeldi. 1506 yılında papaz olarak göreve başladığında, doğal olarak dinin ve Kilisenin emrindeydi ve onlara bağlılık yemini etmişti. Kilisenin resmi evren görüşü olan Yer Merkezli Evren Modelinin egemenliğine son vermesi tam bir ironi oldu.

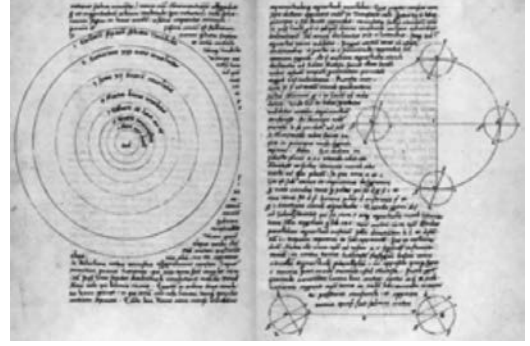
Frauenburg Katedrali’nde göreve başlayan Kopernik, Katedralin bugün “Kopernik Kulesi” olarak adlandırılan kulesine yerleştirdiği birkaç gözlem aracıyla birçok gözlem yaptı ve Güneş’i merkeze alan, Yer’i de bir gezegen gibi Güneş çevresinde dolandıran bir sistem kurdu ve bunu *Gökkürelerinin Dolanımları* adlı kitabında açıkladı. Kitabın içeriğinin Kiliseyi rahatsız edeceğini düşünen rahip Andreas Osiander (D.1498-Ö.1552) tepkileri azaltabilmek amacıyla kitaba “Bu kitabın varsayımlarıyla ilgilenen okuyucuya” diye başlayan ve bir özür dileme metnini andıran önsöz ekledi:

“Yer’e hareket veren ve Güneş’in evrenin merkezinde hareketsiz olduğunu açıklayan bu çalışmanın tuhaf varsayımlarının getirdiği yenilik hemen her tarafta duyuldu. Bazı bilim insanlarının tepki gösterdiğine ve uzun zaman önce sağlam temeller üzerine kurulmuş olan özgür sanatlar arasında bir kargaşalık yaratmanın doğru olmadığını düşünmüş olduklarına hiç kuşku yok. Ne var ki konuyu yakından incelerlerse bu yapıtın yazarının suçlanacak bir şey yapmamış olduğunu göreceklerdir. Zira bir astronomun görevi, göksel hareketlerin geçmişine ilişkin bilgileri dakik ve özenle toplamak ve bunların nedenlerini ya da onlara ilişkin varsayımları düşünmek ve tasarlamaktır. Onların gerçek nedenlerine hiçbir zaman ulaşamayacağına göre, geçmişte olduğu gibi, gelecekte de geometri prensiplerinden yararlanılarak bu hareketler hesap edilebilir. Yazar bu konuda mükemmel bir başarı göstermiştir. Bu varsayımların doğru olması gerekmez, gözlemlere uygun düşen bir hesaba ulaşılması kâfidir.”

Nihayet kitap *Nicolai Copernici Torinensis de Revolutionibus Orbium Coelestium Libri VI* (Torunlu Nikolai Kopernik’in VI Bölümlük Gökkürelerinin Dolanımları Adlı Kitabı) adıyla 1543 yılında basıldı. Kitapta öngörülen evren tasarımı kısaca şöyleydi: Evren ve Yer de küreseldir; Gökkürelerinin hareketi dairesel, düzenli ve sonsuzdur; Yer de dâhil olmak üzere, bütün gezegenler Güneş’i merkez alan çemberler üzerinde dolanırlar. Gök cisimlerinin sıralanışı şöyledir: Merkezde Güneş, Merkür, Venüs, Yer, Mars, Jüpiter ve Satürn. Ay ise Yer’in çevresinde dolar.

Kopernik’in Güneş’in merkezde olduğu evren tasarımının asıl önemli yönü, yüzyıllarca Yer’in fiziksel, teolojik ve metafizik çeşitli gerekçelerle belirlenmiş konumunu değiştirmiş olmasıdır. Kitabının

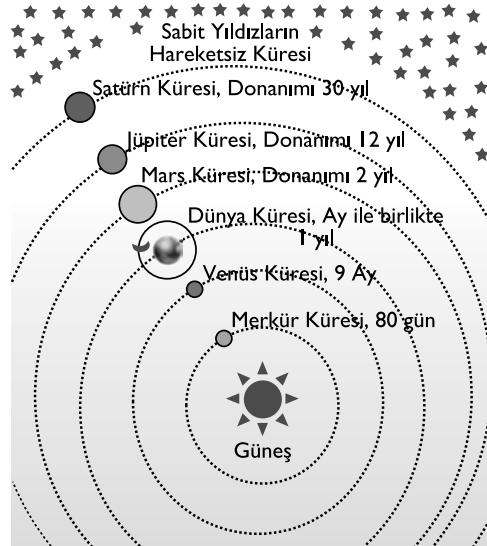
“Yer İçin Çembersel Hareket Söz Konusu Olabilir mi? Yer’in Konumu Nedir? başlıklı bölümünde bu konuyu ele almakta ve şunları açıklamaktadır: “Yer’in evrenin merkezinde hareketsiz durduğu konusunda düşünürler arasında öyle bir uzlaşma var ki, aksini savunmak gülünç olmaktan öte, düşünülemez bir şey olarak görülmektedir. Ancak yine de konu dikkatle ele alındığında, bu sorunun henüz çözümlenmediği ve bu nedenle de, çalışmamın hiç de küçümsenmemesi gerektiği görülecektir. Nitekim yer değiştirme yoluyla gerçekleşen her hareket ya gözlemlenen cismin ya gözlemleyen kişinin ya da her ikisinin birden hareketi yüzünden ortaya çıkar. ... eş hızda aynı yönde hareket eden cisimler arasında hareket algılanmaz. ... Oysa Yer gökyüzündeki bu dönmenin gözlemlendiği ve bizim görüşümüzün söz konusu olduğu alandır. O halde Yer’e ilişkin herhangi bir hareket tasarlanacak olsa, bu hareket onun dışındaki evrende aynen görünecektir.”



Resim 6.1: Gökkürelerinin Dolanımlarında Yer Alan Çizimler

Kısacası Kopernik, Yer’in durağan evrenin hareketli olduğu kabul edildiğinde gözlemlenen gök olaylarının, tersi durumda da yani Yer’e hareket verildiğinde de aynen gerçekleşeceğini belirtmektedir. Bütünyle doğru olan bu belirlemesi, Yer’e hareket vermek için önemli bir düşünsel kanıttır(Resim 6.2).

Kopernik, Yer’in hareket edebileceğine ilişkin ikinci kanıtını Yer ve evreni, büyüklükleri açısından kıyaslayarak oluşturur. Ona göre evren Yer’e göre ölçülemez büyüklüktedir ve sınırsızmış izlenimi yaratmaktadır. Duyu algısı bakımında Yer evrene göre bir cisimdeki tek nokta, başka bir deyişle sonsuz büyüklükteki bir cismin küçük bir parçası gibidir. Bu yüzden Yer’in evrenin ortasında olduğunu düşünmek bir zorunluluk değil, bir seçimdir. Hatta bu kadar büyük evren, kendisinin son derece küçük bir parçasının, yani Yer’in çevresinde 24 saat içinde dönüyorsa buna daha çok şaşırarak gerekir. Kopernik’in bu mantıksal çıkarımı da harika gözükmektedir.



Resim 6.2: Güneş Merkezli Evren Modeli

Kopernik, kuramını oluştururken, üçüncü olarak “eskiler niçin Yerkürenin evrenin ortasında bir merkez gibi durduğunu düşündüler?” diye sorar. Bu yerinde ve haklı bir sorudur. Çünkü ne Aristoteles’in konuya ilişkin kabulleri, ne de Ptolemaios’un gerekçeleri bu sorunun yanıtını oluşturmamaktadır. Doğru yanıtın bulunması, problemin tek çözümüdür. Aristoteles, ağır unsurların davranışlarından çıkarsadığı, “ağır cisimler merkezde ve durağan olarak bulunurlar” kuralına dayanıyordu. Ptolemaios ise, Yer gibi ağır ve büyük bir kütlenin hareket etmesi halinde parçalanacağını, üzerindeki her şeyin çevreye saçılacağını öngörüyordu. Oysa evren Yer ile kıyaslanamayacak kadar büyük olduğu halde hareket etmekte ve parçalanmamaktadır. Bu bir çelişki değil midir? Hareketi kapsayana (evren) değil de, kapsanana (Yer) vermek daha mantıklı ve gerçekçi olmaz mı? Sınırı bilinmeyen ve bilinemeyecek olan tüm evrenin hareket ediyor olması yerine, Yer’in hareketini kabul etme cesaretini neden gösteremiyoruz? Gökyüzünde görülen günlük dönüşün altında Yer’in hareketine bağlı olduğunu niçin ileri süremiyoruz? Bir rıhtımdan ayrılırken, ülkeler, ülkeler, kentler geri geri gidiyor gibi gelmektedir. Çünkü gemi sakın bir denizde yol alırken, gemiciler onun dışındaki her şeyi bu hareketin imgesine göre hareket ediyormuş gibi görürler, kendi çevrelerindeki her şeyin ise durduğuna inanırlar. Yer’in hareketinde de durum aynen böyledir.

Kısacası, Kopernik’e göre, gezegenlerin hareketlerinde gözlemlenen farklılıklar ancak Yer’in hareketli olmasıyla anlaşılabilir. Yer’in hareket ettiği kabul edildiğinde, görünen pek çok düzensizlik ortadan kalkmakta ve anlamlı hale gelmektedir. Ancak asıl büyük zorluk Yer’e hareket verildiğinde, bu hareketin nasıl fiziksel olarak temellendirileceğidir. Bu sorunun çözümü Kopernik’te yoktu.



Sizler de Kopernik'ten önce geliştirilmiş başka evren modellerini örnek olarak verebilir ve gerekli şekilde araştırabilirsiniz.

Tycho Brahe

Kopernik'in geliştirdiği Güneş Merkezli Evren Modelinin Yer Merkezli Evren Modelinden en önemli farkı Güneş'i evrenin merkezine koymasıydı. Gezegen hareketlerindeki düzensizliklerin çoğu yine açıklanamıyordu. Dolayısıyla modelin fiziksel olmaktan çok psikolojik ve teolojik etkisi söz konusuydu. Çünkü Yer Merkezli Evren Modeline dayanarak yıllar boyunca kendisini var olan her şeyin merkezinde gören insan, bu durumun yarattığı üstünlük psikolojisiyle, adeta her şeyin efendisi olduğu duygusuna uygun bir “insan, doğa ve evren anlayışı” geliştirmişti. Hatta teolojik söylemini bile bu anlayış doğrultusunda belirlemiş, “Tanrının yaratma gayesi insandır, öyleyse insanın üzerinde yer aldığı Yer'in de evrenin merkezinde olmasından daha doğal bir şey olamaz” demişti. Yer'in merkezden alınmasıyla birlikte, insan bu güven duygusunu kaybetmekle kalmadı, bilimsel açıdan da birçok problemle karşı karşıya kaldı. Her şeyden önce tek bir fizik sistemi (Aristoteles fiziği) vardı ve o sisteme göre de ağır nesneler merkezde ve durağandı. Bu yeni anlayışla birlikte fiziksel anlamda her şey bozulmakta ve o dönemin bilimsel bilgi düzeyiyle cevaplanması zor, “Yer gibi ağır bir nesne Güneş'in etrafında nasıl döner” gibi problemler ortaya çıkmaktaydı. Dolayısıyla eğer evrenin merkezinde Yer değil de Güneş varsa, bu da ancak ayrıntılı gözlemlerle belirlenebilirdi.



Resim 6.3: Uranienborg Gözlemevi

Bunu fark eden Danimarka Kralı II. Frederick, eşdeğer nitelikleri bulunan iki modelden hangisinin doğru olduğunu belirlemesi için maiyetindeki soylu-lardan biri olan ve o sıralarda astronomi çalışmal-arıyla tanınan Tycho Brahe'yi (D. 1546-Ö. 1601) görevlendirdi. Brahe çözümün ayrıntılı gözlem yapmaktan geçtiğini biliyordu. Bunun için de o za-mana kadar yapılmamış büyüklükte ve hassas gözlem araçlarıyla donatılmış bir gözlemevi olması şarttı. Bu düşüncesini krala açan Brahe, kralın deste-ğini almayı başardı. Kral, Brahe'ye gözlemevini inşa etmesi için Hven Adası'nı bağışladı ve yeterli para verdi.

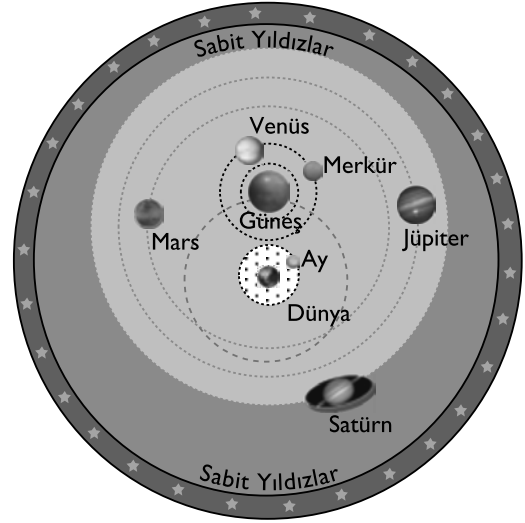
Hayli dikkatli ve özenli bir gözlemci olan Brahe, kullandığı aletlerin de son derece gelişmiş olması dolayısıyla hassas ve kesin sonuçlara ulaşmayı başarmış, 777 yıldızın konumunu bir ya da iki dakikadan fazla hata içermeyecek şekilde hesaplamış ve bir katalogta toplamıştır. Onun yaptığı gözlemler sayesinde geleneksel fizik ve kozmoloji büyük darbeler almıştır. Brahe, gerçekte Yer Merkezli Modeli benimsemiş bir astronomdur. Dolayısıyla Uranienborg'daki gözlemlerine Yer Merkezli Model'in evrenin gerçek yapısını yansıtan model olduğunu göstermek amacıyla başlamıştır (Resim 6.2). Ancak **ironik** bir biçimde yaptığı gözlemlerle geleneksel fiziği ve Yer Merkezli Evren Modeli'ni yıkmıştır.

Brahe, Hven Adası'nda 1572 yılında, o zamana kadar gökyüzünde görülmeyen parlaklıkta bir yıldız gözlemler. Bu yıldız, Cassiopea Takımyıldızı'nda ortaya çıkan yeni bir yıldızdır ve Brahe yaptığı hesaplarla bu parlak gökcisminin (bugünkü deyiimi ile nova) sabit yıldızlar bölgesine ait yeni bir yıldız olduğunu göstermiştir. Bilimsel açıdan kanıtlanan bu olgu, ne yazık ki Brahe'nin de bağlı olduğu egemen bilim anlayışıyla çelişiyordu. Egemen bilim anlayışı Aristoteles'in fiziğine dayanıyordu ve buna göre iki kısımdan oluşan evrenin Ay-üstü kısmında hiçbir değişim, oluş ve bozulmuş söz konusu olamazdı. Evrenin bu kısmı eterden oluşmuştu ve eterin mükemmel doğası orayı da mükemmelleştirmekteydi. Dolayısıyla orada yeni hiçbir şey var olamaz, var olan bir şey de yok olamazdı. Oysa 1572'de gözlemlenen yıldız her bakımdan “yeniydi” ve dolayısıyla da Aristoteles'in temel kabullerine aykırıydı. Brahe'nin içine düştüğü durum tam anlamıyla “öğrenilmiş çaresizlikti”. Aristoteles fiziğinden başka fizik bilmiyordu, yıldızı gören ve hesaplarıyla evrenin Ay-üstü kısmına ait olduğunu kanıtlayan da kendisiydi. Çaresiz, bulgularını *De Nova Stella* (Yeni Yıldız Üzerine, 1573) adlı yapıtta yayımladı.

Şanssızlık Brahe'nin peşini bırakmıyordu. Gözlemlerine aralıksız devam eden ve gökyüzünün gerçek yapısını ortaya koymak için çalışan Brahe, 1577 yılında harika bir gözlem daha gerçekleştirdi ve bir kuyruklu yıldız gözlemledi. Ancak kuyruklu yıldızın yörüngesinde bir gariplik vardı. Kuyruklu yıldız bilinen gezegen yörüngelerine çapraz bir şekilde ilerliyordu. Aristoteles fiziğine göre, gezegenler kristal kürelere çakılıydı. Kuyruklu yıldız bu küreleri kırarak ilerliyordu, ne tuhaf ki gezegenlere bir şey olmuyordu. Bu da yetmezmiş gibi, bu yıldızın bulunduğu bölge de Ay küresinin çok uzağındaydı. Bu bakımdan da Aristoteles kozmolojisine aykırıydı. Çünkü Aristoteles'e göre, kuyruklu yıldızlar Yer'den çıkan buğuların Ay küresinin altında birikmesiyle oluşmaktaydı. Brahe'nin yaptığı gözlemler bu bakımdan da Aristoteles kozmolojisine aykırı bir durumun varlığını kanıtlamış oluyordu.

Tycho Brahe tam yirmi yıl gözlem yaptı. Daha fazla gözlem yapacak durumda değildi, zaten yeterince gözlem kaydı elde etmeyi başarmıştı. Artık evrenin gerçek yapısına uygun bir model önermesinin zamanı gelmişti. Dünya'nın merkezde olduğu, Güneş'in Dünya'nın, gezegenlerin de Güneş'in etrafında döndüğü yeni bir model geliştirdi. Bu modelin esası Kopernik ve Ptolemaios modellerini bir arada barındırmasıdır.

Brahe'nin önerdiği Yer-Güneş Merkezli Evren Modeline göre, Yer evrenin merkezinde ve durağandır. Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn Güneş'in etrafında, Güneş ve Ay ise Yer'in etrafında dolanmaktadır. Evren sonludur ve sabit yıldızlar küresi evrenin sınırınıdır. Sabit yıldızlar küresi 24 saatte bir Yer'in etrafında dolanmaktadır. Yer-Güneş Merkezli (geoheliocentric) Model, Yer'i durağan kabul ettiği için Güneş Merkezli Model'in açıklamakta zorlandığı paralaks, yani yerin hareket etmesine bağlı olarak yıldızların görünür konumunun değişmesi sorununu da çözmüştü.



Resim 6.4: Tycho Brahe'nin Evren Modeli

Bu sıralarda geleceğin parlak astronomlarından biri olacak olan Kepler de koltuğunun altında *Kozmik Giz* (Mysterium Cosmographicum) adlı kitabını yayımlamıştı. Brahe bu kitabı görmüştü. Kitap astronomi açısından değersizdi, ancak içerdiği yüksek matematik bilgisiyle dikkat çekiyordu. Brahe Kepler'i Hven Adası'na çağırdı. Kepler bu çağrıya olumlu yanıt vererek Brahe ile çalışmaya başladı. Birlikte yaklaşık iki yıl çalıştılar. Brahe'nin aksine Kepler, Kopernik Modelini savunuyordu. Buna rağmen Brahe genç meslektaşına bütün gözlem kayıtlarını verdi ve bir vasiyette bulundu: "Gözlem kayıtlarımı düzenleyerek kitap halinde yayımla; "Mars gezegeninin yörüngesini tam olarak belirle."

Kepler'in vasiyetin birinci kısmını yerine getirmesi kolay oldu. Ancak bütün matematik bilgisini ve yeteneğini kullanmasına rağmen Mars'ın yörüngesini daireye uyduramadı. Ancak uzun denemelerden sonra, gezegenlerin yörüngelerinin daire değil elips olduğunu belirledi. Böylece astronomi tarihinde yeni bir döneme girilmiş oldu.

Coğrafya

1400-1600 yılları arası Coğrafi Keşifler Çağı olarak adlandırılır ve bu dönem insanlık tarihinin çok özel bir dönemidir. İki yüzyıllık bu çağda yeni kıtalar keşfedilmiş, dünya denizden ilk kez dolaşmış, ticaret dünya ölçeğinde yapılmaya başlanmış, ilk kez deniz aşırı imparatorluklar kurulmuş ve bütün bunlara bağlı olarak yeni keşfedilen kıta ve bölgelerin doğal zenginlikleri Avrupa'nın ekonomik, ticari, bilimsel, teknolojik vb. gelişimine kaynak olarak aktarılmış ve sonuçta etkileri bugüne uzanan gelişmelerin yaşanmasına yol açılmıştır. Bunun en önemli nedeni 15. ve 16. yüzyıllarda, Avrupa'nın dünyanın geri kalan kısmı hakkındaki bilgisinin temel bir dönüşüme uğraması ve 1400'lerden başlayarak gelecek 200 yıl içinde, haritası olmayan ya da eksik bulunan yerlerin sadece Avustralya, Yeni Zelanda ve Kuzey Pasifik kalmasıdır. En önemli keşiflerin çoğu, kısa bir zaman dilimi içinde yapılmıştı. Kolomb'un 1492'de Atlantik'i ilk geçişini izleyen 30 yıl içinde Portekizliler Ümit Burnu'nu dolanmış; Çin'e ve Japonya'ya kadar ilerlemişlerdi. 1521'de Pasifik geçilmiş ve dünya ilk kez denizden dolaşmıştı.

1600'e kadar Portekiz, Brezilya ve Batı Afrika'dan Çin Denizi'ne uzanan bir imparatorluk kurmuştu. İspanya'nın Amerika'daki etkinliği de, Teksas'tan Şili'ye kadar uzanıyordu. Bu serüvene kısa süre sonra Hollandalılar, İngilizler ve Fransızlar katıldılar. Giderek İberyalılarla Avrupalılar arasında yakın işbirliği oluşmaya başladı. Portekiz ve Kastilya okyanus araştırmaları için ideal bir coğrafi konuma sahiptiler ve bu durum onları yayılcılığın öncüsü yaptı; fakat 1600'den sonra yayılcılık sürecini devam ettiren ve genişletenler başta Hollanda, İngiltere ve Fransa olmak üzere öteki Avrupa devletleri oldu. Keşiflerle edinilen dev servet emperyalizmi besledi, kapitalizmin ve sanayi devriminin gelişmesine neden oldu.

Bu döneme kadar şu bölgeler keşfedildi: Güney'de Afrika'nın Kongo Havzası, Kuzey'de İngiltere'nin Kuzey sahilleri, Doğu'da Hindistan ve Japonya kıyıları ve Batı'da ise Kanarya adalarının Batı kısımları.

İlk önemli deniz seyahatlerini Portekizli Gemici Henry (D. 1394-Ö. 1460) 1419-1460 yılları arasında gerçekleştirdi ve Afrika'nın Batı kıyılarını dolaştı. 1487'de Bartolomeu Dias Ümit Burnu'nu keşfetti. Ardından Vasco Da Gama (1469-1524) 1498'de Ümit Burnu'nu dolaştı ve Afrika'nın doğu sahillerine ulaştı. Burada Müslüman denizcilerle karşılaşan Gama, 14 silahlı gemiyle 1502 yılında seyahatini tekrarladı. 1513 yılında da Çin ve Japonya'ya ulaşmayı başardı.

Bu dönemde en önemli keşif Amerika'nın keşfidir. Amerika'yı keşfeden Kristof Kolomb'dur (D. 1451-Ö. 1506). Kolomb'un amacı Yer'in küre olmasından faydalanarak okyanusu geçmek ve Hindistan'a ulaşmaktır. Önerisini Portekizlilere ve İspanyollara götürdü. Önerisine İspanyollar destek sağlayınca, 1492 yılında Nina, Pinta ve Santa Maria adlı üç gemiyle yola çıktı ve Batı Hint Adaları'na ulaştı. Aslında Amerika'ya ulaşmıştı ancak bunu bilmiyordu. 1493'te geri döndü. 1493-1496 yıllarında ikinci seyahatini yaptı ve 17 gemi ve 1200 adamla Dominik ve Jamaika sahillerine ulaştı. 1498'de 6 gemiyle üçüncü seyahatini gerçekleştirdi ve Trinidad, Tobago, Granada ve Margarita adalarını keşfetti. Dördüncü ve son seyahatini 1502-1504 yılları arasında yaptı, 4 gemi ve 150 askerle Panama'ya kadar gitti. Ancak Kolomb buranın yeni bir kıta olduğunu asla öğrenemeden hayatını kaybetti. Buranın yeni bir kıta olduğunu Amerigo Vespucci (D. 1454-Ö. 1512) ilan etti.



Resim 6.5: Kolomb Yeni Dünya'da

Bu dönemin önemli yolculuklarından biri de Ferdinand Magellan'ın (D. 1480-Ö. 1521) ilk defa Yer'i dolaşmasıdır. Magellan, İspanya Kralı I. Charles'ın desteğiyle 5 gemiyle 1518'de İspanya'dan ayrıldı ve 1519'da Brezilya'ya ulaştı. Buradan Arjantin'e yelken açtı, Magellan Boğazı'nı keşfetti ve dolaşarak Filipinlere vardı. 1521'de burada yerliler tarafından öldürüldü. Yolcuğunu 1522'de Sebastian del Cano tamamladı ve Yer'i dolaştı.

Yeryüzünü ikinci kez dolaşan denizci ise Francis Drake'dir (1540-1596). Drake ilki 1567, ikincisi 1569 ve sonuncusu 1577-1580 arasında olmak üzere üç Dünya seyahati yaptı. Kraliçe I. Elizabeth tarafından görevlendirilmişti ve seyahatleri sonucunda Filipinlere ve Orta Amerika'ya ulaştı. Üçüncü seyahatinde Magellan Boğazı'ndan geçerek Kuzey Amerika'ya, oradan Hint Okyanusu'na ulaştı ve Afrika'dan İngiltere'ye geldi.

17. ve 18. yüzyılda bilimsel bir kimlik kazanan bu seyahatlerin içerisinde Kaptan James Cook'un (D. 1728-Ö. 1779) seyahatleri dikkat çekicidir. Sonraki bilimsel seyahatlerle sınıflama düşüncesi doğacak, jeoloji bilimi gelişecektir. Bu seyahatlerin içerisinde de en önemlisi Charles Darwin'in (1809-1882) de katıldığı seyahattir. Darwin bu seyahat sırasında Gallapagos Takımadalarına ulaştı ve bu adalarda yaptığı sistematik gözlemlerle Evrim Kuramını geliştirdi.

Biyoloji ve Tıp

Yukarıda değinildiği üzere, bu dönemde yapılan seyahatlerle yeni bitki ve hayvan türleri keşfedildi ve yazılan kitaplarda bu hayvan ve bitkileri gösteren resimlere yer verildi. Avrupa'da yine seyahatler sonucu bu dönemde sifilisi, frengi gibi çeşitli salgın hastalıklar yaygınlaştı. Bu nedenle bulaşıcı hastalıklardan korunma yolları geliştirildi, karantina uygulaması başlatıldı. Uzun süren savaşlar nedeniyle cerrahi konusuna ilgi arttı, yaralarda yeni tedavi yöntemleri gelişti.

Tıpta ayrıca ilaçla tedavi konusunda yeni görüşler de ortaya atıldı, bu görüşlerden biri olan İatrokimya geniş bir taraftar kitlesine sahip oldu. Buna göre, canlı temelde kimyasal maddelerden oluşuyordu ve tedavi de bu temele dayanmalıydı. Böylece bitkisel ilaçlar yerine inorganik kökenli ilaçların kullanılması yaygınlaştı. XVI. yüzyılda fizik biliminin gelişmesiyle İatrofizik ekolü ortaya çıktı. Galileo, Descartes gibi bilim insanlarının savunduğu İatrofizike göre, canlılarda da fizik ilkeler geçerlidir. Her iki ekol daha sonra mekanik okulu oluşturacak şekilde birleşti. Bu okula göre canlı ve cansız bütün varlıkların yapı ve işlevleri birbirine benzemektedir. Öyleyse fizik ve kimya prensipleri biyolojide de aynen geçerlidir. Böylece canlının da cansız gibi laboratuarda incelenebileceği düşüncesi gelişti ve deneysel yöntem biyolojide yaygın bir biçimde kullanılmaya başlandı.

Paracelsus

Otoritelere karşı çıkmasıyla tanınan Paracelsus'a (D. 1493-Ö. 1541) göre bütün varlıkların temeli ortaktır. Bu temel dört element (toprak, su, hava, ateş) ve tuz, kükürt ve cıvadan oluşan *materia primadır* (ilk maddeler). Canlı ve cansızların temelinde bu yedi element yer alır. Öyleyse canlı ve cansız özde aynıdır; kimyada kabul edilen prensipler o halde canlılar için de geçerlidir. Paracelsus bu görüşüyle dönemin İatrokimyacıları arasında önde çıktı. Ona göre canlı kimyasal bir yapıya sahipse yapıdaki bozukluklar kimyasal kökenli olmalıdır. O halde tedavide de kimyasal maddeler kullanılabilir. Bu görüşüyle Paracelsus modern ilaç biliminin (farmakoloji) kurucusu olarak kabul edilir.

Andreas Vesalius

Dönemin en önemli anatomi çalışmalarını yapan ise Vesalius'tur (D. 1514-Ö. 1563). Bu konuda *Fabrica* adlı eserini yazmıştır. Galen'in eserlerini inceleyen ve yanlışlarını belirleyen Vesalius'a göre Galen'in yanlış tespitleri hayvanlar üzerinde çalışması ve insanlara genelleştirmesidir. Bu nedenle insan anatomisine ilişkin bilgiler ancak insan bedeni üzerine yapılan çalışmalarla elde edilebilir. Böylece araştırma amacıyla disseksiyon çalışmaları Vesalius sayesinde gerçekleşti.

William Harvey

Galen'in görüşlerine itiraz eden bir başka tıpcı da Harvey'dir (D. 1578- Ö. 1657). Dönemin en önemli fizyologlarından olan Harvey, Galen'in kan dolaşımı görüşüne itiraz etmiştir. Galen'e göre kan vücuda dağılarak gittiği yerde emiliyordu. Oysa Harvey'e göre böyle olsaydı insanlar kansız kalırlardı. Böyle olmadığına göre vücuda dağılan kan geri dönmeliydi. Kalbi ve damarları inceleyen Harvey, kanın kalbin sol karıncığından aort damarı vasıtasıyla bütün vücuda dağıldığını ve venlerle tekrar kalbe döndüğünü gösterdi (Büyük Kan Dolaşımı). Ayrıca Harvey, canlının ancak canlıdan meydana geldiğini de savunmuş ve bu görüşüyle Aristoteles'e karşı çıkmıştır.

Teknoloji

Barut ve Ateşli Silahlar

Ateşi bir savaş silahı olarak ilk defa M.Ö. 1000 yıllarında Çinliler kullandı. Çinliler çömlek ve gülle içerisindeki ateşi, savaş arabalarıyla düşman ordularına atıyorlardı. M.Ö. 428-424 yıllarındaki Pelopones Savaşları'nda da kömür, kükürt ve zift gibi yanıcı maddelerin kullanıldığı bilinmektedir.

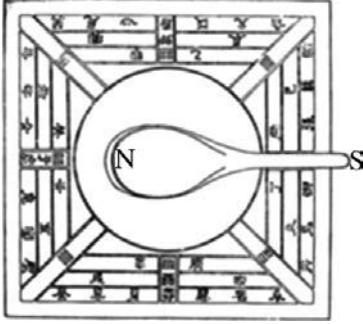
XIV. yüzyıldan itibaren kullanılan barutlu top ise savaş tekniğinde önemli gelişmelere yol açtı. Avrupa'da barutu iki kişinin bulduğundan söz edilir. Bunlardan biri Berthold Schwartz'tır (D. 1318-Ö. 1384). Schwartz Venediklilerin kullandıkları topları dökmüş ve gülleleri uzağa fırlatmak için kara baruttan faydalanmıştır. Kimi tarihçilere göre ise barutu ilk bulan İngiliz Roger Bacon'dır (D. 1224-Ö. 1294).

Avrupa'da yapılmış ilk top çizimleri 1325'lere kadar uzanır. Bundan kısa bir süre sonra da toplar savaşlarda kullanılmaya başlamıştır. Barutun ilk olarak bugünkü anlamıyla İngiltere ile Fransa arasındaki bir savaşta 1346'da kullanıldığı sanılmaktadır. 1344 yıllarında İngiltere'de III. Edward'ın ordusunda sahra topu da kullanılmaktaydı. Barutun yaygın olarak kullanılmasıyla savaşma tarzı tamamen değişti.

Barutlu topların üretimiyle birlikte, döküm işçiliği, dövmecilik, marangozluk ve kara barut hazırlama gibi zanaatlar gelişti. Daha sonra ise bütün bunları içine alan "Kovancı" zanaatı ortaya çıktı. Bunlar metal ve ağaç işlerinin yanı sıra kimya tekniğini de kullanarak mermi üretiyorlardı. Top dökümleri önceleri tunçtan sonraları da demirden yapılmaya başlandı.

Barutun toplumsal yaşam açısından da etkisi oldu, derebeylik yerine monarşi geçti. Derebeyleri zenginleştikçe ordularını da bu sayede güçlendirdiler ve topa sahip olan zengin derebeyleri diğerlerine saldırıp topraklarını ele geçirmeye başladı. Böylece derebeylik sistemi yerini mutlak monarşiye bıraktı. Bu da ulus ve millet gibi kavramların ortaya çıkmasını sağladı.

Pusulula



Resim 6.6: İlk Manyetik Pusula

Pusulunun ortaya çıkışında M.Ö. IV. yüzyılda yaygınlaşan fêng-shui düşüncesi yer almaktadır. Bu düşünceye göre, yeryüzünün ve gökyüzünün yönleri insanı etkiler. Kelime olarak "rüzgârlar ve sular" anlamına gelen fêng-shui, mekanların kozmik nefesin akımı ile uyumunu sağlama ve düzenleme sanatıdır. O halde evler, mezarlar, yollar ve köprüler fêng-shuiye göre yapılmalıdır.

Fêng-shui yönlerle ilgili olduğundan doğal olarak manyetik pusulanın tarihiyle yakından ilişkilidir. Çünkü yönleri bilmek ve bulmayı sağlayacak araca gereksinim vardır. Bu yüzden Fêng-shui düşünürleri kullandıkları ve kadranlı ibre olarak bilinen yön göstericide pusula yönlerini de işaretlemiştir.

Bu fêng-shui pusulasının atası ise kâhin tahtasıdır. Çinlilerin geliştirdikleri yönler ve manyetizma konusundaki bilgiler XII. yüzyılda Batı'ya geçti. Pusulaya ilişkin ilk bilgileri İngiliz rahip Alexander Neckam (D. 1157-Ö. 1217) dile getirmiş ve mıknaşın "yönelme yeteneği" sayesinde gemicilerin Küçük Ayı'nın görünmediği zamanlarda kuzeyi bulabileceklerinden söz etmiştir. 1269'da ise Peter Peregrinus Epistola de Magnete adlı eserinde suda yüzdürülen bir mıknaşın Kuzey-Güney kutuplarını gösterdiğinden söz ederek, mıknaşın kutuplarının işaretlenmesinin gerekliliğini belirtmiş ve Pusulaya cetvel eklemiştir. Manyetik pusula açık denizlerde uzun deniz yolculuklarını olanaklı kılmış ve denizcilerin işlerini kolaylaştırmıştır.



Resim 6.7: Epistola de Magnete'den yer alan mıknaşçizimi

Pusulaya cetvel eklemiştir. Manyetik pusula açık denizlerde uzun deniz yolculuklarını olanaklı kılmış ve denizcilerin işlerini kolaylaştırmıştır.

Matbaa

Matbaanın gelişimi kâğıt, mürekkep ve oymacılık tekniğiyle doğrudan ilgilidir. Bu üç sanatın da çok eskilerden itibaren Çinlilerce bilindiği ve kullanıldığı bugün kesinleşmiştir. Buna karşılık kâğıt yapımı Avrupa'da ilk kez XII. yüzyıldan sonra başlamıştır. Klišé baskı (Ksilografi) yöntemi ise, Avrupa'da XIV. yüzyılda parşömeden kâğıda geçişle birlikte ortaya çıkmıştır. Bu teknik önceleri dinsel resimlerin basımında kullanılıyordu. Oymacılığın giderek gelişmesiyle birlikte XV. yüzyılın başlarında birkaç sayfalık kitaplar basılmaya başlandı. Çeşitli dinsel metinlerin yanı sıra Latince gramerine ilişkin kitaplar da basıldı. 1423-1437 yılları arasında harflerin tek tek ağaçtan oyulmasına geçildi. 1430'lar da ise harfler metallerden hazırlanmaya başlandı. Böylece metal baskı bloklarıyla basım yöntemi (metalografi) ortaya çıktı. 1450'lerde ise Johannes Gutenberg (D. 1394-Ö. 1468) bu yöntemi kullanarak matbaayı icat etti.

Gutenberg harfleri ve karakterleri tek tek dökerek hazırlıyordu. Her bir harfin çelikten bir kalıbını kesiyor bununla küçük bir bakır parçasına vurarak iz açıyordu. Bu da, kalıbı oluşturuyordu. Harf yapımında ise kurşun, kalay ve antimon alaşımını kullanmaktaydı. Ayrıca Gutenberg kâğıdın iki yüzünün de basılabileceği bir cendere geliştirdi. Gutenberg'in bastığı ilk kitap İncil'dir. Rönesans'ın en büyük buluşu matbaa olmuştur. Baskı sanatının geliştirilmiş olması kültürün yayılmasında ve standartlaşmasında büyük önem taşımıştır. Elyazması eserler pek çok açıdan özgündü. Ama yanlışlara, eklemelere ve çıkarmalara çok açıktır. Baskı teknolojisi tek seferde, birbirinin aynı olan yüzlerce kopyanın yayınlanmasına olanak tanımıştır. Böylece her bir bilgi kırıntısını, artık sonsuza dek saklamak olanaklı olmuş, kelimeler ve görüntüler ölümsüzleştirilmiştir.

Leonardo da Vinci

Leonardo da Vinci (D.1452-Ö.1519), Rönesans'ın simgesi olan bir kişi olarak karşımıza çıkar. Bütün eğitimini bir ressam, heykeltıraş ve mimar olan Andrea del Verrocchio'dan (1435-1488) almıştır. İlk çalışmaları çizim ve heykele ilişkin olmasına karşın, Leonardo bir ressamdır. Bütün hayatı boyunca mühendislik problemleriyle de ilgilenmiştir.

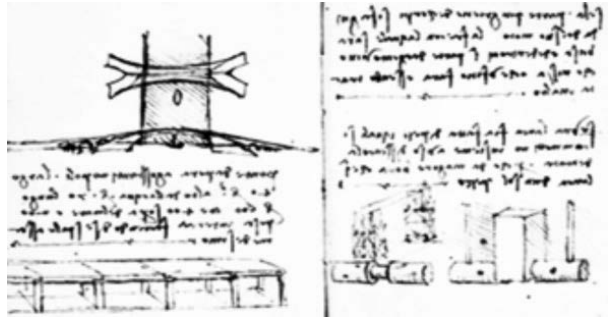
Leonardo 1448'de Milano dükü Lodovico Sforza'ya bir mektup göndererek köprülerin nasıl inşa edileceğinden, düşmana ait köprülerin nasıl imha edileceğinden, merdivenlerden, toplardan ve diğer savaş araçlarından, kuşatma ve hendek açma metotlarından söz etmiştir. Bu onun mühendislik yönünü açığa vuran bir kanıttır. Kısacası Leonardo'nun ilgilerinden biri resim, diğeri de makineler, yani çeşitli araçların icadıdır. Aynı zamanda optik, perspektif, ışık, gölge, renk ve estetikle ilgilenmiştir.



Resim 6.8: Leonardo'nun Haliç İçin Tasarladığı Köprü'nün Çizimleri

Makinelere olan gereksinimin ve makinelerin açtığı muazzam olanakların farkında olan Leonardo, su ve hava gücünden yararlanılması gerektiğini belirtmiştir. Hava gücünden sadece rüzgâr değirmenleri için değil, kuşların kullandığı biçimde de yararlanılabileceğinden söz etmiştir. Konuyu bir deneyci, bir mühendis gibi ele alan Leonardo kuşların kanatlarının uyumunu, esnekliğini, değişik çeşitte pek çok tüyü, uçmak, süzülme, denge sağlamak, yere inmek ve rüzgâra karşı korunmak için kullanılan kuyrukları dikkatlice gözlemledi. Böylesi karmaşık ve doğru gözlemler, 19. yüzyıla kadar tekrarlanmamıştır. Leonardo havacılığın öncülerinden biridir.

Bir mucit olarak çalışmasına, çizimlerini yayınlamamasına karşın, projelerinin büyük çoğunluğu elimize ulaşmıştır. Ancak Leonardo'nun tuttuğu notlar kısaltmalar şeklindedir ve hemen hemen tümü de ters yazı şeklinde (ayna yazısı) yazılmıştır.



Resim 6.9: Leonardo'nun Tuttuğu Notlar

Milano'da geçirdiği dönemde (D. 1482-Ö. 1500) Leonardo, mühendislik alanında ard arda buluşlar yapmış, bunlardan bazılarını 1503 yılında Osmanlı Sultanı II. Beyazıt'a yazdığı bir mektupta açıklamıştır. Bu mektupta Haliç'in üzerine yapmayı tasarladığı bir köprüyle, gemilerdeki suyu tahliye edecek bir su çarkından ve bir yel değirmeninden söz etmektedir. Ancak önerisi kabul edilmemiştir.

Leonardo, büyük bir sanatçı ve mühendis olmasının yanında kuramsal bilgisi derin olan bir bilim insanıdır da. Özellikle ressam olması ve perspektif bilgisine duyduğu gereksinim, onu optik konusuyla da ilgilenmeye sevk etmiş, döneminin genel kabulünün aksine ışığın doğasını dalga olarak kabul etmiştir.

Leonardo'nun bir Rönesans bilgini olması ve bunun getirdiği eski ve yeni arasındaki kalmışlığın da çalışmalarına yansdığından söz edilmelidir. Bir yandan evreni bütün boyutlarıyla kavrayan ve bu anlamda bütünselliği olan evren görüşü geliştirmeyi hedeflerken, diğer taraftan da Rönesans aydınının kendisine değişmez bir kural olarak benimsediği "yeni" bilgi edinme duygusu, sonuçta Leonardo'nun olup biten her şeyi ayrıntılı olarak gözlemlemesine yol açmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda gözlemlediği evrenin birbirinden çok farklı görünen yönlerini birleştirerek bütünsel veya tümel bir açıklama oluşturmayı amaçlamıştır.

Georgius Agricola



Resim 6.10: De re Metallica'dan

Rönesans'ın gündeme getirdiği bir husus da madencilik ve döküm işidir. Maden işletmeciliği ve dökümcülük, Paris ve Milan gibi birçok yerde iş olanakları yaratmıştı. Dökümhanelerde işçiler belli bir sıraya göre malzemeyi işlemekteydiler. Malzeme yumuşakken işleniyor ve sonra fırına kurumaya bırakılıyordu. XVI. yüzyılda bu çalışmalarda karşılaşılan zorluklar Agricola (D. 1494-Ö. 1555) tarafından ele alındı. Bu zorluklardan biri de maden kuyularının derinleştikçe içerisinde suyun birikmesiydi. Bu biriken sular çeşitli yöntemlerle dışarı atılıyordu.

İyi bir hekim olan Agricola 1550 yılında kaleme aldığı *De re Metallica* (Metaller Üzerine) adlı eserinde maden çıkarma ve eritme işleri hakkında, zamanının madencilik ve dökümcülük tekniği konusunda ayrıntılı bilgiler verir. Ocaklara temiz hava sağlanmasını ayrıntılı olarak ve çizimlerle anlatır. Aynı şeyi madenlerdeki suyun boşaltılması konusunda da yineler. Ona göre, su madenden su tulumbaları yardımıyla çekiliyordu. Ancak suyun daha çok bastığı ocaklarda ise su dolapları kullanılıyordu. Dolaplarda bulunan su kapları bir zincire bağlıydı. Bunlar makaralarla kuyunun dibine kadar iniyordu.

Bunlarla daha çok su çıkarılıyordu. Ancak bunlar masraflı olduğundan tulumbalar tercih ediliyordu. Ancak tulumbalar suyu 10 metreden daha yükseğe çıkaramıyorlardı. Bu nedenle de tulumbalar basamak basamak yerleştiriliyordu. Agricola'ya göre bu yöntem en dayanıklı ve en faydalı yöntemdir.

17. VE 18. YÜZYILLAR

Matematik

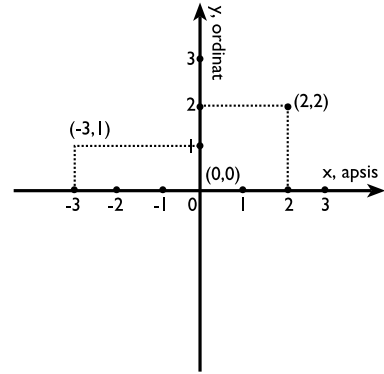
René Descartes

Matematiğin bu dönemde öne çıkmasında öncü kişi modern felsefenin de kurucusu olan Descartes'dır (D. 1596-Ö. 1650). Matematiğin önemini kavramış olan Descartes, cebir işlemlerini geometriye uygulamış ve analitik geometriyi kurmuştur. Descartes, *La Géométrie* (Geometri Üzerine, 1637) adlı eserinde cebirsel bir ifadeyi geometrik bir ifadeyle veya tersini açıklayabilen yeni bir yöntem öne sürmüştür. Bunu yapmakta iki önemli amacı vardı:

1. Cebirsel işlemlerde geometriyi şekil kullanımından kurtarmak.
2. Cebir işlemlerine geometrik yorumlarla anlam kazandırmak. Böylece Descartes klasik geometriyi cebircilerin alanına sokmayı başardı ve cebirin uygulama alanını genişletti. Bu sayede ilk defa olarak koordinat fikri gelişti. Koordinat sisteminde ox ve oy doğruları o noktada birbirlerini dik olarak keserler.

Bunlar bir noktanın konumunu belirlemek için gereken eksenlerdir. Böylece bir noktanın konumu x eksen ve y eksen üzerinde çizilen doğrular ile belirlenir ve (x,y) biçiminde gösterilir (Resim 6.11).

Descartes yalnızca cebir ve geometri arasında birebir bağıntı kurmakla kalmadı, aynı bağıntıyı diğer bilim dalları ile geometri arasında da kurdu. Düşüncesinin temelinde yer alan varsayımı şöyledir: Bir şeyi bildiğimizi söylediğimizde kast ettiğimiz nedir? Sıra ve ölçüdür. Öyleyse bunun seste, ışıktaki veya yıldızlarda aranmasının bir önemi olmamalıdır. Diyelim ki fizik nesnelerin hareketiyle uğraşır. Nesne nedir? En, boy ve derinliği olandır. Hareket nedir? Nesnenin zaman içerisinde yol almasıdır. Öyleyse hareketi, eni, boyu ve derinliği olanın zaman içerisinde yol alması olarak tanımlayabiliriz. En, boy, derinlik, ölçülebilir olduğu gibi, yol ve zaman da ölçülebilir. Öyleyse bilmek demek bir şeydeki sıra ve ölçüyü bilmekten daha fazla bir şey demek değildir. Böylece Descartes, cebir ve geometri arasında kurduğu koşutluğu, fizik ve geometri arasında da kurmuştur.



Resim 6.11: Koordinat Sistemi

Descartes'ın bu anlayışı aynı zamanda bilime sınır çizme açısından da öncülük taşımaktadır. Çünkü artık böylece bilim yalnızca olguların ölçülebilir boyutları hakkında bilgi üretmek olarak anlaşılmaya başlandı ve bilimin konusu olguların birincil nitelikleri hakkındaki önermelerle sınırlandırıldı.

Blais Pascal

Dönemin dâhilerinden olan Pascal (D. 1623-Ö. 1662) daha 12 yaşındayken hiç geometri bilgisine sahip olmadan bir üçgenin iç açılarının toplamının iki dik açıya eşit olduğunu kendi kendine bulmuştur. Latince ve Yunanca öğrenmiş ve babasının desteğiyle konuya ilişkin bilgisini arttırmak için Eukleides'in *Elementler*'ini ve Apollonios'un *Konikler*'ini Yunancasından okumuştur. 16 yaşında konikler üzerine bir eser yazmış, 19 yaşında aritmetik işlemlerini mekanik olarak yapan bir hesap makinesi icat etmiş, Toricelli'nin atmosfer basıncı ile ilgili çalışmalarını inceleyerek boşluğun olduğunu kanıtlamıştır. Dönemin ünlü matematikçisi Fermat ile mektuplaşarak 1654 yılında Olasılık Hesabı'nı kurmuştur.

Pierre de Fermat

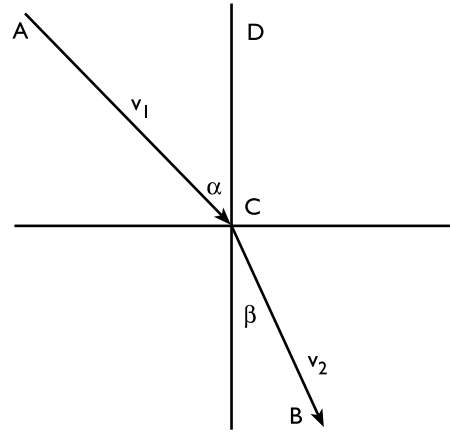
Olasılık konusunda çalışanlardan biri de modern sayılar kuramının kurucusu ve kendi adıyla anılan bir teoremin geliştiricisi olan Fermat'dır (D. 1601-Ö. 1665). Fermat Teoremi olarak bilinen bu teorem Herhangi x , y ve z pozitif tamsayıları için, $x^n + y^n + z^n$ ifadesini sağlayan ve 2'den büyük bir doğal sayı "n" yoktur şeklinde ifade edilir. Bu teorem daha sonra ideal sayılar kuramının ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Geliştirdiği bir teorem de "4n+1 biçiminde yazılan bir sayı, yalnızca tek bir şekilde iki karenin toplamı olarak yazılabilir" şeklindedir. Bu teorem Euler tarafından kanıtlanmıştır. Fermat'nın diğer teoremi de şudur: "p asal bir sayı ve a ile p asal olduğu zaman $ap-1-1$ sayısı p sayısına bölünebilir."

Fermat aynı zamanda modern dönem ışık tasarımının oluşturulmasına da öncülük etmiş, Antik Çağ'da Heron'un "ışık ışınları olası en kısa yolu izlerler" varsayımını "en az zaman" biçimine dönüştürmüş ve ışığın kırılmasına uygulamıştır. Aslında bu ilke metafiziksel bir açıklamadır. Çünkü ilkenin dayandırıldığı düşünce "doğa gereksiz işlerden sakınır ve yapacağını en kolay ve en ekonomik şekilde yapar" inancıdır.

Bu metafizik ilkenin ışığında Fermat'nın açıklaması şöyle gösterilebilir: Şekildeki AC+CB mesafesi en kısa yol değildir, fakat yalnızca karşılaşılan toplam direnç veya gereken zaman göz önüne alındığında, ışığın izlediği ACB yolu en az zaman gerektirir. Dolayısıyla sırasıyla birinci ve ikinci ortamdaki v_1 ve v_2 hızları farklı olmalarına karşın her ortam için sabittir. Böylece Fermat'nın, $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$ sonucuna dayanarak Snell Kanunu'nu elde etmeyi başardığı anlaşılmaktadır.

Fermat'nın bu çalışması aslında Snell Kanunu'nun saf matematiksel yoldan türetilmesidir ve bu başarı ışığın kırılması konusundaki çalışmaların da tamamlanmasıyla sonuçlanmıştır. Bu yüzyılın sonlarından itibaren ışık konusunda artık çok farklı bir gelişme ortaya çıkmaya başlamış ve kelimenin tam anlamıyla bilim adamlarının dikkati ışığın gerçek doğasını bulmaya yönelmiştir. Işığın doğası hakkındaki köklü çalışmalar aslında 19. yüzyılda etkin olmaya başlamış olmakla birlikte, konunun fiziksel açıklamasını yapmaya yönelik bu çalışmaların dayandırıldığı varsayımların yalın halleri 17. yüzyılın bir ürünüdür ve gittikçe daha gelişmiş ve karmaşık yapısına zaman içerisinde kavuşacaktır.



Resim 6.12: Fermat'ya göre ışığın kırılması ve en az zaman ilkesi

Gottfried Wilhelm Leibniz

Leibniz (1646-1717) bu dönemin çok yönlü bilim adamlarındandır. Felsefe, biyoloji, jeoloji, tarih, ilahiyat, hukuk, diploması ve matematikle ilgilenmiştir. Yaşamının büyük bir kısmını Hanover sarayı civarında geçiren Leibniz, Pascal'dan sonra hesap makinesi yapan ikinci kişidir. İmgelem gücü neredeyse sınırsız olan Leibniz, permütasyon, kombinasyon ve simgesel mantığa katkılar yapmış, diferansiyel ve entegral hesabı geliştirmiş ve 1684'te bir makaleyle tanıtmıştır. Leibniz bu makalesinde aynı zamanda dx , dy simgelerini, $d(uv)=udv+vdu$ gibi türev alma kurallarını ve sınır değerlerde $dy=0$, büküm noktalarında $d^2y=0$ koşuluyla bölümün diferansiyelini de vermiştir. Ayrıca eşitlik için "=", çarpma için "x" simgelerini, fonksiyon ve koordinat terimlerini önermiştir.

Leonhard Euler

Dönemin ünlü matematikçi ailesi Bernoulli'lerden ders alan Euler (D. 1707-Ö. 1783), 1725'de St. Petersburg Akademisi'ne girmiş, 1741'e kadar burada çalışmış, 1741-1766 yılları arasında ise Berlin Akademisi'ne devam etmiştir. 1735'te bir gözünü 1766'da diğer gözünü kaybetmesine karşın, çalışmalarına ara vermemiştir. Yaşamı boyunca 530 kitap ve makale yayımlayan Euler, ayrıca birçok da elyazması bırakmıştır. Yapılan araştırmalar müsveddeleriyle birlikte eserlerinin toplamının 886 kadar olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Hem kuramsal hem de uygulamalı matematik alanında çalışan Euler, 1748'de *Introductio in Analysin Infinitorum* (Sonsuz Küçükler Analizine Giriş) adlı eserinde trigonometrik değerleri günümüzdeki biçimde oranlar olarak vermiştir. Sonsuz seri açılımlarına ilişkin bilgilerin de yer aldığı kitap ilk analitik geometri ders kitabı olarak kabul edilmektedir. Bundan başka *Isntitutiones Calculi Differentialis* (Diferansiyel Hesabın Kuruluşu, 1755) ve *Isntitutiones Calculi Integralis* (Entegral Hesabın Kuruluşu, 1768-1774) eserleri vardır. Bu eserlerde diferansiyel ve entegral hesapların yanı sıra Euler'in toplama formülü, Euler entegralleri yer almaktadır.

Euler'in *Mechanica* (1736) adlı eseri ise Newton'un noktasal kütle dinamiğinin analitik yönden geliştirildiği ilk ders kitabıdır. Euler, 1744 yılında değişimler hesabının ilk serimlenmesini, 1765'te ise bir nokta etrafında dönmeye ilişkin Euler Denklemleri'ni, daha sonra ise üçüncü ve dördüncü derece denklemler kuramını vermiştir.

Joseph Lois Lagrange

Dönemin önemli matematikçilerinden Lagrange (D. 1736-Ö. 1813) Fransız Bilimler Akademisi tarafından beş kez ödüle layık bulunacak kadar matematiğe katkısı olan bir bilginidir. Halley'in yazdığı bir makaleyi okumasıyla başlayan matematik tutkusu, Ay'ın neden daima aynı yüzünün görüldüğü sorusuna getirdiği parlak çözümle ödüle dönüşen Lagrange, bunun dışında Ay'ın, kuyruklu yıldızların ve Jüpiter'in hareketine ilişkin problemlere getirdiği çözümler için de ödüllendirilmiştir.

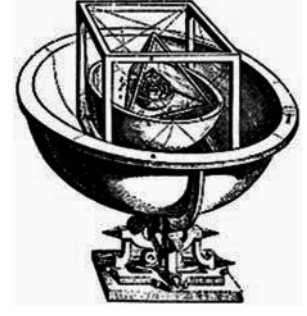
Lagrange, *Mécanique Analytique* (Analitik Mekanik) adlı çalışmasında analiz yöntemini noktaların ve katı cisimlerin mekaniğine uygulamış, saf analizi kullanmıştır. Bu anlamda Lagrange ilk gerçek analizci olarak kabul edilir.

Lagrange üç cisim probleminin ilk özel çözümünü çıkarmış ve birbirlerini çeken altı gökcisminin hareketleri ile ilgilenmiş ve bu hareketleri açıklayan diferansiyel denklemler önermiştir. Lagrange teoremine göre, üç cismi yörüngeleri aynı zamanla tanımlanan benzer elipsler olacak şekilde harekete geçirmek mümkündür.

ASTRONOMİ

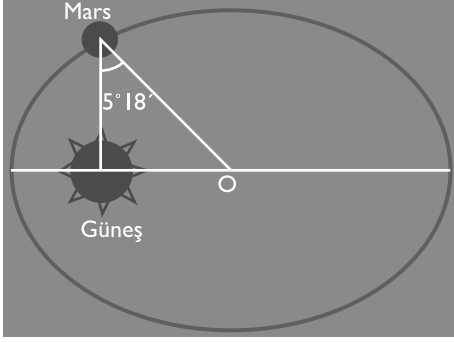
John Kepler

Astronomi tarihinin seçkin üyelerinden ve modern gök mekaniğinin kurucusu olan Kepler (D. 1571- Ö. 1630), 1599'da Brahe'nin daveti üzerine, Prag'a gitmiş ve 1601'de Brahe'nin ölümü üzerine saray astronomu olarak göreve başlamıştır. Brahe'nin gözlem kayıtlarını inceleyen Kepler, bu gözlemlerden yararlanarak yaptığı hesapların sonucunda gezegenlerin dairesel yörüngeler üzerinde ve düzenli hızla dolandıklarını kanıtlanamayınca bu kuralı terk etmiş ve ünlü üç kanununu bulmasını sağlayacak araştırmalara başlamıştır.



Resim 6.13: Kepler'in Kozmik Düzeni

Kepler'in amacı, göksel düzendeki matematik uyumu ortaya çıkartmaktır. Bunun için ilk çalışması *Mysterium Cosmographicum*'da (Kozmik Giz, 1596) gezegenlerin hareketlerini geometrik şekillerle belirleme yoluna gitmiş, gezegenlerin uzaklıkları arasında bir orantı bulmak amacıyla düzgün çok yüzlüleri kullanmıştır. Bilinen altı gezegenin yörüngeleri, belli bir düzende iç içe yerleştirilmiş beş düzgün çok yüzlünün oluşturduğu altı oyuğa denk düşürülmeye çalışılmış, beş düzgün çok yüzlüden her biri de, bütün köşelerinin dokunduğu bir küre içine yerleştirilmiştir. Buna göre, Satürn yörüngesini oluşturan kürenin içerisinde, bütün köşelerinin bu küreye dokunduğu bir küp (altıyüzlü) yer alır. Bunun kürenin içerisinde, ona içten teğet Jüpiter'in küresi bulunur. Jüpiter'in küresinin içerisinde, bütün köşelerinin ona dokunduğu bir başka düzgün çok yüzlü, dörtyüzlü



Resim 6.14: Kepler'in Kozmik Düzeni

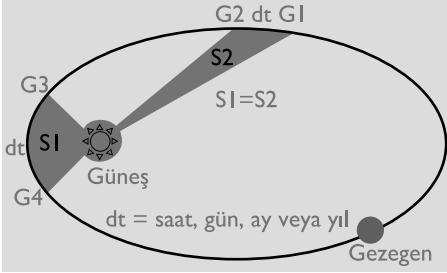
(tetrahedron) yer almaktadır; Mars'ın küresi, dörtyüzlünün içerisinde ve ona içten teğettir. Mars'ın küresinin içerisinde, onikiyüzlü (dodecahedron) bulunur. Oniki yüzlünün içerisinde, Yer'in küresi bulunur. Yer'in küresi içerisinde de yirmiyüzlü (icosahedron) bulunur. Yirmiyüzlü'nün içerisinde de, yine ona içten teğet olan Venüs'ün küresi bulunur. Venüs'ün küresinin içerisinde, sekizyüzlü (octahedron) yer alır ve Merkür'ün yörüngesi bu sekizyüzlüye içten teğettir. Hepsinin merkezinde ise Güneş bulunur. Varsayılan bu ilişki olgusal temelden yoksun olsa da, Kepler'e üçüncü yasasını formüle etme fırsatını vermesi bakımından değerlidir.

Astronomi tarihi açısından Kepler'in önemi, gezegenlerin dairesel değil de elips yörüngelerde dolandığını keşfetmesidir. Onu bu fikre götüren Brahe ile birlikte yaptıkları Mars gözlemleridir. Mars'ın hareketini dairesel bir yörüngeye oturtmaya çalışan ve Brahe'nin gözlemleri ile kendi gözlemlerini karşılaştıran Kepler, 8 dakikalık bir hata bulmuş ve bu hatanın kuramdan kaynaklandığını varsayarak, konu üzerinde fazla durmamış, Yer yörüngesi üzerinde çalışmaya başlamış, çalışması sonucunda, Yer'in hızının Güneş'e olan uzaklığı ile ters orantılı olduğunu bulmuştur. Kepler, bunun geçen süre ile orantılı olacağını düşünerek ikinci kanunu olan alanlar yasasına ulaşmış ve bu yasa Kepler'i dairesel yörünge fikrinden vazgeçirmiştir.



Resim 6.15: Kepler'in Birinci Yasası

Yapılan gözlemlerden gezegenin Güneş etrafında bazen yavaş bazen hızlı dolandığı bilinmekteydi. Eğer yörünge daire olsaydı, bu düzensizlik olmamalıydı. Demek ki yörünge daire değil. Bu akıl yürütmeye hareket eden Kepler, bir daire içerisine oval ya da yumurta biçiminde bir yörünge çizdi ve Mars'ı bu yörünge üzerine yerleştirdi. Yörünge'nin basık kısmı ile daire arasında kalan kısmın en fazla olduğu noktalarını ölçtü ve bunun, dairenin yarıçapı 1 birim olarak alındığında 0.00429 olarak buldu. Buna göre, r dairenin yarıçapı, e basıklığın en fazla kısmı olmak üzere, $e+a=r$ ve $e=r-a=0.00429$ 'dur. Bundan sonra Kepler, Mars-Güneş-Yörünge merkezi arasında oluşan açı değerlerini ölçtü ve bu açının maksimum değerinin $5^0 18'$ olduğunu buldu. Açının sekantını aldı. Sonuç şaşırtıcıydı; açının sekantı 1.00429 çıkmıştı. Gerçekten de, Mars, açının en büyük olduğu konumda, daire üzerinde değil de oval bir yörünge üzerinde bulunuyordu. Böylece Kepler yörünge'nin eliptik olması gerektiğini belirten birinci yasasını buldu: "Yer'de dahil olmak üzere, bütün gezegenler, odaklarının birinde Güneş'in bulunduğu bir elips üzerinde dolanırlar." Böylece daha önce daireye göre yapılan hesaplamalardaki sapmalar tamamen ortadankalmaktaydı.



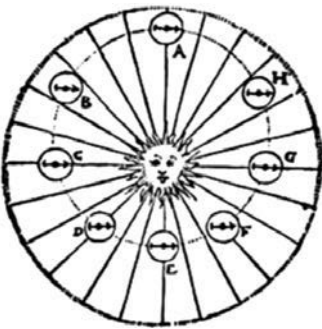
Resim 6.16: Kepler'in Üçüncü Yasası

Kepler hesaplamalar sonucunda, bir gezegenin Güneş'e yakın olduğunda hızlı, uzak olduğunda ise yavaş hareket ettiğini belirlemişti. Buradan hareketle de ikinci yasasını buldu ve *Astronomia Nova* (Yeni Astronomi, 1609) adlı kitabında açıkladı: "Güneş'le gezegeni birleştiren doğru parçası, eşit zamanlarda eşit alanlar süpürür."

Bundan sonra çalışmalarını sürdüren Kepler, dokuz yıl sonra harmonik yasa olarak bilinen üçüncü yasasını geliştirdi ve *Harmonica Mundi* (Evrenin Uyum, 1619) adlı eserinde yayımladı: "Gezegenlerin periyotlarının karesi ile Güneş'e olan uzaklıklarının küpü birbirleri ile

orantılıdır." $\left(\frac{T^2_{Yer}}{a^3_{Yer}} = \frac{T^2_{Merkür}}{a^3_{Merkür}} = \frac{T^2_{Venüs}}{a^3_{Venüs}} = \dots = sabit \right)$ Kepler'in ulaştığı sonuçlar, gezegen sistemiyle ilgili kuvvet yasalarının saptanması için gerekli olan temeli sağlamış ve Kopernik'i haklı çıkarmıştır.

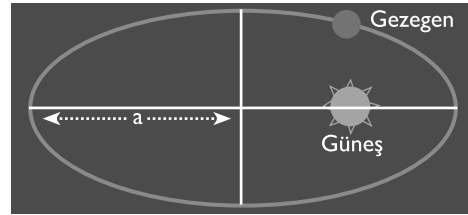
Kepler'in astronomi tarihine bir diğer katkısı da gezegenin Güneş'ten uzaklaştıkça hareketinin azaldığını fark etmesidir. Bunu Güneş'in hareket ettirici gücünün azalması olarak kabul eden Kepler, Güneş'ten çıkan bir "anima motrix (hareket ettirici güç)" olduğuna karar verdi. Bu gücün uzaklıkla güç ters orantılı olduğunu düşünen Kepler'e göre bir gezegenin yörüngesindeki hızı mesafeye bağlı olarak farklılık kazanmaktadır. Güneş'ten çıkan bu güç gezegenlerin dolanmasını sağlıyordu. Zira Güneş kendi eksenini etrafında ekliptiğe dik olarak dolanıyor ve bu dolanım, çıkan gücü gezegenlere iletliyordu. Böylece dairesel bir döngü ya da vorteks oluşuyor ve bu da gezegenin hareketini sağlıyordu.



Resim 6.18: Anima Motrix

Konuya yoğunlaşan Kepler, bir teori geliştirdi. Teoriye göre gezegenler birer dev mıknatıstır. Yer de bir gezegen olduğu için o da bir mıknatıstır. Dolayısıyla her gezegen manyetik bir eksene sahiptir. Bu manyetik eksen her zaman aynı yöndedir ve kendisine paralel kalır. Bu eksenin iki kutbu vardır. Bu manyetik kutuplardan biri Güneş tarafından çekilir diğeri itilir.

Kepler'in gezegen hareketlerinin bu izahı Güneş sisteminin mekanik anlamını verme yolunda atılmış ilk ciddi teşebbüstür. Ne var ki Kepler bunun ötesine geçememiştir.

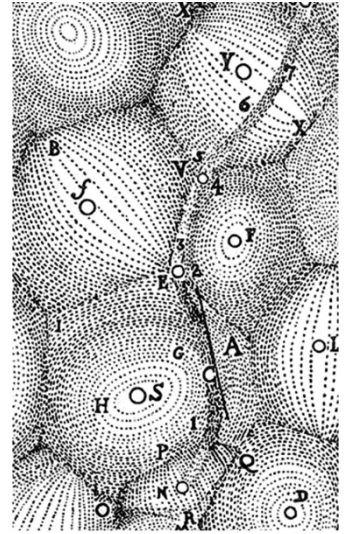


Resim 6.17: Kepler'in Üçüncü Yasası

Descartes ve Çevrimler Kuramı

Aristotelesçi hareket düşüncesine göre, gezegenleri yöneten güç İlk Hareket Ettiriciden yayılarak tüm gezegenlerin kürelerini hareket ettiriyordu. Ancak Tycho Brahe gökcisimlerini taşıdığı düşünülen kürelerin bulunmadığını gözlemsel olarak kanıtlamıştı. Bu da büyük bir sorun ortaya çıkardı: Gökcisimleri küreler tarafından taşınmıyorsa, onları taşıyan neydi? Kepler bunun Güneş'ten çıkan bir güç ile sağlandığını öne sürdü. Ancak Kepler'in öne sürdüğü bu varsayımın olgusal bir temelini olmaması dolayısıyla gezegenlerin devinimlerinin mekanik açıklaması hala cevapsız kalmıştı. Bu sorunun yanıtını arayanlardan biri de Descartes'dır (D.1596-Ö.1650).

Descartes, mekanik oluşumları, maddenin madde üzerindeki etkisiyle açıklamak gerektiğini düşünerek, uzayın boş olmadığını ve bir cismin devinebilmesi için gerekli olan kuvvetin başka bir cisim tarafından sağlanması gerektiği görüşünü ileri sürdü. Descartes'e göre, Tanrı tüm uzayı maddeyle doldurmuş ve hareketi de başlatmıştır. Bu hareket, kendi içerisinde kapalı çevrimler oluşturmuştur. Tüm evren akışkan madde ile doludur ve boşluk yoktur. Bütün gezegenler, akışkan maddeyle dolu olan bu uzayda oluşan çevrimlerin, yani girdapların veya hortumların merkezinde bulunur. Evren sonsuz sayıda çevrimlerden oluşan bir yapıdır. Güneş sistemi de kendi başına çevrim hareketi gösteren bir yapı yani vortektir; merkezde ise Güneş yer alır. Yer de dâhil olmak üzere bütün gezegenler, etrafımızı çevreleyen bir çeşit ince ve berrak bir madde içerisinde yüzerler. Gezegenler, Güneş'in etrafında bir girdap gibi dönen bu madde sayesinde hareket etmektedirler. Bu çevrimlerin dönüşü, merkezlerinin yakınında çok hızlıdır ve gezegenlerin eksenleri çevresinde dönmelerini sağlar. Çevrimlerin dış kısımları ise, gezegenlerin sahip oldukları uyduları dolandırır. Yerel gezegensel çevrimler, merkezinde Güneş'in bulunduğu daha geniş bir çevrimin içine oturmuştur; öyle ki bu çevrim, gezegenleriyle birlikte diğer çevrimlerin düzenli bir biçimde Güneş'in çevresinde dolanmasını sağlamaktadır. Bir büyük çevrimde, Satürn'ün ve Jüpiter'in merkezinde olduğu gibi, küçük çevrimler de bulunur.



Resim 6.19: Descartes'in Çevrimleri

Tüm bu açıklamalara karşın Descartes bütün bu çevrimlerin nasıl hareket ettiklerini belirlemeye teşebbüs etmemiştir. Ona göre, her bir çevrimin kutbu diğerinin kutbuna dokunur. Hangi biçimde olursa olsun başlangıçta bu madde hareket etmiştir. Bölünen çevrimler öyle yerleşmişlerdir ki her biri bir biçimde köşesinden döner. Bunu engelleyebilecek hiçbir şey yoktur. Yoksa onun hareketi dururdu. Buna göre, ilk çevrim olan S merkezli çevrim, E etrafında A'dan I'ya doğru hareket ettirilir. Böylece merkezi F olan ikinci çevrim de onunla hareket eder ve E etrafında, A'dan V'ye hareket eder. Aynı şekilde üçüncü çevrim olan f merkezli çevrim EB ekseninde I'dan V'ye hareket eder. Böylece uzaydaki tüm hareketler mekanik olarak oluşur.

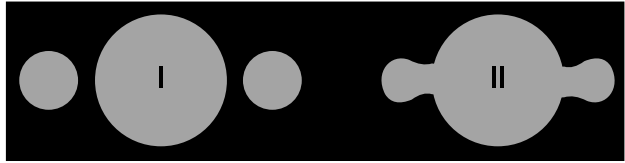
Göksel olgulara mekaniksel bir açıklama getiren bu kuram çok akıllıca ve ilk bakışta çok çekiciydi. Kuram, Yer'in dönüş sırasında neden güçlü hava akımlarının oluşmadığını ve küçük cisimlerin neden yersel çevrim merkezine doğru gittiklerini veya düştüklerini açıklayabiliyordu. Diğer taraftan kuram, gezegenlerin neden Güneş'i merkeze alarak yaklaşık aynı düzlemde ve aynı yönde dolandıklarını da açıklamaktaydı. Kuramın açıklayabildiği diğer bir olgu ise, Kepler'in üçüncü yasasıydı. Bu yasaya göre, gezegenler merkeze ne kadar yakın olurlarsa o kadar hızlı dolanırlar. Çevrimler kuramında, Güneş'e daha yakın olan gezegenlerin daha hızlı hareket etmeleri gerektiğini öngörmek olanaklıydı. Bu açıklama Kepler'in üçüncü yasasını doyurucu bir şekilde açıklıyordu. Ne var ki, gezegenlerin uzaklıkları ile dolanım süreleri, yani dönemleri arasında bulunması gereken kesin ilişkiyi ve bağlantıyı öngörmek olanaksızdı. Yine, karmaşık bir çevrimler dizgesinde, bir gezegenin çizdiği yörüngenin biçimini öngörmek de mümkün değildi.

Descartes'in varsayımının diğer bir güçsüzlüğü, matematiksel olarak işlenememesi ve bu nedenle yeterli düzeyde denetlenememesi ve sorgulanamamasından kaynaklanıyordu. Bu yüzden bu açıklama fiziksel olmaktan öte metafiziksel olarak kalıyordu. Gezegen devinimlerinin dinamiksel açıklaması Galileo Galilei (D. 1564-Ö. 1642) tarafından ele alınacak ve son nokta Newton tarafından konulacaktır.

Galileo

Galileo teleskopu astronomik amaçla kullanan ilk bilim adamıdır. 1609 yılında, kendi yaptığı bir teleskopla gerçekleştirdiği gözlemler, Güneş merkezli sistemi desteklediği, Aristoteles fiziğinin geçerli olmadığını kanıtladığı için önemlidir. Gözlemlerini *Yıldız Habercisi* adlı kitabında toplamıştır.

En önemli gözlemleri Ay ve Güneş gözlemleridir. Ay'ın evrelerini incelemiş, Ay'da kraterlerin, dağların ve vadilerin olduğunu görmüş ve bunun Ay ile Yer'in aynı öğelerden yapıldığının kanıtı olduğunu söylemiştir. Ayrıca Orion Kumesini ve Samanyolu'nu gözlemlemiş ve daha önce bulut olduğu varsayılan bu kümelerin aslında yıldızlardan oluştuğunu belirlemiştir. Satürn'ün halkasını gözlemlemiş ancak teleskopu güçlü olmadığı için gezegenin halkasını iki yapışık parça şeklinde görerek uydu zannetmiştir. Gezegenin periyodik özelliğinden dolayı halka bir müddet sonra kaybolmuş, bu parçaları göremeyen Galileo, şaşkınlığını “Satürn Onları Yedi!” diyerek dile getirmiştir. Daha sonra teleskopunu Venüs'e çeviren Galileo, Venüs'ün safhaları olduğunu gözlemlemiştir. Galileo, Jüpiter'i de gözlemlemiş ve Jüpiter'in çevresinde dolanan dört yıldız belirlemiştir. Bunların Jüpiter'in etrafında dönen uydular olduklarını bulmuş ve Jüpiter'le birlikte uydularını, “adeta minyatür bir Güneş sistemi” olarak betimlemiştir.



Resim 6.20: Galileo'nun gözlemlediği şekliyle Satürn ve halkası

Galileo'nun gökyüzüne olan ilgisi bunlarla sınırlı değildir. Ayrıca Güneş'i de gözlemlemiş ve gözlemlerinin sonuçlarını 1613 yılında *Güneş Lekeleri Üzerine Mektuplar*'da yayımlamıştır. Galileo bu eserinde Güneş üzerinde bulunan gölgelerin Güneş'te yer alan lekeler olduğunu ileri sürmüştür. O sıralarda, Güneş lekelerine ilişkin iki açıklama bulunmaktaydı:

Lekeler, Merkür'ün Güneş'in önünden geçerken oluşan gölgesidir. Ancak Galileo bunun olanaksız olduğunu, çünkü Merkür'ün Güneş'in önünden geçişinin yaklaşık yedi saat sürdüğünü, oysa lekelerin yedi saatten çok daha fazla Güneş'in üzerinde yer aldığını ileri sürmüştür.

Lekeler, Güneş ve Yer arasında bulunan küçük gök cisimlerine aittir. Oysa Galileo bu lekelerin Güneş üzerinde hep aynı yerde bulunduklarını, eğer bu lekeler, küçük cisimlerin gölgeleri olsalardı, gözlem yerine bağlı olarak, Güneş üzerinde farklı konumlarda olmalıydılar.

Frederick William Herschel

Herschel (D. 1738-Ö. 1822) astronomide önemli keşiflerde bulunmuş 18. yüzyılın önemli bir astronomudur. En önemli çalışması galaksiler üzerinedir. Aristoteles kozmolojisi, gezegenlerin ve sabit yıldızların iç içe geçmiş kristal kürelere çakılı olduğunu varsayıyordu. 16. yüzyıla kadar geçerli olan bu görüş Tycho Brahe'nin yaptığı bazı gözlemler sonucunda geçerliliğini yitirmişti. Bundan sonra sabit yıldızların evrende nasıl dağılmış oldukları sorusu gündeme gelmişti. Herschel astronomi tarihinde ilk defa olarak sabit yıldızlar bölgesinde araştırma başlatmış ve teleskopla gökyüzünü tarayarak, evrende sabit yıldızların gelişigüzel dağılmadıklarını, adacıklar yani galaksiler oluşturduğunu ileri sürmüştür. Güneş sistemimizin Samanyolu galaksisine bağlı olduğunu bulan Herschel, bu gökadalara hareketini de incelemiş ve Güneş sisteminin Herkül Takımyıldızı'na doğru hareket ettiğini belirlemiştir.

Herschel'in asıl önemi 1781 yılında Güneş sisteminin altıncı üyesi olan Uranüs gezegenini ve 1787'de ise iki uydusunu keşfetmesidir. Diğer önemli bir çalışması da bazı yıldızların çift yıldız olduklarını bulması ve bunun sonucunda Newton'un kanununun evrensel bir hal almasıdır. Zira o zamana kadar Newton'un çekim kanunun sadece Güneş sisteminde geçerli olduğu görüşü hâkimdi. Oysa çift yıldızların da birbirlerinin etrafında çekim kanununa uyumlu döndükleri anlaşılmıştır.

Bunların dışında Herschel Mars ve Satürn gezegenlerini gözlemlemiş, Mars'ın yörünge eğimini hesaplamış, Satürn gezegeninin halkasının dolanım periyodunu incelemiş ve uydusu Mimas'ı keşfetmiştir. Bazı yıldızların parlaklıklarının değiştiğini de belirleyen Herschel, bu değişimlerin periyotlarını vermeye çalışmıştır. Günümüzde bu yıldızlara “Değişken Yıldızlar” adı verilmektedir. Herschel ayrıca parlaklık derecelerine göre yıldızları sınıflandırmıştır (fotometrik skala).

Herschel'in diğerk bir alışması Güneş lekeleri üzerinedir. Herschel bu lekelerin 11 yılda bir değişerek yeryüzündeki iklimleri etkilediğini bulmuştur. 1774'de Alexandra Wilson Güneş lekeleri üzerine çalışmış ve bu lekelerin huni benzeri karanlık yapılar olduğunu ileri sürmüştü. Ancak Herschel, bu görüşü kabul etmeyerek, lekelerin Güneş'in çekirdek kısmının üzerinde yer alan protosferin yırtık kısımları olduğunu savunmuş, günümüzde bunların Güneş üzerinde yer alan daha soğuk bölgeler olduğu anlaşılmıştır.

Güneş Sistemi'nin Oluşumu

18. yüzyılda Güneş Sistemi'nin nasıl oluştuğu bilimin önemli bir problemiydi ve konuya ilişkin ilk ciddi kuramı Georges-Louis Leclerc Comte de Buffon (D. 1707-. 1788) geliştirdi ve 44 ciltlik *Historie Naturelle*'de (Doğa Tarihi, 1749-1778) açıkladı. Buffon'a göre, Yer ve diğerk gezegenler, uzaydan gelen büyük bir kuyruklu yıldıızın, Güneş'e çarpması sonucunda kopardığı parçalardan meydana geldi ve bu parçalar çarpışmanın etkisiyle Güneş etrafında dönmeye başladılar.

Güneş sisteminin oluşumuna ilişkin diğerk bir kuram da 1755'de Immanuel Kant (D. 1724-. 1804) tarafından ortaya atıldı. Kant'a göre başlangıçta sadece kendi etrafında dönen bir gaz ve toz kütlesi vardı. Bu kütle giderek yoğunlaştı ve dönüş hızı arttı. Hızı arttııka çeşitli kollar oluşmaya başladı ve zamanla bu kollar ayrılarak her biri bir gezegeni oluşturdu. 1796'da Laplace bu kuramı geliştirdi ve matematikselleştirdi. Laplace'a göre, Güneş sistemi, bir i patlama sonucunda kendi kendine oluştu. Güneş çok eski zamanda bir novaydı; giderek sıcak bir nebula (gaz bulutu) halini aldı. Bu kütle giderek soğudu, sıcaklığını uzaya dağıttı ve bzlmeye başladı. Newton mekanığı gereğince büzülmeyle birlikte dönüş hızı arttı. Giderek yassılaştı ve sonunda bir tepsi biçimini aldı; merkezkaç kuvvetiyle kütle çekimi kuvveti eşitlendi. Daha sonra çeşitli halkalar ve bu halkalardan da gezegenler oluşmaya başladı. Bu kuram daha sonra Kant-Laplace Kuramı olarak adlandırılmıştır.

FİZİK

Mekanik

Galileo

Galileo'nun fizikte başarılı çalışmalar yaptığı konu harekettir ve bu konuda eylemsizlik hareketinin esasını oluşturan eylemsizlik ilkesini ilk haliyle ifade edebilmiş olması çok önemlidir. Çünkü bu ifadeyle değişim ve hareket fiziğine uzun süre egemen olan niteliksel doğa ve fizik anlayışının egemenliği kırılmış ve niceliksel anlayışın n açılmıştır.

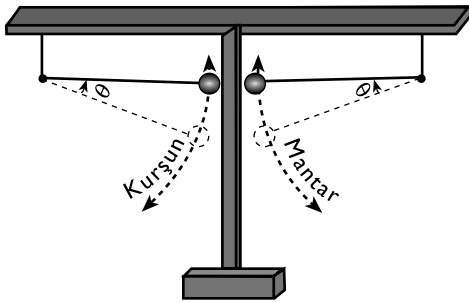
Galileo'ya kadar geçen sürede sağduyu fiziği egemendi. Bu fizik, görünen dünyanın görünen nesnelerindeki görünen değişimlerin açıklanması esasına dayanıyordu. Çünkü doğada, insan ve hayvan hariç, hareket eden her şeyin dış bir nedenden dolayı hareket ettiği, örneğin atlar çekmezse arabanın gitmediği, rüzgâr savurmadıka yaprakların uuşmadığı, gözlenmekteydi. Öyleyse bu gözlemlerden çıkacak doğal sonuç "kuvvetsiz hareket olmaz"dı. Galileo'nun Pisa'da bulunduğu yıllarda yazdığı ve ileri sürdüğü görüşleri bakımından Aristoteles ve Arkhimedes'e dayandığı *De Motu* (Haraeket zerine) adlı çalışması bu bakış açısıyla kaleme alınmıştı. İvmeli hareket, dolayısıyla da serbest düşme hareketini incelediği bu çalışmasında Galileo, zellikle Arkhimedes'in sıvıların dengesi konusundaki çalışmalarında yani özgül ağırlık bilgisinden serbest düşme hareketini anlamakta yararlanmaya çalışmıştır. Serbest düşmede cismin ağırlığının değil, özgül ağırlığının önemli olduğunu, yani hangi cismin özgül ağırlığı daha fazla ise o cismin daha hızlı düşeceğini, başka bir deyişle hareketin hızının cismin yoğunluğuna bağlı olduğuna karar veren Galileo, cismin düşme hızını bulmak için de, cismin yoğunluğundan ortamın

yoğunluğunu çıkarmak gerektiğini ileri sürüyor. Yani: $\frac{v_1}{v_2} \propto \frac{d_1}{d_2} - \frac{do_1}{do_2}$. Örneğin, farklı maddelerden

yapılmış iki tane 10'ar kilogramlık cismi aynı anda bıraktığımız zaman, özgül ağırlıkları farklı olduğundan, bunlar aynı anda ya da eşit zamanda düşmezler. Yine eğer biri 10, diğeri de 100 kilogramlık aynı maddeden yapılmış iki cisim olsa ve bunları aynı anda bıraksak özgül ağırlıkları aynı olduğu için aynı anda, yani eşit zamanda dşerler.

Uzun zaman bu görüşlere inan Galileo, Aristoteles'in bir söylem haline getirdiği bu kuramın yine sağduyuya dayanarak aşılmasının olanaksız olduğunu anlamıştır. Çünkü sağduyuya dayalı kavrayış esas alınacak olursa, örneğin Yer'in durağan olduğu ilkesini reddetmek ve Güneş'i merkeze almak olanaklı görünmemekte, aksine bu durum sağduyu için apaçık bir gerçeklik olarak kendisini dikte etmektedir. Bugün dahi Yer'in dolandığını bildiğimiz halde, Güneş'in doğduğundan ve battığından söz etmemizin nedeni de budur. Bu sıkıntıyı apaçık olarak kavrayan Galileo, döneminde önemli bir gelişme kaydetmiş olan Güneş Merkezli Evren Modeli'nin etkin hale gelmesi için mutlaka fizik bir temele kavuşturulmasının gerektiğini anlamıştı. Bu sorunu aşmak için incelemelerinde idealleştirme ve soyutlamaya başvurması gerektiğine karar veren Galileo, düşen nesnelere ilişkin yasaları saptamak amacıyla serbest düşen cisimlerin düşme hareketleriyle ilgilenmiş ve bazı düşünce deneyleri yapmıştır. Örneğin iki nesnenin boşluğa bırakılması ile sanki bunlar birbirleriyle bağlantılıymışçasına aynı hızla düştüklerini gözünde canlandıran Galileo, varlığını bildiği hava sürtünmesi ögesini bilinçli olarak hesaba katmayarak tüm nesnelerin aynı hızla düştüğü sonucuna varmıştır.

Bu soyutlama ve idealizasyona dayalı yaklaşım Galileo'yu eylemsizlik ilkesini keşfetmeye götüren ilk adımdır ve bu adımın başlangıcında da Sarkaç Kanunu'nun bulunması vardır. Pisa Katedrali'ndeki bir ayin esnasında tesadüfen avizenin salınışına gözü takılan Galileo, avizenin salınımının önce daha büyük bir mesafe kat ettiğini, daha sonra giderek bu mesafenin azaldığını ve buna bağlı olarak avizenin hızının da azaldığını fark etmiştir. Bu gözlemine dayanarak gerçekte her salınım için geçen sürenin hep aynı olup olmadığını düşünmeye başlayan Galileo, kesin bir sonuca ulaşabilmek için her bir salınımın süresini ölçmeye karar vermiştir. Nabız atışını ölçü olarak salınım süresinin her salınım için aynı olduğunu bulmuştur. Ulaştığı sonucun doğruluğundan kesin olarak emin olmak için Pisa Üniversitesi'nde çeşitli deneyler düzenleyen Galileo, aynı uzunlukta iki ayrı ipe asılı biri mantar, biri kurşun iki sarkaç alıp, her birini 90°'lik açılar altında salınıma bırakmış ve bunların yarım daire çizdikten sonra yerlerine dönüş



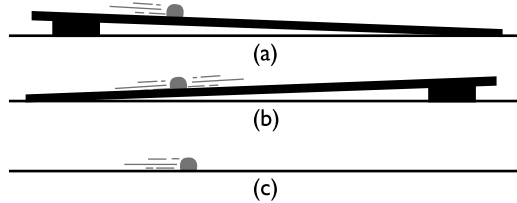
Resim 6.21: Galileo'nun Sarkaç deneyi

sürelerinin, havanın etkisi dikkate alınmamak koşuluyla (havanın etkisi katılmadığı için idealizasyona başvurulmuştur) eşit olduğunu belirlemiştir. Bu belirlemesiyle Galileo aslında, Güneş Merkezli Evren Modeli'nin fizik temelini hazırlamakta önemli bir adım atmıştır. Burada sarkaç ilkesinin önemli bir kazanım sağladığını, ancak bunun henüz yeterli olmadığını anlayan Galileo, konuyu eğik düzlemde ve ideal koşullar altında incelemeye karar vermiştir. Bu konudaki düşüncelerini de İki Büyük Dünya Sistemi Üzerine Diyalog adlı kitabında, yayımlamıştır. Bu kitabında eylemsizlik ilkesinin ilk yalın anlatımına ulaştığı kurgusal bir deney tasarlamıştır:

Çok pürüzsüz bir şekilde yuvarlatılmış bir metal top ve aynı şekilde pürüzsüz bir eğik düzlem olsa ve top bu eğik düzlem üzerine konulsa ne olur? Top düzlemden aşağı düzgün olarak artan bir hızla yuvarlanır.

Yukarı doğru yuvarlanabilir mi? İlk itme verilmedikçe yuvarlanmaz. Ancak bu gerçekleşirse, o zaman da hareketin hızı düzgün bir yavaşlama içinde olacaktır.

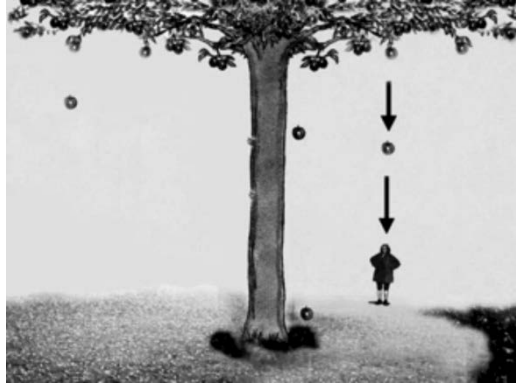
Peki, top yatay bir düzlem üzerine konulur ve her hangi bir yöne itilirse ne olacaktır? Topun hızlanma ya da yavaşlaması için bir neden olmayacak ve top hareketini düzlemin bittiği yere kadar sürdürecektir. Bu durumda eğer bu düzlem sonsuzsa harekette sonsuza kadar devam edecektir.



Resim 6.22: Galileo'nun Eğik Düzlem Deneyi

Bu son vargısıyla Galileo eylemsizlik ilkesini elde etmiş oluyor. Bu ilkeye göre; kendi haline bırakılan cisim, herhangi bir kuvvet etkisinde kalmadığı sürece, durumunu korur, yani hareket halinde ise hareketine, durağan halde ise durağanlığına devam eder. Bu ilkenin bulunuşu çok büyük önem taşıyor. Çünkü bu ilkeyle Güneş Merkezli Evren Modeli'ne, yani Kilisenin doğru bulmadığı Kopernik'in gök sistemine yöneltile eleştiriler ortadan kalkacaktır. Peki nasıl?

Aristoteles'i "kuvvetsiz hareket olmaz" sonucuna götüren neden kendi mekaniğini, bütün hareketlerin bir neden sonucu ortaya çıktığını, bir cismin eğer hareket ilkesini kendinde taşımıyorsa, sadece ve sadece bir şeyin kendisini hareket ettirdiği sürece hareket edeceğini söyleyen, ilke üzerine kurmuş olmasıdır. Onun için Yer'in durağanlığı gibi, bu ilke de sağduyu için apaçık bir gerçektir. Öküzlerin çektiği araba, ya da küreklerin çektiği kadirga örneği göz önüne alındığında, bu ilke insanlara tartışma gerektirmeyecek kadar açık geliyordu. Galileo, günlük gözlemlere uyan bu Aristotelesçi yaklaşımı eylemsizlik ilkesi ile yıkmıştır. Galileo'nun ilk dönem çalışması olan *De Motu*'da, Aristoteles'i aşamamasının nedeni de konuya bütünüyle gözlemsel yaklaşmasının yarattığı karışıklıktır. Soyutlamaya dayanmayan bu yaklaşımda cisimlerin temel karakteri ile içinde bulundukları bir durum olan hareket birbirine karıştırılmıştır. Başlangıçta aynı yaklaşımı benimsediği için benzer hataya düşen Galileo, ikinci dönem çalışmalarının temelini oluşturan idealleştirme ya da soyutlama ile bu durumu aşmayı başarmış ve "**cisim hareket halindeyken de dururken de ayındır**" sonucuna ulaşmıştır. Buna göre, hareket cismin doğasında değişim oluşturmaz; sadece, kendisini içinde bulduğu bir durumdan ibarettir. Bir noktadan başka bir noktaya geometrik bir geçiştir; durağanlık da harekete karşıt başka bir durumdur. Sadece sonsuz bir yavaşlık derecesidir. Öyleyse, durağanlık kadar hareket de doğaldır. Dolayısıyla, bu biçimde anlaşılan bir hareket için, durağanlığın gerektirdiğinden daha fazla bir neden gerekmez. Sadece hareketin değişikliğe uğraması için bir neden gerekir. **Cismin hareketli ya da durağan olmasının fark etmemesi gibi, dünyanın da hareketli ya da sabit olması bir şeyi değiştirmez.**



Resim 6.23: Newton ve Gravitasyonun Keşfi

Bu olağanüstü sonuç modern mekaniğin doğuşunun açık kanıtı olmakla birlikte, son bir çalışmaya daha ihtiyaç vardır. Bunu açıkça gören Galileo, koşulların bütün olumsuzluğuna karşın, boş durmamış ve devinim üzerine araştırmalarını içeren son büyük yapıtını *İki Yeni Bilim Üzerine Konuşma*'yı gizlice yayımlatmıştır (1638). Bu kitabında Galileo düşen bütün cisimlerin aynı ivmeye sahip olduğunu göstererek, serbest düşmenin sabit ivmeli bir hareket olduğunu saptamış ve serbest düşmede alınan yolun zamanın karesiyle orantılı olduğunu ($S=1/2 \cdot gt^2$) göstermiştir. Böylece Galileo mekanik konusunu matematikselleştirmeyi başarmış, düzgün ve sabit ivmeli hareketleri tanımlamış ve formüllerini vermiştir.

Onun bu buluşları daha sonra Isaac Newton tarafından dinamiğin temelleri haline getirilecektir.



Galileo'nun fizik ve evren görüşü hakkında ayrıntı için *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*, (Türkiye İş Bankası Yayınları, İstanbul 2008) adlı kitabını inceleyebilirsiniz.

Isaac Newton

Tarihin en büyük bilim adamlarından biri olan Newton (1642-1727), matematik, fizik ve astronomide göz kamaştırıcı keşifler yapmış, klasik fizik onunla doruğa ulaşmıştır. İlk kez Newton fizikte elde edilen başarıların bütün sonuçlarını kapsayan bir kuram oluşturmuştur. Evrensel çekim kanununun keşfi, diferansiyel ve integral hesabın geliştirilmesi ve Güneş ışığının doğasının aydınlatılması onun başarılarıdır. Newton bu çalışmalarını *Philosophie Naturalis Principia Mathematica* (Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri, 1687) ve *Optics* (Optik, 1704) adlı eserlerinde toplamıştır.

Newton denilince akla gelebilecek ilk şey kütle çekimdir (gravitasyon) ve kütle çekiminin bulunması astronomi ve fizik tarihinde bir dönüm noktasıdır. Newton'dan önce Kepler, gezegenlerin hareketlerini açıklayan elips yörüngeleri ve mesafeler arası bağıntıları bulmuştu. Kepler Yasaları olarak bilim tarihine geçen bu bağıntılar, gezegenlerin hareketlerini kinematiksel olarak, yani salt matematiksel bir biçimde başarılı olarak açıklamaktaydı. Ancak bilimsel anlamda Kepler'in açıklaması gereken bir soru daha vardı: Neden gezegenler Güneş'in etrafında elips yörüngelerde dolanıyorlar da, çekip gitmiyorlar? Bütünüyle yeni fiziğin cevaplayabileceği ve o dönemde egemen olan Aristotelesçi fizikle açıklamanın olanaklı olmadığı bu soruya Kepler'in cevap vermesi neredeyse olanaksızdı. Yine de Kepler birkaç başarısız denemede bulunmuş, bilimsel anlatımıyla konuyu dinamiksel bakımdan da açıklamaya çalışmıştı. Başarısız denemelerinin birinde Güneş'ten çıkan ve gezegenleri yörüngelerinde hareket ettiren bir güçten (anima motrix) söz ediyordu. Bu garip ve bilimsellikten uzak açıklama elbette ki bilim topluluklarınca kabul edilmedi ve sorunun doğru cevabını bulma çalışmaları devam etti. Üstelik bu dönemdeki cevap bekleyen tek soru da bu değildi. Kısa bir süre önce Galileo'nun Aristotelesçi evren ve fizik görüşünü yıkması da birçok yeni sorun yaratmıştı. Bilindiği gibi, Aristoteles her türlü hareketin kuvvetle olanaklı olduğunu savunmaktaydı. Bir cismin hareket edebilmesi için ona kuvvet uygulanması gerekiyordu. Nitekim kristal kürelere çakılı olduğunu düşündüğü gök cisimlerini de Tanrı hareket ettirmekteydi. Diğer taraftan Aristoteles'in Ay-altı ve Ay-üstü evren bölümlenmesinin doğru olmadığı ve kristal kürelerin bulunmadığı anlaşıncı gök cisimlerinin *boşlukta* nasıl hareket ettikleri de bir sorun olmaya başlamıştı.

Çok daha güç sorunlardan birisi de doğal hareketin tanımlanmasıydı. Aristoteles için doğal hareket dögüsel veya çembersel hareketti. Galileo ise doğal hareketin doğrusal hareket olduğunu ileri sürmüştü. Bu durumda kapalı yörünge hareketinin ivedilikle bir sonuca bağlanması gerekiyordu. İşte ilk kez kütle çekimi keşfine dayanarak "neden gezegenler Güneş'in etrafında dolanıyorlar da uzaklaşıp gitmiyorlar?" sorusunu doğru bir biçimde yanıtlayan Newton olmuştur.

Newton buluşlarının çoğunu 1665 yılından başlayarak Avrupa'nın önemli kısmını etkileyen Veba salgını dolayısıyla iki yıl kadar Cambridge'den uzakta yaşamak zorunda kaldığı Woolsthorpe'daki çiftlikte gerçekleştirmiştir. Burada bulunduğu sıralarda zamanının neredeyse tamamını gözlem ve deney yaparak geçiren Newton, dalından yere düşen elmanın düşüşünün gözlemlenmesinden evrensel çekim yasasına ulaşmasını sağlayan düşünce zincirinin ilk halkasını oluşturmuştur. Elmanın basit bir biçimde Yer'in merkezine doğru çekildiğini gözlemleyen Newton, bu düşüşü Ay'a kadar uzatmış ve Ay'ın Yer'e doğru düşüş ivmesi ile bir elma veya bir taşın Yer'e düşüş ivmesi arasındaki bağıntıyı nasıl vereceğini tasarlamıştır. Buna göre her iki düşüşte gerçekleşen ivme miktarı Ay ve elmanın Yer'in merkezine uzaklıklarıyla orantılı olmalıydı. Hesaplarını buna göre yapan Newton, sonunda ünlü yasaya ulaşmayı başardı: Kuvvet, gezegenin kütlesiyle doğru, Güneş'e olan uzaklığının karesiyle ters orantılıdır. O halde çekim kuvvetinin evrensel ifadesi, $F = G \cdot \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$ olmalıdır. Böylece Newton, Kepler'in üçüncü yasası

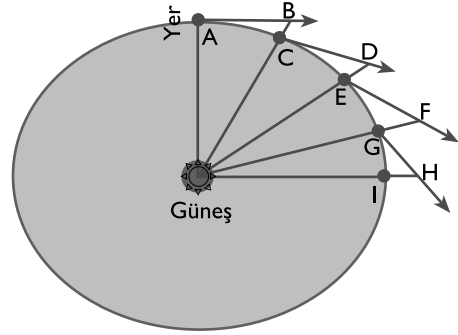
yardımıyla iki cisim arasında bulunan çekimi ifade etmeyi başarmış ve bütün evreni yöneten tek bir kanun olduğunu kanıtlamıştır. Bundan dolayı da bu kanuna *evrensel çekim kanunu* denmiştir. Newton bu kanundan yola çıkarak, Ay'ın dögüsel hareket yapmasına neden olan iki kuvveti eşitleyerek Kepler'in üçüncü yasasına ulaşmış ve bir gezegenin hareketinin Kepler yasaları uyarınca oluştuğunu matematiksel olarak kanıtlamıştır. Sonuçta Newton, bütün gök cisimlerinin, birbirlerini çekmelerine neden olan güçlü bir çekme kuvvetine sahip oldukları bir evren tasarlamıştır. Güneş en büyük gök cismi olduğu için sistemin merkezindedir ve sisteme egemendir; sistemindeki tüm gök cisimlerini, çevresinde eliptik yörüngeler izleyecek şekilde kendine doğru çekmektedir.

Bu olağanüstü keşfiyle Newton, sadece gezegen hareketlerinin dinamik yönünü çözmemiş, aynı zamanda, Aristoteles'ten beri birbirinden bağımsız olduğu düşünülen serbest bırakılan cisimlerin düşüşü ve gezegen hareketleriyle ilgili problemlerin tek bir kuramla çözülebileceğini de göstermiştir. Gerçekte Newton, Yer'e düşen elma ile gezegenin hareketi arasındaki ilişkiyi göstermiştir.

Newton'un *Principia* adlı kitabı gerçekte fizikte kuramsal evreye geçişi temsil eden bir başyapıttır. Kendi zamanına kadar bilimde gözlem ve deney aşamasında bir takım kanunların elde edilmesiyle yetinilmişti. Newton ise bu kanunlar ışığında, o bilimin bütününde geçerli olan ilkelerin oluşturulduğu kuramsal evreye ulaşmayı başarmış ve fiziği aksiyomatik hale getirmiştir. Aksiyomatik yapının ilkeleri mekanik biliminin temellerini oluşturan ilkelere:

1. Her cisim, üzerine uygulanan kuvvetler yoluyla dincilik ya da düzgün doğrusal hareket durumunu değiştirmeye zorlanmadıkça durumunu korur (Eylemsizlik İlkesi).
2. Hareket değişimi uygulanan kuvvet ile orantılıdır ve kuvvetin uygulandığı yönde olur ($F = m.a$).
3. Her etkiye, her zaman karşıt olan eşit bir tepki vardır; ya da iki cismin birbirini üzerindeki karşılıklı etkileri her zaman eşit ve zıt yönlüdür (Etki-Tepki İlkesi).

Newton 1727 yılında öldüğünde, geliştirdiği bilim anlayışı ve Parçacık Kuramı, bilim topluluklarının benimsenmeye ve savunulmaya başlandı. Kurama ilgi çok büyüktü. Çünkü olası tüm olguların sadece bu kuramla açıklanıp açıklanamayacağı merak ediliyordu. Bu nedenle gelecek 170 yıl boyunca kuram, *Newton Programı* adı altında, olgusal ve kavramsal düzeyde ayrıştırıldı, ısı, ışık, gazlar kimyası, elektrik ve manyetizma gibi alanlarda Newton yasaları denendi. Bu denemeler büyük oranda başarılı olurken bir yandan da kuramın açmazları da belirginleşti ve sonunda Newton yasalarının belli hız ve büyüklük sınırları içinde geçerli olduğu ve bu boyutların dışında yetersiz kaldığı anlaşıldı. Böylece kuramın uygulanamadığı yerlerde yepyeni kuramların ortaya çıkması kaçınılmaz hale geldi, kuantum mekaniği, görelilik ve ışığın dalga olduğunu savunan dalga kuramlarının doğuşuna giden yol açılmış oldu.



Resim 6.24: Yer'in Yörünge Hareketi

Odağında Güneş'in bulunduğu bir yörüngede dolanan bir Yer, eğer Güneş'in kütle çekimi etkisi kalkarsa, yörüngeye tanjant biçimde (ok yönünde), eylemsizlik ilkesine uygun olarak (v hızıyla) hareketine düzgün doğrusal olarak devam edecek, örneğin bir t süresi sonunda B'ye gelecektir. Gözlemlendiğinde ise, Güneş'in kütle çekimi etkisi nedeniyle, B'de değil C'de görülecektir. Çünkü BC mesafesini düşmüştür. O halde Yer iki kuvvetin etkisi altındadır; doğrusal ivme ve dairesel ivme.

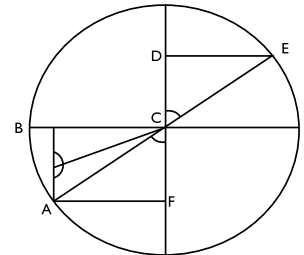
Optik ve Elektrik

Modern döneme kadar optik alanında daha çok görme, ışık ve ışığa bağlı olaylar araştırılmış, bilim insanları ışığın kaynağı ve görmenin oluşumunun fiziksel analiziyle ilgili problemlerle uğraşmışlardır. Buna karşılık ışığın mahiyeti ve yayılımına ilişkin araştırmalar ise daha sonraki dönemlerde, özellikle de 16. ve 17. yüzyıllarda bilimin gündemine gelmiştir. Bu yoğunlaşma konunun daha çok ayrıntı kazanmasına ve ışığın mahiyetinin ne olduğunu belirlemeye yönelik tartışmaların yer aldığı kuramların doğmasına yol açmıştır. Optiğin modern döneminin temel problemleri olan kırınım, girişim ve fotoelektrik olay da bu kuramlarla yakından ilişkilidir ve bu dönem optik tartışmaları iki temel kuram bağlamında gelişme göstermiştir: parçacık ve dalga.

Bugün için fiziksel optik adı verilen optiğin aşağıdaki temel ilkeleri de bu dönemde belirlenmiştir:

1. Işık, homojen bir uzayda, sabit bir hızla ve doğrusal çizgilerde yayılır.
2. Farklı yoğunluklu iki ortam arasındaki sınırdaki kırılmaya uğrar.
3. Verilen bir ortam çifti için, kırılma indeksi her bir renk için farklıdır.
4. Çok dar aralıklardan veya nesnelerin kenarlarından geçerken kırınıma uğrar.
5. Uzay ve zaman içerisinde bir periyodiklik gösterir.
6. Periyodiklik geometrik çizimlerle gösterilebilir.

Bu altı özellik bütün fiziksel optik olgularının ortak özelliğidir ve matematiksel ve deneysel olarak elde edilmişlerdir. Işık ışınlarının bütünüyle doğrusal çizgiler boyunca yol aldığını belirten birinci kuralın oluşturulmasına yönelik çalışmalar, genel optik tarihi kadar eski olmakla birlikte, ışığın kırılmasına yönelik belirlemenin yer aldığı ikinci kuralın tam ve kesin bulunuşu 17. yüzyılda Snell tarafından gerçekleştirilmiştir.



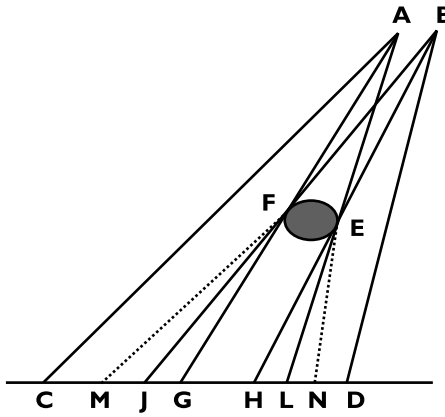
Resim 6.25: Snell kanununun

Willebrord van Roijen Snell (1580-1626), 1621 yılında, bugünkü haliyle kırılma kanunundan farklı olmakla birlikte, kendi adını taşıyan kırılma kanununu tam formüle etmeyi başarmıştır. Buna göre, havadan geçerek içi suyla dolu bir kabın üzerine düşen bir ışık ışınının, kırıldıktan sonra izlediği yol,

orijinal yola sabit bir oran taşır: $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin BCF}{\sin ACF} = \frac{AF/CB}{AF/CA} = \frac{CA}{CB} = a$ Sabit.

Snell'in Kırılma Kanunu'nu bulması optiğin yeni evresinin başlangıcı olmuştur. Bu tarihten sonra yapılan çalışmalar daha çok ışığın niteliğini deneysel olarak anlama çabasına dönüşecektir. Bu çabayı gösterenlerin başında Grimaldi gelmektedir.

Francesco Maria Grimaldi



Resim 6.26: Grimaldi'nin Kırınım Deneyi

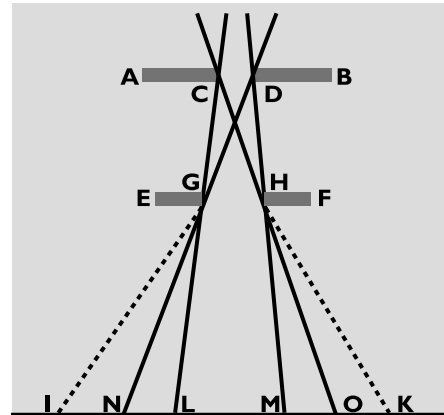
Bir matematikçi olmakla birlikte, başarılı bir gözlemci de olan Grimaldi (D.1618- Ö.1663), optik konusundaki gözlem sonuçlarını ve spekülâtif açıklamalarını *Physico-Mathesis de Lumine, Coloribus et Iride* (Bologna 1665) adlı çalışmasında toplamıştır. Orta Çağ geleneksel yapısı bağlamında bir Giriş ve iki Bölüm halinde düzenlenmiş olan çalışmanın Giriş bölümünde ışık hakkında genel değerlendirmelerde bulunur ve doğasının büyük bir giz içerdiğini vurgular. Pek çok filozofun uzun tartışmalarla ışığın muammalı ve gizemli doğasını aydınlatmaya çalıştığını belirtir. Bu durumun ışığın doğasını açıklamanın ne denli güç olduğunu gösteren açık bir delil olduğunu ileri süren Grimaldi, dolayısıyla bu konuda aslında yeterince bir şey bilinmediğini söylemenin dürüstlük ve anlamsız büyük kelimeler kullanmanın da sahtekârlık olacağını savunur.

Konunun zorluğunu kavramış ve önemli çekincelerle işe başlamış olduğu anlaşılan Grimaldi, Birinci Kitap'ta kendisi ışık kaynağı olan nesnelere ilişkin bazı fikirlerin tartışılmasını yapmakta ve bunları açıklamaya yönelik yeni deneyler üzerinde durmaktadır. Bu bağlamda problemler altmış başlık halinde ele alınmıştır ve bunlardan bazıları renklere ilişkindir. Aynı zamanda renk bağlamında tartışılan bir diğer konu da gökkuşağının oluşumudur.

İkinci Kitap'ta ise temel tartışma ilineksel ışık kaynaklarına ilişkin Aristotelesçi gelenek bağlamında ortaya konulmuş olan düşünceler ele alınmıştır. Birinci Kitap'tan farklı olarak altı başlık halinde ele alınan problem alanlarından birisi yine asıl renkler ve bu renklere ilişkin genel kabul gören düşüncelerdir.

Işığın doğrusal yayıldığına inanan ve bunu kanıtlamaya yönelik deneyler yapan Grimaldi, bu deneylerinden birinde, ilk kez ışığın kırınımını gözlemlemiş ve bilinenin aksine, ışık ışınlarının doğrusal yayılım kuralına aykırı bir biçimde, engellerin kenarlarından aşabildiğine dikkat çekmiştir. Işık tarihindeki birkaç önemli andan birini oluşturan bu deneyin ayrıntısı şöyledir:

Grimaldi, karanlık bir odaya küçük bir delikten Güneş ışığının girmesini sağlıyor ve odanın içerisindeki ışık huzmesinin ortasına opak bir nesne yerleştiriyor. Ardından nesnenin gölgesini bir perde üzerine düşürüyor ve oluşan gölgeyi dikkatlice gözlemlemeye başlıyor (Resim 6. 26). İlk dikkatini çeken gölgenin, iki taraftan renkli şeritlerce sınırlanmış olmasıdır.



Resim 6.27: Grimaldi'nin Girişim deneyi

Grimaldi bu önemli gözleminin ardından, birincisinden biçim itibariyle farklı, ancak esas itibariyle aynı amaca yönelik ikinci bir deney daha düzenlemiştir. Bu deneyin kanıtlamak istediği de, yine ışık ışınlarının doğrusal yayıldığı düşüncesidir. Grimaldi bu deneyinde, bir ışık kaynağından çıkan ışık konisini aynı düzlemde bulunan ve birbirlerinden belirli bir uzaklıkta yer alan iki yuvarlak aralıktan geçirmiş ve bir perde üzerine düşürmüştür. Ortaya çıkan aydınlık alanı dikkatlice gözlemlediğinde, Grimaldi, ışıkların doğrusal yayıldığı sayılına dayanarak oluşturacağı aydınlık bölgenin düşündüğünden daha fazla olduğunu ve aydınlık kısmın parlaklığının yeğinliğinin de homojen olmadığını fark etmiştir (Resim 6.27). Bu gözlemi ve daha önce gözlemlemiş olduğu gölgelerin içindeki saçaklanmalar, onun ışıkların doğrusal yayıldığı konusunda kuşkuya düşmesine yol açmıştır.

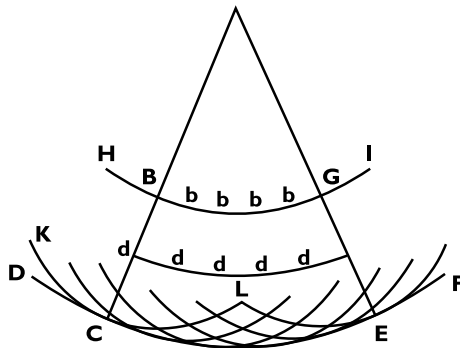
Grimaldi, gözlemlerden elde ettiği sonuçlardan daha ileri çıkarımlar yapmaya koyulduktan kısa bir süre sonra, bu gözlemlerin ancak ışığın dalga benzeri bir akış hareketi olarak kabul edildiğinde kolayca anlamlı hale gelebileceği düşüncesine ulaşmıştır. Bu düşüncesini anlamlandırabilmek için bir taşın suya atıldığında oluşan dairesel yayılımla, opak nesnelerin gölgeleri etrafında görünen şeritleri karşılaştırma yoluna giden Grimaldi, sonuçta, ışığın doğasının, tıpkı suda olduğu gibi dalga biçiminde bir akıştan ibaret olduğuna ve bu akışın sonsuz bir hızla saydam ortam boyunca yayıldığına karar vermiştir. Bu sonuç ilk kez ışığın dalga olabileceği düşüncesinin açıkça ileri sürülmesi olduğundan büyük bir öneme sahiptir.

Ole Rømer ve Işık Hızı Ölçümü

Grimaldi'nin gözlemleri ışığın uzun yıllar boyunca sonsuz bir hıza sahip olduğu egemen düşüncesinin doğru olup olmadığı konusunda, başka bir deyişle ışığın hızını araştırmaya gereksinim olduğunu ortaya koymuştur. Bu gereksinimin farkına varan bilim adamlarından birisi Rømer'dir (1644-1710). 1676 yılında Jüpiter'in uydularından yararlanmak yoluyla bir deney gerçekleştiren Rømer, Jüpiter'in ayı olan Io'nun tutulmalarını gözlemlemiş ve gelecek tutulmayı önceden kestirmesini sağlayacak bir model geliştirmiştir. Bir yıldan daha uzun bir süre yaptığı gözlem sonucunda, bu tutulmaların zamanındaki değişim dizisinin yaklaşık 16,6 dakika olduğunu belirlemeyi başarmıştır. Jüpiter'in en içteki uydusu yaklaşık 42 saat 30 dakikada tam bir dolanım gerçekleştirmekte ve her dolanımında bir kez tutulma olmaktadır. Gözlemlerini sürdüren Rømer, uydunun dolanım periyodunun uzadığını ve bir sonraki tutulmanın diğerinden daha geç bir zamanda gerçekleştiğini fark etmiştir. Bu gecikmenin Yer'in kendi yörüngesi boyunca gezegenden uzaklaşması ve yaklaşmasından kaynaklandığını anlayınca da, bu sürenin, ışığın Yer'in yörünge çapını kat etmesi için gereken zaman (2 astronomik birim) olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu sonuç, gerçek değerler göz önüne alındığında, %10-25'lik bir hatayı içermesine karşın, yine de Güneş Merkezli Sistem'i destekleyen bir keşiftir. Çünkü buna göre Yer gezegene yaklaştığında tutulmanın daha erken, uzaklaştığında ise daha geç gerçekleştiği açığa çıkmaktadır ve bu gözleminden Rømer, doğru bir akıl yürütmeye, ışığın hızının sonsuz olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Buradan hareketle ışığın Yer'in yörünge yarıçapını yaklaşık 11 dakikada kat ettiğini hesaplayarak, ışığın olası hızını yaklaşık 193.120 km/saniye veya 120.000 mil/saniye olarak bulmuştur. Bu ilk ışık hızı ölçümüdür (1676).

Christian Huygens ve Işığın Küresel Yayılımı

Işık ışınlarının sınırlı bir hız ile hareket ettiklerinin bulunması, ışığın doğasına ilişkin çalışmaların yönünü ve ivmesini değiştirmiştir. Her şeyden önce, bu dönemde yapılan gözlemler artık ışığın içinde bulunduğu koşullara göre değişen bir hızının olduğunu ortaya koymuştur. Bu kavrayışın asıl önemli yönü, bu düşüncenin Huygens (D. 1629-Ö. 1695) tarafından ışığın dalga biçiminde hareket ettiği savıyla bütünsel bir açıklamaya dönüştürülmüş olmasıdır.



Resim 6.28: Huygens'e göre Işığın Küresel Yayılımı

Huygens, Fransa'da bulunduğu ve Académie des Sciences'de (Bilimler Akademisi) çalıştığı yıllarda hazırladığı *Traité de la Lumière* (Işık Üzerine İnceleme, 1690) adlı çalışmasını yayımlamıştır. Çalışmasının birinci bölümünde, ışığın yayılımına ilişkin özgün düşüncelerini açıklayan Huygens'e göre, noktasal kaynaktan çıkan bir dalganın, herhangi bir anda ulaştığı konumda, yani dalga sınırında o konumdaki parçacıkların her biri de derhal küresel dalgacıklar yayarlar. Öyleyse bir dalga sınırı üzerindeki her bir nokta elementer bir başka dalganın merkezini oluşturmaktadır.

Huygens İlkesi olarak optik tarihine geçen bu belirleme şekil yardımıyla daha anlaşılır duruma sokulabilir (Resim 28). Buna göre DCF, A ışıklı merkezinden çıkan bir dalga ise DCF küresi içinde kapsanan parçacıklardan biri olan B parçacığı da kendi tekil dalgasını oluşturacaktır ve KCL dalgası da, AB boyunca çizilen doğrultuda DCF dalgasına, yalnızca C bölgesinde degecektir. Benzer şekilde DCF küresinin, bb, dd, vs. gibi doğru parçacıkları da kendi dalgalarını oluşturacaklardır. Ancak bu dalgalar DCF dalgasına oranla daha zayıf olurlar ve DCF dalgası da, A noktasından başlayan hareketin belirli bir zaman diliminde ulaştığı uzaklıkça belirlenir.

Burada kısaca anlatılan, bir noktadan çıkan dalganın o noktadan çizilen doğrularca sınırlanmakta ve bu doğrular boyunca yayılmakta olduğudur. Demek ki ışınlar kaynağından küresel olarak çıkmakta ve doğrusal olarak yayılmaktadır. Yayılım esir aracılığıyla gerçekleşmektedir, fakat boş uzaydakinden daha yavaş olarak.

Bu son derece önemli belirlemelerinin ardından Huygens, ek bir açıklamada daha bulunmuş ve artık ışığın yansıma ve kırılması da dahil olmak üzere, tüm özelliklerini bu ışık modeline göre açıklayacağını ileri sürmüştür. Bu bütünüyle doğru bir tavidir ve eğer ışığın doğası hakkında kesin sonuca ulaşmak isteniyorsa bunun yapılması bir zorunluluktur. Çünkü ışığın yayılımı çok uzun yıllar boyunca ele alınmış ve önemli ölçüde bilgi birikimine ulaşılmıştır. Bu birikim ışık ışınlarının doğru çizgiler boyunca yayıldığı konusunda bir uzlaşmanın doğmasına yol açmıştır. Buna aykırı bir savı temele alacak olan her kuramın mutlaka ışığa ilişkin bütün özellikleri, deneysel ve matematiksel olarak açıklamak durumundadır. Hatta yukarıda ele aldığımız Grimaldi'nin tamamen doğru bir biçimde gerçekleştirdiği kırınım ve girişim gözlemlerine karşın, etkili olamamasının bir nedeni de bu ayrıntı bilgisine sahip olmamasıdır.



Siz de ışığın doğasının ne olduğunu araştırabilirsiniz.

Rengin Doğası ve Isaac Newton

Işığın dalga nitelikli olabileceğine yönelik bu ilk keşifler, Newton tarafından beklenmedik bir biçimde kesintiye uğratılmış ve ışığın doğasının tam anlamıyla açıklanması için gerekli olan sistemli, tutarlı ve matematiksel temele dayalı yeni bir ışık tasarımı ileri sürülmüştür. Optik tarihine ışığın parçacık modeli olarak geçen bu anlayışın esasını parçacık ve boşluk kavramları oluşturmaktadır. Dolayısıyla Newton ışık ve ışığa bağlı olguları bütünüyle bu anlayışa uygun olarak açıklamış Newton'un optik araştırmalarına ilişkin ilk ayrıntıları 1672 yılında, Royal Society'nin sekreteri Henry Oldenburg'a yazdığı bir mektupta öğrenmekteyiz. Daha sonra derneğin yayın organı olan *Philosophical Transactions*'da (Felsefi Etkinlikler) yayımlanan bu mektubunda Newton, rengin doğasını anlamak için düzenlediği karanlık oda deneylerinin sonuçlarını açıklamıştır:

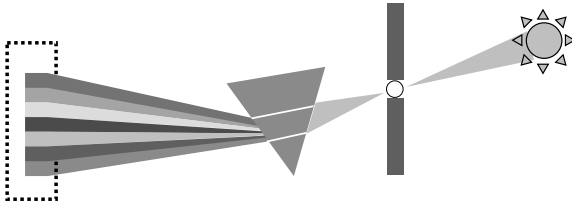


Resim 6.29: Newton'un Renk Deneyi

Küresel biçimli olanların dışındaki optik camların yapılmasıyla uğraştığım, 1666 yılının başlarında size verdiğim sözü yerine getirmek için, resmiyeti daha fazla uzatmadan açıklama yapacağım. Ben renk olgusunu incelemekte kullandığım bir üçgen prizma temin ettim ve karanlık bir oda meydana getirdim.

Penceresine de uygun miktarda Güneş ışığının girmesine izin verecek küçük bir delik açtım. Deliğin girişine, karşı duvarın üzerine ışığı kırarak bir prizma yerleştirdim. İlk önce meydana gelmiş olan canlı ve yoğun renkleri izlemek çok sevindiriciydi; fakat sonradan daha dikkatli baktığımda, bunları dikdörtgen (oblong) bir biçimde görmek beni şaşırttı. Çünkü bilinen kırılma kanunlarına göre, ben daire oluşacağını umuyordum.

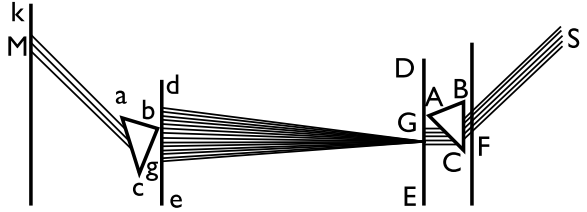
Newton aslında ışığın prizmadan geçtikten sonra renkleri oluşturacağını biliyor, ancak renklerin oluşturduğu görünüm onun için beklenmedik bir durum niteliğinde. Çünkü panjurdaki delik yuvarlak olduğu için, geçmiş deneyimlere göre, renklerin de yuvarlak bir görüntü oluşturması gerekli. Oysa görüntü yukarıda da belirtildiği üzere dikdörtgen olarak gerçekleşmiş. Newton bu görüntünün nedenini araştırıyor, birçok geçersiz belirlemenin sonunda ortaya çıkan bu yayılımın uzaklıkla doğru orantılı olduğu sonucuna gidiyor. Aslında dağılımın nedenini tam olarak belirleyemiyor. Ancak saf Güneş ışığının bütün gökkuşağı renklerini içerdiğinden kesinlikle emin oluyor ve deney sonucunu şu şekilde



formüle ediyor: “Güneş ışığı farklı renklerden oluşur ve her renk belirli bir açıyla prizmada kırılır.” Diğer bir deyişle, Güneş ışığı farklı kırılma niteliklerine sahip ışıklardan oluşur. Bu çıkarımlar açıkça renk ve kırılabilirlik gibi iki olguyu birbirine bağlamaktadır.

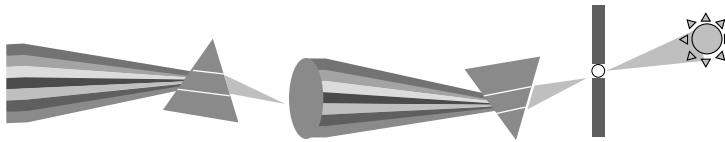
Resim 6.30: Newton'un Prizma Deneyi

Newton daha sonra bu belirlemelerinin ileri sonuçlarını elde etmek için, çalışmasını ayrıntılandırmayı sürdürerek, şöyle bir düşünce geliştiriyor: Eğer bu *bağlantı* doğruysa, o zaman belirli bir rengin ışığı prizmadan geçirildiğinde, o rengin belirleyici açısıyla ışın demeti sapacak, fakat diğer renkler açığa çıkmayacaktır. Düzenlediği deneyde ortaya çıkan renk tayfindaki tek bir rengi diğerlerinden ayırmayı başaran Newton, ayırdığı rengi ikinci bir prizmadan geçirmiş ve beklediği gibi ışın demeti kırılmaya uğramış, fakat ayrışmamıştır. Böylece farklı renklerin kırılma miktarlarının birbirinden farklı olduğunu keşfeden Newton, deneyin kendisi açısından taşıdığı önemi vurgulamak için ona “experimentum crucis” (kritik [can alıcı] deney) adını vermiştir.



Resim 6.31: Newton'un Tek Bir Renge İlişkin Kırılma Açıklaması

Newton'un bu deneyi düzenlemekteki amacı, aslında Aristoteles'in değişim kuramının geçersiz olduğunu göstermektir. Bu kurama göre renkler beyaz ışığın değişimiyle ortaya çıkar. Eğer bu kuram doğruysa prizmaya gönderilen türdeş ışık yani tek renk, tekrar değişime uğrayacak ve sonuçta da bütün renkler olmasa bile, örneğin kırmızıysa, kırmızı sonrası renkleri açığa çıkaracaktır.



Resim 6.32: Newton'un Beyaz Işıktan Renkleri ve Renklerden De Beyaz Işığı Elde Etmesi

İşte Newton yaptığı ikinci deneyiyle bu kuramın doğru olmadığını, çünkü prizmaya gönderilen tek rengin kırıldığını ancak yine sadece kırmızı rengin oluştuğunu kanıtlamış oluyor Newton sonucu şöyle özetliyor:

Doğada gerçekte beyaz ışık ve içinde de renkler bulunmaktadır. Prizma renkleri üretmemekte, sadece ayırmaktadır. Bu nedenle ayrılmış renk tekrar ayrılmamaktadır.

Bu sonuç değişim kuramının geçersizliğini göstermek için yeterli olsa da Newton, kendi görüşlerini bir kuram haline getirecek son bir deney daha düzenlemeye karar veriyor, daha önce renkleri elde ettiği deney düzeneğindeki tayfin önüne ince kenarlı bir mercek yerleştiriyor ve böylece renkleri bir noktada odaklıyor. O noktada tekrar beyaz ışık elde ediyor. Bu ışığı prizmadan geçiriyor, tekrar renkler açığa çıkıyor, ancak ters bir biçimde, yani kırmızı altta, mor üstte olacak şekilde. Böylece Newton beyaz ışıktan renkleri ve renklerden de beyaz ışığı elde etmiş oluyor. Bu deney hem Değişim Kuramı'nı geersizleştirmiş, hem de Newton'un kuramının yeni bir ışık ve renk kuramı olarak kabul edilmesini sağlamıştır. Newton'un oluşturduğu bu renk kuramının önemli bir yönü de, matematiksel bir temele dayanmasıdır. Çünkü prizmada renkler belirli bir aıylarla kırılıyorlar. Dolayısıyla her rengin belirli bir kırılma derecesi, açısı var. Böylece her renk belirli bir nicelikle bağdaştırılmış oluyor. Oysa değişim kuramının böyle bir özelliği yok.

Bütün bu deneysel çalışmalarının sonucunda Newton, kendisinin ışık tasarımıyla şöyle oluşturmuştur:

- Işık, ışıklı nesnelerden çıkan parçacıklarından oluşur ve ışık ışınları doğrusal çizgiler boyunca yayılırlar.
- Işık parçacıkları tamamen mekanik ilkelere bağlıdır ve katı nesnelerle karşılaştıklarında bklrliler.
- Doğada gerçekte bütün renklerin bileşiminden oluşan beyaz ışık [Güneş ışığı] bulunmaktadır.

Newton'un ulaştığı bu sonuçlar, 19. yüzyıla kadar etkin olacak ve ışığın doğasının parçacık olduğunu savunan Parçacık Kuramı'nın temelini oluşturacaktır.



Işık ve renk hakkında ayrıntı için Hüseyin Gazi Topdemir'in *Işığın yks*, (TÜBİTAK, Ankara 2007) adlı kitabını inceleyebilirsiniz.

COğRAFYA

Rönesans'ta ve sonrasında yapılan keşifler coğrafya bilimini geliştirdi. Özellikle kartografik ve topografik bilgilerin artmasıyla coğrafya tanınan bir bilim dalı oldu. 1500'l yılların sonu ile 1600'l yılların başında coğrafya terimi uzak yerlerin, kıyıların, limanların vb. betimlenmesi anlamında kullanılıyor ve matematik ve astronomiden yardım alıyordu. Bu dönemde önemli ülkeleri tanıtan bazı coğrafya eserleri yazıldı. Özellikle İngilizler sömürgeciliğe önem veriyorlar ve konuya ilişkin çeşitli yazılar birbirini izliyordu. Richard Hakluyt (D. 1552/53-. 1616) tüm İngiliz keşiflerini bir araya toplayan ve yeni kolonileri teşvik eden bir kitap hazırladı ve coğrafya terimini harita üzerindeki yerler olarak kullandı.

Sonraki dönemlerde coğrafya terimi içerisine iklim, nüfus, insan, ekonomi vb. de girdi. Jean Bodin (1530-1596) tarih, yaşam ve coğraf vre arasındaki ilişkileri özellikle vurguladı. Böylece Ortağ boyunca din kitapları içerisinde yer alan coğrafya ayrı bir alan olarak ortaya çıkmaya başladı.

Coğrafyaya diğer bir katkı da Bernhardus Varenius (D. 1622-. 1650) tarafından yapıldı. Varenius, *Genel Coğrafya* (1650) adlı eserinde coğrafyayı tanımladı ve terminolojik açıdan katkıda bulundu. Varenius coğrafyayı teolojiden ayırdı ve dünyayla ilgili olarak ele aldı ve modern coğrafyayı kurdu.

Coğrafyanın bilim olarak ortaya çıkışında Immanuel Kant'ın (D. 1716-. 1804) da katkısı vardır. Kant 1756-1796 yıllarında coğrafya dersleri verdi. Coğrafyayı teolojiden kesin olarak ayıran ve coğrafya ile felsefe arasındaki bağlantıları araştıran Kant, dünyaya 1) matematiksel (şekilsel), 2) siyasal (yönetimsel), 3) fiziksel olmak üzere üç şekilde yaklaşılacağını ileri sürdü. Bunların içerisinde fiziksel coğrafyaya önem veren Kant'a göre coğrafya yeryüzünün fiziki tasviri, dünya hakkındaki bilgimizin ilk kısmıdır. Kant'ın bu bakış açısı Alexander Von Humbolt (D. 1769-. 1859) ve Carl Ritter (D. 1779-. 1859) tarafından coğrafyaya uygulandı ve coğrafya tam bir bilim haline geldi.

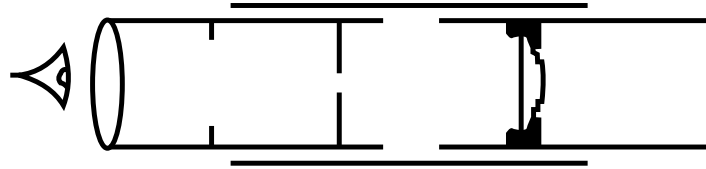
Asıl ilgisi botanik olan ve kaptan James Cook'un seyahatine de katılmış olan Humbolt, coğrafyada bilimsel ve niceliksel yöntemi geliştirdi ve bitki coğrafyasının kurucusu oldu. Modern coğrafyanın kurucularından olan Ritter de, insan ve doğanın birliğini vurgulayan bir yaklaşımla coğrafyayı yeryüzünün incelenmesi olarak tanımladı ve coğrafyayı tarihle birlikteliği içinde düşündü.

Humbolt ve Ritter'in bu çalışmalarıyla coğrafyada klasik dönem kapandı ve modern dönem başladı. 1821'de Paris'te ilk dernek kuruldu (Coğrafya Derneği). Bunu Berlin'de ve Londra'da kurulan coğrafya dernekleri izledi. 1888'de ise Amerika'da Ulusal Coğrafya Derneği (National Geographic Society) kuruldu. 1922 yılında da Uluslararası Coğrafya Derneği (IGU) faaliyete geçti.

BİYOLOJİ

XVII. yüzyıl, tüm bilimlerde olduğu gibi, biyolojide de önemli gelişmeler olduğu bir dönemdir. 1600'lü yılların başında icat edilen mikroskop, biyoloji bilimini kökten değiştirdi ve yeni kuramların geliştirilmesini sağladı. İki tür mikroskop vardır: 1. Bileşik mikroskop. 2. Basit mikroskop. Mikroskopta kullanılan yakınsak mercekler, Grekler ve Ortaçağ Müslümanları tarafından bilinmekteydi. Ancak bileşik mikroskop 1590'lara kadar bilinmiyordu.

Yakınsak merceklerin bir bileşiminden oluşan bileşik mikroskopta iki lens bulunur. Ana mercek nesneyi büyütür ve göz merceği de büyütülmüş görüntüyü daha da büyütür. Basit mikroskopta ise tek mercek bulunur ve nesneyi büyütmeye yarar. Bileşik mikroskobun ne zaman keşfedildiği kesin olmamakla birlikte, Jacharias Jansen tarafından bulunduğu kabul edilir. Jansen'in, mikroskobu, 45 cm uzunluğunda ve 5 cm çapında bir tüpten, bir çift dışbükey ve bir çift içbükey mercekten, nesnenin üzerine konulduğu camdan (lam) oluşmaktaydı.



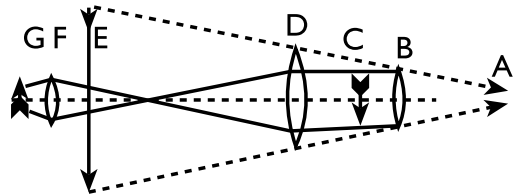
Resim 6.33: Basit Mikroskop

Bileşik mikroskobu bilimsel amaçla kullanan ilk kişi ise Galileo'dur. Bu konudaki ifadesi şöyledir: “Bu tüpü kullanarak bir koyun kadar büyük görünen sinekleri inceledim ve öğrendim ki tamamen kıllarla kaplılar. Ayaklarında, yere ters bile dursa, bir camın boşluklarına batırarak üzerinde durmalarını ve yürümelerini sağlayan sivri uçlu iğneler var.”

1625 yılında John Faber, bu yeni buluşun adını koyar ve şöyle söyler; “Teleskop modelinden sonra bu buluşa mikroskop demeyi düşündüm. Çünkü çok küçük nesnelerin görüntülerini algılamamızı sağlıyor.”

Bilimsel gözlem aracı olarak mikroskobun yaygın kullanımı 1665'li yıllara denk gelir. Mikroskop yardımıyla ilk kez Robert Hook (D. 1635-Ö. 1703) bitkilerin hücrelerden oluştuğunu bulmuştur. Hook, mikroskopla yaptığı gözlemleri *Micrographia* adlı yapıtında verir. Eserde Hook tarafından çizilen 57 ilginç görüntü vardır. Hook, ilk kez bir sineğin gözünü, arının iğnesini, bit ve pirenin anatomisini, kuş tüyünün yapısını gözler önüne sermiştir. Hook ayrıca bu eserinde “hücre” sözcüğünü kullanmış ve hücreyi içi boş odacıklar olarak tanımlamıştır. Hücre çalışmaları mikroskopların gelişmesiyle XIX. yüzyılda ilerledi ve Hücre Kuramı kuruldu. Bu konularda Marcello Malpighi (1628-1694), Antonio von Leeuwenhoek (1632-1723) ve Jan Swammerdam (1637-1680) araştırmalar yapmıştır.

Malpighi, mikroskopla anatomi çalışmalarını başlatmış, böbrek, dil, deri, akciğer gibi organların dokularını mikroskopla incelemiştir. Leeuwenhoek ise 1674 yılında, sarı renkli çamurlu su damlasını incelemiş ve tek hücreli canlıları bulmuştur. Böylece bakteri dünyasını keşfeden Leeuwenhoek, bunların soyağacını çıkarmıştır. Swammerdam ise mikroskop ile yaptığı gözlemler sonucunda, böceklerin de insanlar gibi evrim geçirdiklerini ve gerekli organları geliştirdiklerini bulmuş ve böceklerin diğer üst sınıf hayvanlarda olduğu gibi karmaşık bir anatomiye sahip olduklarını ve bölünerek çoğaldıklarını göstermiştir.



Resim 6.34: Bileşik Mikroskop

TEKNOLOJİ

Teleskop

17. yüzyıldan sonra astronominin gelişmesi büyük ölçüde teleskopun gelişimine bağlı kalmıştır.



Resim 6.35: Gözlem Borusu

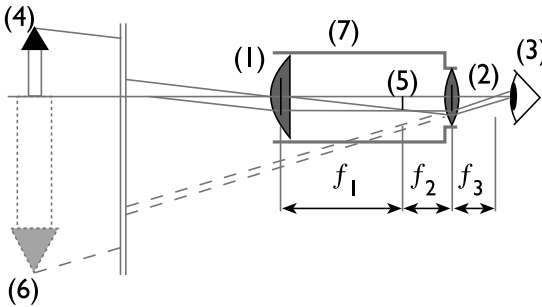
Teleskop, gökyüzünde o tarihe dikkat edilmemiş olguları ortaya çıkarmış ve Yer Merkezli sisteme bağlı olanlarla Güneş Merkezli sistemi kabul edenler arasındaki çekişmeyi neredeyse sonlandırmıştır.

Teleskopun icat tarihi belirsiz olmakla birlikte, saydam çukur veya tümsek camların büyütme ve küçültme özellikleri çok eskiden beri bilinmekteydi. Ancak bugünkü anlamda merceklerin ortaya çıkışı 13. yüzyıla rastlar.

Gözlem borusu denilen araçlarla yapılan gözlemler çok eski tarihlere kadar gitmektedir. Bu türden araçların M.Ö. 1100'lerde Çin'de kullanıldığı bilinmektedir. Ancak gözlem borusunda görüntüyü büyültmek, yakınlaştırmak ya da daha net hale getirmek için herhangi bir mercek ya da benzeri bir şey bulunmamaktadır. Bu araç yandaki resimde görüldüğü üzere kaide üzerine oturtulmuş bir borudan ibaret olup, gözün dikkatini belli bir noktada toplayarak o bölgenin daha net olarak algılanmasını sağlamak için kullanılmaktaydı. Elle tutularak gözlem yapmakta kullanılan diğer bir modeli de bulunmaktaydı. Ancak her iki modelin de bugünkü anlamda teleskopla bir ilgisi yoktur.

Diğer taraftan bilim tarihi araştırmaları 1450'lerden itibaren teleskop yapmak için bilgi ve malzemenin mevcut olduğunu göstermektedir. Ancak ilk teleskopun kimin tarafından yapıldığı bilinmemektedir. 1604'te Zacharias Jansen (yaklaşık 1580-1638), 1608'de Hans Lippershey (D. 1570-Ö. 1619) ve yine 1608'de Jacop Metius (D. 1571-Ö. 1635) tarafından müstakil olarak yapıldığı sanılmaktadır. Ayrıca 1590'larda İtalyan doğa filozofu Giambattista della Porta (D. 1534/5-Ö. 1615) tarafından yapılmış bir modelinden de söz edilmektedir. Diğer taraftan, 1570'lerde Leonard Digges (D. 1520-Ö. 1573) ve oğlu Thomas Digges (D. 1546-Ö. 1593) tarafından İngiltere'de ince kenarlı mercek ve aynadan oluşan bir aracın yapıldığı da bilinmektedir.

Diğer taraftan 1574'lerde Osmanlılarda teleskopa benzer bir aletin dönemin önemli astronomu Takîyüddîn tarafından kullanıldığına ilişkin bilgiler de vardır. Takîyüddîn *Kitâb Nûr-i Hadaka el-Ebsâr ve Nûr-i Hadîka el-Enzâr* (Göz ve Bakış Bahçelerinin Işığı Üzerine Kitap) adlı eserinde "Ben uzakta bulunmaları nedeniyle görülemeyen [gözden gizlenmiş olan] eşyayı en ince ayrıntılarıyla gösterebilen ve ortalama uzaklıkta bulunan gemilerin yelkenlerini bir ucundan tek bir gözle baktığınızda görebileceğiniz bir billur [mercek] yaptım" demektedir. Bu açıklamalara dayanarak Takîyüddîn'in Galileo ve Newton gibi kendisine bir teleskop yaptığını söylemek olanaklı görünmektedir. Bu doğru ise, o zaman Takîyüddîn'in Batılılardan önce teleskop yaptığını söylenebilir.



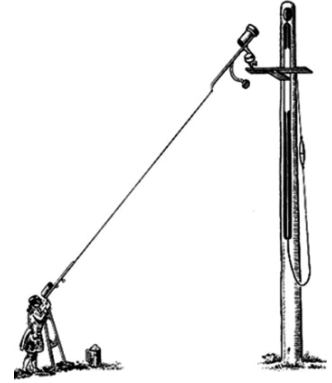
Resim 6.36: Kepler'e göre teleskopta görüntü oluşumu

Diğer taraftan batılı kaynaklara ve kayıtlara göre teleskopun mucidi Lippershey'dir. States General'da (15. yüzyıldan 1796'ya kadar Hollanda'nın Yasama Meclisi) 2 Ekim 1608'de Lippershey'in teleskop için patent müracaatı görüşülmüş, Lippershey'e patent ve para ödülü verilmiş ve ondan her iki göz ile kullanılabilecek şekilde aleti geliştirilmesi istenmiştir. Lippershey 15 Aralık'ta bunu başarmış ve tekrar aynı meclis tarafından para ödülüne layık görülmüştür. Metius'un patent başvurusu ise 17 Ekim 1608'di. Lippershey'in yaptığı teleskop, bir tüp içerisinde yer alan ince ve kalın kenarlı merceklerden oluşuyordu. Alet bir objeyi üç ya da dört kez büyötmekteydi.

1609 yılı sonlarına doğru Londra’da üretilmeye başlanan teleskoptan Galileo haberdar olur ve yaklaşık sekiz kez büyütebilen kendi teleskobunu yapar ve ilk defa astronomik amaçlı olarak kullanılır.

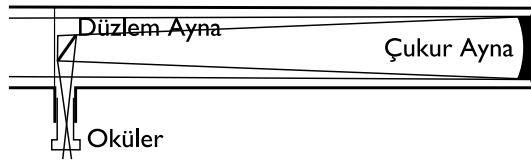
Teleskop sözcüğünün ilk kullanan ise Julius Caesar Largalla’dır (D. 1576-Ö. 1624). Kepler ise teleskobun optik ilkelerini açıklamış, ayrıca iki yakınsak mercekli ve dışbükey okülerli bir teleskop geliştirmiştir. Kepler’in önerdiği bu teleskopu Güneş lekelerini gözlemlemek için Scheiner kullanmıştır. Scheiner, aynı zamanda teleskopu birkaç kişinin aynı anda kullanmasına olanak tanıyan helyoskopyu geliştirmiştir. Bu araçla, Güneş’ten gelen ışınlar karanlık bir odada teleskoptan geçiriliyor ve oluşan görüntü beyaz bir yüzeye aktarılıyordu.

O dönemde yapılan ilk teleskopların optik kusurları oldukça çoktu. Odak uzunluğundan oluşan kusurları gidermek için bir süre sonra merceklerin çapı büyütüldü. Bu yüzden 1640’ların başlarında uzunluğu 4,5-6 metreye kadar çıkan büyük teleskoplar yapılmaya başlandı. 1656’da Christian Huygens 7 metre uzunluğunda ve 100 kez büyütebilen bir teleskop yaptı. 1672’de Cassini yaklaşık 12 metrelik, 1684’de 30 ve 40 metrelik teleskoplarla Satürn’ün halkalarını keşfetti. 1722’de de Bradley odak uzunluğu 63 metrelik bir teleskopla Venüs’ün çapını ölçtü. Ancak teleskopların bu şekilde büyümesiyle görüş alanı sınırlanmaktaydı. Bu yüzden etki alanı daha yüksek mercekler yapılmaya başlandı. Teleskopa üçüncü bir dışbükey mercek eklendi ve görüş alanı genişletildi.



Resim 6.37: İki parçalı Teleskop

1670’lerde John Hevel 42 metrelik bir teleskop inşa etti. Ancak bu uzun teleskoplar gözlemler için elverişli değildi. Lensleri aynı hizada tutmak oldukça zordu ve rüzgâr teleskopun eğilmesine neden oluyordu. Bu nedenle 1675’lerin sonlarında lensler döner eklemler yardımıyla bir direk veya bina üzerine oturtuldu ve bir sicim yardımıyla hedeflendi. Ancak bu da işe yaramadı ve küçük bir ayak üzerinde bileşik, iki parçalı teleskoplar yapılmaya başlandı.



Resim 6.38: Newton'un Teleskopunun Şeması

1730’ların başlarında ise görme gücü daha fazla olan aynalı teleskoplara geçildi. Bu teleskoplarda teleskopik etki bir grup mercek ve aynalarla sağlanmaktaydı.

Teleskoplar astronomide bir devrim yaratmıştır. 17. yüzyıldan sonra bu optik aracın kullanımıyla gözlemsel astronomi çok gelişmiş ve yeni keşifler yapılmıştır. Teleskop yapımında kaydedilen gelişmeler sonucunda hızla ve çok sayıda gözlemevi kurulmuştur.

SIRA SİZDE

3



Siz de teleskopun tarihini araştırabilirsiniz.

Termometre

Bugünkü anlamda ilk termometreyi (ısıölçer) 1592’de Galileo geliştirmiştir. Bu termometre bir bölmeye hapsedilmiş havanın ısınınca genleşmesi ve bir su sütununu itelemesi esasına dayanmaktaydı. Yaklaşık bir yumurta büyüklüğünde bir haznesi ve bu hazneye tutturulmuş yaklaşık bir karış uzunluğundaki bir çubuktan oluşan termometreyi Galileo sıcak ve soğuk dereceleri belirlemek için kullanmıştır. Galileo’nun yaptığı termometre, ilk defa insan vücudunun ısını ölçebilecek biçime arkadaşı Sanctorius tarafından getirilmiş ve klinik amaçlı olarak kullanılmıştır (1612). 1620’de ise Francis Bacon, Galileo’nun termometresine ısıyı ve atmosferik basıncı gösteren bir gösterge çizelgesi eklemiştir.

1672’de Otto von Guericke değişik bir hava termometresi yapmıştır. Bu araç hava içeren bir bakır küreden ve içinde alkol bulunan U şeklinde bir borudan oluşuyordu. Küre içerisindeki hava genleştiğinde alkol U şeklindeki tüpünün içinde yükseliyor, tersi durumda alçalıyordu. 1688’de ise Amontons, sıcaklığın çevreleyen havanın genleşmesiyle değil de yükselen basınçla ölçüldüğü ve atmosferik basınç dalgalanmalarının düzenli olarak düzeltildiği bir hava termometresi geliştirdi.

1632’de ise Jean Rey (D. 1582-. 1645) havanın genleşmesi yerine havasız ortamda sıvının genleşmesi esasına dayalı ilk sıvı termometreyi yaptı. Rey bu termometresinde ısı indeksi olarak suyun genleşmesinden yararlanıyordu. Floransa’da Grand Dk Ferdinand II su yerine alkol kullandığı başka bir termometre geliştirdi ve bu termometre Floransa Akademisi’nde düzenli olarak kullanıldığından kısa sürede *Floransa Termometresi* adıyla yaygınlaştı.

İlk termometrik gösterge izelgesi belirleyen ve anason yağının donma noktasını sabit nokta olarak öneren ise Boyle’dur. 1669’da ise Fabri, kış ve yaz sıcaklığını iki uç sıcaklık derecesi olarak kullanmıştır. Dalenc ise suyun donma noktasını ve bitkisel yağın kaynama noktasını sabit noktalar olarak önermiş, 1693-1694 yılında ise Renaldini suyun donma ve kaynama noktasını uç noktalar olarak belirleyerek, bu ikisi arasını eşit parçalara bölmüştür. 1714’de ise Fahrenheit kendi adıyla anılan bir termometre yapmış ve cıva kullanmıştır. Fahrenheit suyun çözülmesini esas alarak, mutlak sıcak ve mutlak soğuk noktalarını belirlemiştir. 1730 yılında ise Reamur suyun kaynama ve donma noktaları arasını 80 dereceye bölmüştür. 100 derecelik gösterge izelgesi ise 1742’de Celsius tarafından önerilmiş, suyun kaynamasını 100 derece ve suyun donmasını 0 derece olarak belirlemiş ve bu ikisi arasını eşit parçalara bölmüştür.

Barometre

Uzun yıllar doğada boşluğun olamayacağına inanıldı ve bu inancın gereği olarak havanın bittiği yerde suyun başladığı dşnld. Galileo ise 1638’de doğanın boşluktan nefretinin bir sınırının olduğunu, zira bir emme pompasının, suyu yaklaşık 9,75 metreden daha yukarı çıkaramadığını belirledi. 1644 yılında Galileo’nun ğrencisi Torricelli (D. 1608-. 1647) su yerine sudan 14 kat daha ağır olan cıvayı koydu. Ona göre cıvanın yksekligi suyun yksekliliğinin 1/14’ne denk gelmeliydi. Torricelli deneyinde, suyun 9,75 metrelik yksekliliğine karşılık cıvanın 76 santimetre yksekliliğe çıktığını ve bunun üzerinde bir miktar boşluğun kaldığını gördü. Cıva tüpte belli bir düzeye iniyordu. Torricelli yaklaşık iki metrelik bir tp aldı ve içini cıva ile doldurdu. Açık ucunu parmağı ile kapattı ve cıva dolu bir kaba yerleştirdi. Tüpteki cıvanın seviyesinin belirli bir yere kadar düştüğünü gözlemledi. Bu seviye yaklaşık 76 santimetre idi. Tüpün yukarısında ise bir boşluk oluştu (Torricelli Boşluğu). Torricelli’ye göre cıva sütunu atmosfer basıncıyla dengelenmişti. Böylece ilk cıvalı barometreyi (basınçölçer) yapmayı başardı.

Torricelli’den sonra Blaise Pascal (D. 1623-. 1662) ise barometreyi kullanarak hava basıncının ölçüldüğü yerin denizden yksekliliğine bağlı olarak değiştiğini, yükseğe çıkıldıkça düştüğünü kanıtladı. Böylece barometreyle atmosfer basıncının ölçülmesini olanaklı kıldı. 1659’da ise Robert Boyle barometredeki sıvı yksekliliğinin dış basına bağlı olduğunu kanıtladı.

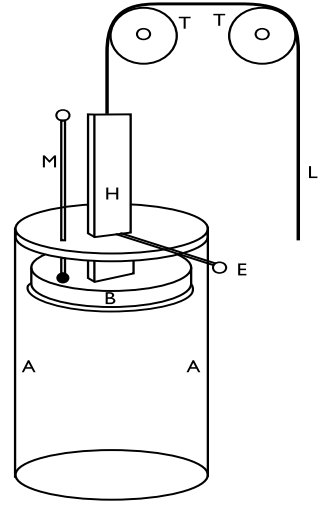
Buhar Makineleri

XVII. yüzyılda boşluk ile ilgili çalışmalar temelde madencilikle bağlantılıydı ve madencilerin en büyük sorunu, ocakta biriken suyu dışarı atmaktı. Bu iş için bir takım yöntemler kullanılmıştı. Ancak bunların tümü su gücüne dayanıyordu ve pompalar 10 metreden daha büyük derinliklerden su ekemiyordu. Hava basıncıyla ilgili çalışmalar sonucunda boşluğun olamayacağı düşüncesini tartışmaya yol amayacak bir biçimde yıktı.

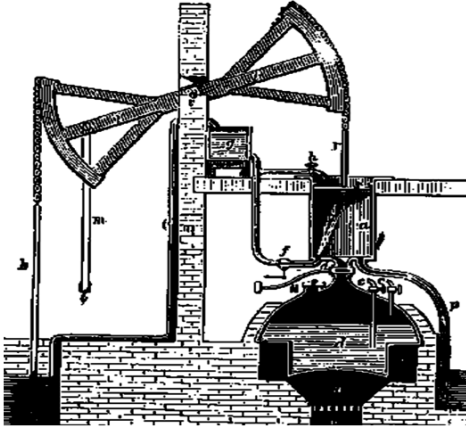
Boşlukla ilgili önemli deneyler yapan Otto Von Guericke, su dolu bir fidan suyu pompa ile boşaltıp boşluk elde etmeye çalıştı ancak başarılı olamadı. Denemelerini sürdüren Guericke, daha sonra iki parçadan oluşan kalın bir bronz küre ile deneyi tekrarladı ve boşluk oluşturmaya başardı. Magdeburg Küreleri adı verilen içi boşaltılmış kürelerin iki tarafına ters yönde sekizer at bağlayan Guericke, atları ters yönde hareket ettirerek yarım küreleri ayırmaya çalışır, fakat bu mümkün olmaz.

Daha sonra deneylerini sürdüren Von Guericke 1661'de hava basıncı yardımıyla boşaltılmış bir silindirin içine doğru bir pistonun hareket etmesiyle mekanik iş elde edilebileceğini göstermişti. 1673'de ise Huygens, barutun patlamasıyla bir metal silindir içinde hava boşluğu elde etmeyi denedi. Piston hava basıncının etkisiyle ileriye doğru hareket edecek ve mekanik iş gerçekleşecekti. Böylece Huygens, ilk içten yanmalı motoru yaptı (1680). Bu çalışmalar sonucunda buhar makineleri ortaya çıktı ve bu da Sanayi Devrimi'ne giden yolu açtı. Huygens'den sonra sürece önemli katkılar yapan diğer bilim insanı ise Denis Papin'dir (D. 1647-Ö. 1712).

Papin 1708'de ilk buhar makinesini yaptı ve Kraliyet Bilim Derneği'ne sundu. Araç, silindir biçimindeki bir kazan (A), bir piston (B) ve bir buhar borusundan (M) oluşuyordu. Kazan içerisindeki su kaynatıldığında ve B pistonu kaynayan suyun buharı ile yukarı doğru itiliyor; L ipine bağlı ağırlık aşağıya iniyordu. Ateş söndürüldüğünde kazan soğuduğu için, buhar sıvılaşıp suya dönüşeceğinden piston aşağı inecek, ağırlık ise yukarı doğru çıkacaktır. Ancak bu ilk buhar makinesi gerektiği gibi çalışmamıştır. Papin, bu makineyi kusursuzlaştırmak amacıyla gerekli parayı edinmek için Kraliyet Bilim Derneği'ne başvurmuş ancak reddedilmiştir.



Resim 6.39: Papin'i Buhar Makinesi



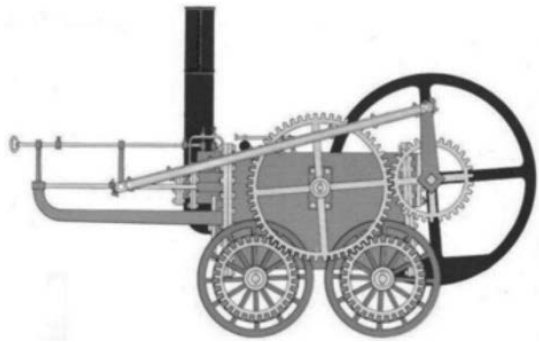
Resim 6.40: Newcomen'in Makinesi

Diğer taraftan Papin silindirdeki su buharını yoğunlaştırarak boşluk elde etmeyi denemiş ve ölümünden ancak iki yüzyıl sonra yaşama geçirilebilen ilk düdüklü tencereyi yapmıştır. Papin'in yapmış olduğu ilk düdüklü tencere kalın demirden imal edilmişti. Kapağı, elle çevrilerek sıkıştırılan bir mandal ve iki yanda yer alan güçlü kısıkaçlarla kapatılıyordu.

Papin'in buhar makinesini geliştirmeye çalıştığı yıllarda İngiltere'de Thomas Savery (D. 1650-Ö. 1715) de aynı konu ile uğraşmaktaydı. Savery, başlangıçta maden ocaklarındaki suyun dışarı pompalanması için geliştirilmiş olan, ama daha sonra kent dışı yerleşim yerlerindeki evler ve değirmenlerde kullanılmak üzere yeraltından su çekmekte kullanılan bir buhar makinesi yapar. Bu makine Papin'in geliştirdiği makine ile aynı ilkelere dayanmasına

karşılık bir piston gereksinim duymamaktaydı. Burada buhar suyu aşağı itmekte, bir depoya dolan su depo soğuduğunda bir pompa yardımıyla dışarı çekilmekte idi. Ancak madenlerde başarıyla kullanılmaya başlanan buhar makinesi Dortmundlu bir demir ustası olan Thomas Newcomen'indir (1663-1729).

1712'de yaptığı bu araç, atmosfer basıncında çalışan ilk pistonlu buhar makinesidir. Ayrıca Newcomen'in makinesi sadece atmosferik basıncı buhara gereksinim duyuyordu ve bunu sağlamak daha kolay ve güvenli idi. Kubbeli kazan içindeki su ısındıkça silindirde buhar oluşuyordu. Piston basınçla kolu yukarı kaldırıyordu. O sırada silindirde boşluk oluşuyor ve piston aşağı inerek kalkan ucun aşağı inmesini sağlıyordu. Bu makine daha sonra 1769'da James Watt (1736-1819) tarafından geliştirildi ve sanayinin hizmetine sunuldu.



Resim 6.41: Trevithick'in Lokomotif

Watt, Glasgow Üniversitesi'ne, matematik ve geometri derslerinde kullanılmak üzere çeşitli aletler yapıyordu. 1764'de üniversitede bulunan Newcomen'in buhar makinesinin onarımı Watt'a verildi. Watt makinenin verimini arttırmak için çeşitli yöntemler geliştirdi ve eski modellerde kullanılan silindirlerin küçük olması nedeniyle çok büyük ısı kaybına neden olduğunu fark etti ve böylece daha büyük silindirlerle ısı kaybını düşürmeyi başardı. Watt daha sonra kendi makinesine döner bir parça ekledi. Bir süre sonra da bunu çift tarafa dönecek şekilde geliştirdi.

1796'da Richard Trevithick (D. 1771-Ö. 1833) Watt'ın buhar makinesini hareket edebilecek bir hale getirerek lokomotif geliştirdi. 1804'de ray üzerinde giden ilk gerçek lokomotif ile beş vagona 70 yolcu ve 10 tonluk madeni taşımayı başardı. Bundan sonra demiryollarının yapımı başladı ve 1830'da modern demiryolculuğun temeli atıldı.

Mekanik Saatler

Mekanik saatin ne zaman ve nerede yapıldığına ilişkin elimizde kesin bilgiler yoktur. Ancak Grek döneminden başlayarak saat çalışmaları sürekli gelişme göstermiştir. VII. ve XIV. yüzyıllarda Çin'de astronomik saatlerin yapıldığı bilinmektedir. Bunlar gökyüzünü yansıtan ve su ile işleyen saatlerdir. XIII. yüzyılda Cezeri'nin yaptığı su saatleri bu tür saatlerin en güzel örnekleridir. Bu çalışmalar XIII. yüzyılda Avrupa'ya geçmiş, saat yapımını mümkün hale getirmiştir.

Saatlerde zembereğin kullanılması 1500'lerdedir. Zembereğin kullanılmasıyla saatler küçültülebilmüş ve taşınabilir hale gelmiştir. İlk kullanılan zemberekler dakik değillerdi. Bu saatlerin daha dakik olması için yeni keşiflere yani zembereğin boşalmasını düzenleyen yeni parçalara gerek vardı.

Saatlerin dakiklığını arttıran diğer bir gelişme de sarkacın saatlere uygulanmasıdır. Sarkacın saatlere ilk kim tarafından uygulandığı konusunda kesinlik yoktur. Ancak Huygens'in sarkaçlı saat yaptığı bilinmektedir. Bu amaçla saatlere ucunda ağırlık bulunan bir sarkaç ilavesiyle ilk sarkaçlı saati 1657 yılında geliştirdi 1673 yılında ise sarkaçlı saatlerin prensiplerini ele alıp matematiksel analizini yaptı. Böylece bir sarkacın salınımının, eşzamanlı olduğunu gösterdi.

Elektrik ve Elektrikli Aletler

Elektrikle ilgili çalışmalar M.Ö. 600'lere kadar geri gider. Bu dönemde yün bir beze sürtülen kehribarın saman gibi hafif cisimleri, mıknatısın da demir parçacıklarını çektiği bilinmekteydi. Konuyu bilimsel olarak ilk defa ele alan ise William Gilbert'tir (D. 1546-Ö. 1603). Gilbert sürtünmeyle oluşan statik elektrikle ilgilenmiş ve bu tür elektriğin sadece belirli maddelere özgü olduğunu saptamıştır. Gilbert'ten sonra, Otto Von Guericke, statik elektriğin elde edilebileceği bir araç yapmayı başardı. Araç bir eksene geçirilmiş bir kükürt toptan oluşmaktaydı ve top dönerken topa dokunulduğunda kıvılcım saçıyordu.

Elektriğin depo edilebilmesi ise Leyden şişesinin yapımıyla gerçekleşti. 1745'de Von Kleist, içi su dolu şişeye bir çivi soktu ve çiviye elektrik verdi. Böylece suyu şarj etti ve elektriğin depo edilebileceğini gösterdi. 1746'da yapılan bir deneyde, Leyden şişelerinden oluşan bir bataryanın verdiği elektrik şokunun, el ele tutuşmuş yirmi kişinin aynı anda hissettikleri ve elektrik şokuyla zıpladıkları görülür.

Yıldırımın elektrikten başka bir şey olmadığını ve atmosfer elektriğinin depo edilebileceğini ise ilk defa Benjamin Franklin (D. 1706-Ö. 1790) ortaya koymuştur. Yaptığı sayısız deneylerde Franklin atmosfer elektriğini depo etmeyi başarmıştır.

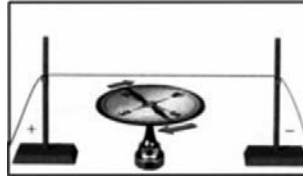


Resim 6.42: Leyden Şişesi

18. yüzyılın ikinci yarısında elektrik akımının keşfiyle yeni bir dönem başlar. Bu alanda öncülüğü Luigi Galvani (D. 1737-Ö. 1798) yapmıştır. Galvani, tamamen tesadüf eseri olarak, metal bir masa üzerindeki ölü bir kurbağanın bacağı üzerinde çalışırken, bacağa bıçak değdirildiğinde kasıldığını fark eder. Galvani bu kasılmanın, hücrelerin elektrik içermesi nedeniyle oluştuğunu ileri sürer. Ancak birkaç yıl sonra Alessandro Volta (D. 1745-Ö. 1827), bu kasılmanın iki farklı metalden kaynaklandığını bulur ve deneyleri sonucunda, iki farklı metal arasına çeşitli sıvılar koymak suretiyle, ilk elektrik pilini yapmayı başarır.

1820 yılında, Hans Christian Oersted (D. 1777-Ö. 1851), elektrik bilimi için önemli bir deney yapar. İçinden akım geçen bir tele bir pusula iğnesini yaklaştırır ve iğnenin saptığını görür.

1821 yılında Michael Faraday (D. 1791-Ö. 1867), elektrik taşıyan bir iletkeni bir mıknatıs etrafında ve bir mıknatıs da bir iletken etrafında döndürmeyi başarır ve ilk elektrik motorunu yapar. Yaklaşık on sene sonra ise, bir bobin içine bir mıknatısı sokup çıkarmak suretiyle bobinde elektrik akımı oluşturur ve manyetizma ile elektrik elde edebileceğini gösterir. Faraday, elektriksel ve manyetik kuvvetlerin çizgilerini mıknatıs etrafında toplanan demir tozları yardımıyla göstermeyi başarır ve bu çizgilere, manyetik kuvvet çizgileri adını verir.



Resim 6.43: Oersted'in Deneyi

Alan Kuramı adı verilen bu kuramın matematiksel ifadesine James C. Maxwell (D. 1831-Ö. 1879) ulaşır ve 1864 yılında elektrik ve manyetizma kanunlarını formüle eder. Aynı sonuçlarla, elektromanyetizma ile ışık arasındaki kesin bağıntıyı da ortaya koyar. Böylece o zamana kadar ayrı olan optik, elektrik ve mıknatıs bilimleri birleşir.

Maxwell'in kuramsal sonuçlarını on beş sene sonra H. Rudolf Hertz (D. 1857-Ö. 1894) deneysel olarak ispatlar. İlkel bir verici devresinde oluşan kıvılcımı, yine ilkel bir alıcı devresinde, aralarında hiçbir bağlantı olmadan elde eder. Böylelikle Hertz, elektromanyetik dalgaların uzayda yayıldığını ispatlar.

Hertz'in ulaştığı sonuçla teknoloji önemli bir ivme kazanacak, telsiz, telgraf, telefon, radyo gibi araçlar birer birer icat edilecektir. Nitekim 1833'de Karl F. Gauss (D. 1777-Ö. 1855) ilk telgrafı yapar. Bir kaç sene sonra Samuel Morse (D. 1791-Ö. 1872) telgraf mesajlarını 16 kilometreye kadar gönderir. Hemen ardından Alexander Graham Bell (1847-1922) telefonu icat eder. 1890'larda ise Guglielmo Marconi (D. 1874-Ö. 1937) ilk radyoyu yapar ve ilk radyo yayını başlatır.

Elektrikli araçların günlük yaşantımıza girişinde bini aşkın buluşuyla silinmez izler bırakmış olan Amerikalı mucit Thomas Alva Edison'un (D. 1847-Ö. 1931) elektrik ampulünü keşfi, dönemin en önemli olaylarından biridir. Büyük masraflarla Menlo Park'ta kurduğu dünyanın ilk araştırma laboratuvarında ekibi ile birlikte, çeşitli sanayi ürünlerinin yanında ampul üzerinde de çalışmaya başlayan Edison'un amacı, sürekli aydınlanmayı sağlayacak bir şey icat etmektir. Önce çeşitli madenlerden teller, sonra insan saçı, kâğıt ve bambu ağacı lifi kullandı. Bunları kömür haline getirip havası boşaltılmış cam ampule yerleştirdi. Ancak bir türlü istediği sonucu alamıyordu. Sonunda ceketinin kopmak üzere olan düğmesine bakarak, bildiğimiz dikiş ipliğini kullanmayı düşündü ve bu denemesinde başarılı oldu. Edison'un ilk ampülü 1879'da hiç sönmeden tam kırk saat boyunca etrafını aydınlattı.

Edison'un faaliyetleri, bütün ihtiyaçları karşılanmış araştırma laboratuvarları kurulmaksızın teknolojik atılımları gerçekleştirmenin mümkün olamayacağını göstermesi açısından yol göstericidir. Onun, böyle bir araştırma laboratuvarıyla, burada keşfedilen ürünlerin seri üretimini gerçekleştirecek fabrikaları, bir bütünün ayrılmaz parçaları olarak gören yaklaşımı, Amerikan Hükümeti'nin ve büyük sanayicilerin dikkatini çekmiş, Amerika, büyük araştırma laboratuvarları kurmaya yönelmiştir.

Özet

Rönesans, Orta Çağ ile Modern Çağ arasında kalan zaman dilimine verilen addır ve bir geçiş dönemidir, Avrupa kültür çevresinin iki büyük çağı arasında bir köprüdür.

Aydınlanma ise Rönesans'ın hedeflerine önemli ölçüde ulaşıldığı bir dönemdir ve bu dönemin dikkat çeken yönü bilimlerde gerçekleşen büyük ilerlemelerdir. Bu ilerlemenin başlangıcında Kopernik'in uzun yıllardan sonra yeniden ileri sürdüğü Güneş merkezli evren modelinin benimsenmesi yer almaktadır.

Kopernik'in modeliyle başlayan yeni dönem Brahe'nin ayrıntılı gözlemleriyle daha karmaşık bir hal almış, ardından Kepler'in elips yörüngeleri keşfetmesiyle astronomide yeni bir dönem başlamıştır. Bu dönemde geliştirilen teleskopun gözlemlerde kullanılmasıyla da gözlemsel astronomide önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Sürecin en dikkat çekici bilim insanı Galileo, yaptığı gözlemlerle hem gökyüzü ve çeşitli gök nesneleri hakkında ayrıntı bilgisinin artmasını sağlarken, aynı zamanda Güneş merkezli evren modelinin gereksinim duyduğu fizik temeli de hazırlamıştır. Bu fizik temeli evrensel bir konuma taşıyarak, yeryüzü ve gökyüzü ayrımını kaldırarak, evrenin her tarafında aynı fizik yasalarının geçerli olduğunu ise Newton geliştirmiş ve böylece klasik fizik yasaları, yöntemi ve çalışma alanı belirlenmiş kuramsal bir bilim haline gelmiştir.

Bu dönemde en çok dikkat çeken gelişme coğrafi keşifler alanında olmuştur. Rönesans dönemine kadar Güney'de Afrika'nın Kongo Havzası, Kuzey'de İngiltere'nin Kuzey sahilleri, Doğu'da Hindistan ve Japonya kıyıları ve Batı'da ise Kanarya adalarının Batı kısımları bilinmekteydi. Keşiflerle Afrika'nın Batı kıyıları Ümit Burnu Afrika'nın doğu sahilleri keşfedildi. Bu dönemdeki en önemli keşif ise Amerika'nın keşfidir.

Descartes'ın analitik geometriyi kurması, döneme damgasını vuran en önemli matematik gelişme olurken, onu olasılık hesabının bulunması, Fermat Teoremi, ideal sayılar, Snell Kanunu'nun keşfi izledi. Permütasyon, kombinasyon ve simgesel mantığın geliştirilmesi matematiği parlak bir evresine taşıdı. İntegral ve türevin bulunması başarıyı taçlandıran gelişmeler oldu.

Bu dönem teknolojik buluşlar açısından da göz kamaştırıcı bir dönem oldu. İlk gelişme barutun silah olarak kullanılmasıyla ortaya çıktı. Barutun silah olarak kullanılmasıyla geniş kitleler barutlu silahlarla derebeyleri etkisiz hale getirebildiler ve sonuçta derebeylik yıkıldı. Teleskobun kullanılmasıyla da gökyüzüne ilişkin çok sayıda yeni bilgi edinildi ve birçok gök cismi keşfedildi.

Böylece modern bilimin yapılanmasının temelini hazırlayan çabalar yoğunlaştı ve sonuçta bilimsel devrim çağı başladı. Bu çağ Kopernik ile başlayan yeni dönemin Kepler ve Galileo ile beklenen sonuca ulaştığı ve Newton ile olgunlaştığı dönemdir. Bu dönemden itibaren, bütün bilim dallarında bilinen ve egemen olan kuramların yerine yeni kuramlar önerilmiş ve etkin olmasını sağlayacak adımların atılabilmesi sağlanmıştır. Artık doğa insanın açıklayamadığı gizemli güçlerin değil, *bilgiye dayalı bir gücün* bulunduğu bir yer oldu. Bunun sonucunda daha önce maddi yetersizliklerle ezilmekte olan Avrupa ulusları bilimin, felsefenin ve sanatın yarattığı *yeni* içerisinde, kendi dışındaki dünyadan güç almaya, zenginleşmeye ve bolluğa kavuşmaya başladılar.

Kendimizi Sıneyalım

1. Rönesans'ı en iyi hangisi betimlemektedir?
 - a. Yeniden doğuş
 - b. Aristoteles ve İbn Sînâ'yı reddetme
 - c. Öğrenmenin yeniden canlanması
 - d. Dine karşı çıkma, akla ve bilime güvenme
 - e. Edebiyat, sanat ve bilimde yenileşme
2. Aşağıdakilerden hangisi bilim tarihi açısından devrim sayılır?
 - a. Sanayi devrimi
 - b. Güneş merkezli model
 - c. Teleskopun keşfi
 - d. Diferansiyel hesabın bulunması
 - e. Gravitasyonun keşfi
3. Geoheliocentric evren modelini kim geliştirmiştir?
 - a. Mikolaj Kopernik
 - b. Andreas Osiander
 - c. Bartolomeu Dias
 - d. Tycho Brahe
 - e. John Kepler
4. Galileo'nun engizisyonunda yargılanmasının nedeni nedir?
 - a. Satürn'ün halkasını keşfetmesi
 - b. Eylemsizlik hareketini bulması
 - c. Doğanın matematiksel olduğunu söylemesi
 - d. Güneş'in mükemmel olmadığını belirtmesi
 - e. Dünyanın hareket ettiğini savunması
5. Ümit Burnu'nu kim keşfetti?
 - a. Bartolomeu Dias
 - b. John Kepler
 - c. Vasco Da Gama
 - d. Gemici Henry
 - e. Santa Maria
6. Paracelsus'a göre bütün varlıkların temeli nedir?
 - a. Toprak, su, hava, ateş
 - b. Tuz, kükürt, cıva
 - c. Dört element
 - d. Materia prima
 - e. Dört element ve materia prima
7. Büyük Kan Dolaşımını kim buldu?
 - a. Andreas Vesalius
 - b. James Cook
 - c. William Harvey
 - d. Galenos
 - e. Charles Darwin
8. Bir savaş aracı olarak barut ilk kez hangi yüzyılda kullanıldı?
 - a. XIV. yüzyıl
 - b. XV. yüzyıl
 - c. XVI. yüzyıl
 - d. XVII. yüzyıl
 - e. XI. yüzyıl
9. Fêng-shui ne demektir?
 - a. Kutsal nefes
 - b. Evrensel ilke
 - c. Yön düzenlemesi
 - d. Rüzgârlar ve sular
 - e. Kahin tahtası
10. Çevrimler kuramını geliştiren kimdir?
 - a. Descartes
 - b. Newton
 - c. Galileo
 - d. Ptolemaios
 - e. Kepler

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. **c** Yanıtınız yanlış ise “Giriş” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
2. **b** Yanıtınız yanlış ise “Astronomi” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
3. **d** Yanıtınız yanlış ise “Tycho Brahe” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
4. **e** Yanıtınız yanlış ise “Fizik, Mekanik, Galileo” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
5. **a** Yanıtınız yanlış ise “Coğrafya” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
6. **e** Yanıtınız yanlış ise “Paracelsus” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
7. **c** Yanıtınız yanlış ise “William Harvey” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
8. **a** Yanıtınız yanlış ise “Barut ve Ateşli Silahlar” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
9. **d** Yanıtınız yanlış ise “Pusula” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
10. **b** Yanıtınız yanlış ise “Descartes ve Çevrimler Kuramı” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Kopernik aslında Güneş merkezli evren modelini ilk kez ileri süren bilim insanı değildir. Daha önce Aristarkhos aynı modeli önermişti. Bundan başka yine Antik Çağ’da Herakleides hem Yer hem de Güneş merkezli bir model geliştirmişti.

Sıra Sizde 2

Işığın doğasının ne olduğu uzun yıllar boyunca merak edildi. İlk kez Aristoteles saydamlığın parlaması olarak tanımladı. Daha sonra Descartes bilyardo topu şeklinde küçük cisimlerden oluştuğunu düşündü. Bazı değişikliklerle Newton da ışığın parçalardan oluştuğunu ve düz çizgiler boyunca yayıldığını benimsedi. 19. Yüzyılda Young ise dalga olduğunu belirledi. Einstein konuyu noktalarak, ışığın enerji paketlerinden oluştuğunu ve dalga şeklinde yayıldığını ileri sürdü.

Sıra Sizde 3

Bilinen kaynaklara göre, teleskop’un en erken tarihi 1600 yıllarına denk düşmektedir. Galileo’nun evrenin gizlerini çözmek üzere gökyüzüne yönelttiği teleskobu da 1609 tarihini taşımaktadır. Ancak bu tarihler daha eskiye götürülebilmektedir. Çünkü gözlem tüpü denilen araçlar çok daha eskiden örneğin Çin’de MÖ 1100’lerde kullanılmaktaydı. Bu aracın asıl özelliği görüntüyü büyültmek, yakınlaştırmak ya da daha net hale getirmek değil, ışığı bir noktada toplayarak gözlemcinin yıldızı daha net olarak algılamasını sağlamaktı. Bu araçlar Ortaçağ’da da yoğunlukla kullanılmıştır.

Yararlanılan Kaynaklar

- Abetti, G. (1954). *The History of Astronomy*. London: Sidgwick & Jackson.
- Adnan, A. A. (1980). *Bilim ve Din*, İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Akdoğan, C. (1983). "The Controversy Between Newton and Hooke on the Nature of Light", *Journal of Human Sciences*, Cilt 2, Sayı 1, Ankara: ODTÜ.
- Boll, M. (1991). *Matematik Tarihi*, Çeviren: B. Gözkan, İstanbul: İletişim Yayınları.
- Capra, F. (1992). *Batı Düşüncesinde Dönüm Noktası*, Çeviren: M. Armağan, İstanbul: İnsan Yayınları.
- Dreyer, J. L. E. (1953). *History of the Planetary System from Thales to Kepler*, New York: Dover.
- Galileo, G. (1914). *Dialogues Concerning the Two New Sciences*, İngilizceye çevirenler; Henry Crew & Alfonso de Salvio, New York: Dover.
- Galileo, G. (1953). *Dilalogue Concerning the Two Chief World Systems-Ptolemaic & Copernican*, İngilizceye çeviren; Stillman Drake, Los Angeles: University of California.
- Grant, E. (1974). *A Source Book in Medieval Science*, Harvard: Harvard University.
- Huygens, C. (1952). *Treatise on Light*, Great Books of the Western World, Ed: Robert Maynard Hutchins.
- Joyce, W. B. & Alice Joyce, "Descartes, Newton and Snell's law", *Journal of the Optical Society of America*, Cilt 66, Sayı 1, 1976.
- Kâhya, E. (1980). *On Sekizinci Yüzyılda Tabii Bilimler*, Ankara.
- Kepler, J. (1938). *Ad Vitellionem Paralipomena*, I, Gesammelte Werke, 2. Cilt, München.
- Kepler, J. *Epitome of Copernican Astronomy*, IV and V, İngilizceye çeviren; Glenn Wallis, Great Books of Western World, XVI, Chicago 1952.
- North, John, (1995). *History of Astronomy and Cosmology*, New York: Fontana, London Elsevier.
- Ronan, C. (2003). *Bilim Tarihi, Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişmesi*, Çevirenler: E. İhsanoğlu ve F. Günergun, Ankara: TÜBİTAK.
- Ronchi, Vasco, *The Nature of Light*, (Storia della Luce) İngilizce'ye Çeviren: V. Barocas, Harvard 1970.
- Sabra, A. I., *Theories of Light From Descartes to Newton*, London 1967.
- Shapiro, A. E. "Kinematics Optics; A Study of the Wave Theory of Light in the Seventeenth Century", *Archive for History of Exact Sciences*, Cilt 11, 1973.
- Struik, D. J. (1996). *Kısa Matematik Tarihi*, İstanbul: Sarmal.
- Tekeli, S. vd. (1999). *Bilim Tarihine Giriş*. Ankara: Nobel.
- Tez, Z. (2000). *Kimya Tarihi*, Ankara.
- Topdemir, H. G. (2007). *Işığın Öyküsü*, TÜBİTAK, Ankara.
- Unat, Y. (2001). *İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*, Ankara: Nobel.
- Voelkel, James R. (2002). *Johannes Kepler, Yeni Gökbilim*, Ankara: TÜBİTAK.
- White, M. (2001). *Leonardo İlk Bilgin*, Çeviren: Ahmet Aybars Çağlayan, İstanbul.
- Whittaker, E. T. (1910). *A History of the Theories of Aether and Electricity*.
- Wolf, A. (1968). *History of Science, Technology and Philosophy in the 16th and 17th Centuries*, Cilt 1, Gloucester-Mass.
- Yıldırım, C. (1992). *Bilim Tarihi*, İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Yıldırım, C. (1995). *Bilimin Öncüleri*, Ankara: TÜBİTAK.

7

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- 👁️ Klasik Osmanlı Bilim Geleneği ve Kurumlarını tanımlayabilecek,
- 👁️ Yeni Eğitim Müesseselerinin Kuruluşunu açıklayabilecek,
- 👁️ Türkçe Modern Bilim Literatürünün Ortaya Çıkışını açıklayabilecek,
- 👁️ Yeni Bilim Müesseselerini sıralayabilecek

bilgi ve becerilere sahip olabilirsiniz.

Anahtar Kavramlar

- | | |
|----------------------------------|----------------------------|
| 🔑 İstanbul Rasathanesi | 🔑 Darülfünun |
| 🔑 Mühendishane-i Bahrî-i Hümayun | 🔑 Osmanlı Bilim Literatürü |
| 🔑 Mühendishane-i Cedid | 🔑 Humbaracı Ocağı |
| 🔑 Tıp Mektepleri | 🔑 Osmanlı Bilim Geleneği |
| 🔑 Mekteb-i Harbiye | 🔑 Yeni Bilim Müesseseleri |

İçindekiler

- ❖ Giriş
- ❖ Klasik Osmanlı Bilim Geleneği ve Kurumları
- ❖ Osmanlı'da Yeni Eğitim Müesseselerinin Kuruluşu
- ❖ Türkçe Modern Bilim Literatürünün Ortaya Çıkışı
- ❖ Yeni Bilim Müesseseleri

Osmanlılarda Bilim ve Teknoloji

GİRİŞ

Osmanlının altı asırlık tarihi boyunca imparatorluk sınırları içerisinde görülen bilim hareketleri, kendine has bir gelişme çizgisi göstermiştir. Bu çizgi Osmanlı İmparatorluğu sınırları dışında kalan diğer İslâm toplumları ile tarihî miras ve gelenek bakımından birçok müşterek unsura sahip olmakla beraber coğrafi konumu, devlet idaresinin ve toplumun dinamizmi neticesinde bazı yönleri ile farklılıklara sahiptir. Böylece Osmanlı bilimi, kaynağı bakımından onun dışında kalan İslâm dünyası ile müştereklik içinde olmakla birlikte geçirdiği gelişmeler bakımından öncü vasfını taşır. Başlangıçta, kendisinden daha eski İslâm devletlerinin birikiminden etkilenecek oluşan Osmanlı bilimi, çok geçmeden eski bilim ve kültür merkezlerini etkileyecek ve onlara örnek olacak bir noktaya ulaşmıştır. Diğer taraftan, 17. asırdan itibaren Batı biliminin etkilerinin Osmanlı dünyasında yavaş yavaş görülmeye başlamış olması ve Osmanlılar kanalıyla diğer İslâm ülkelerini etkilemeye başlaması bu öncü karakterini vurgulamıştır. Bu gelişmeler, (İslâm dünyasını bir bütün olarak temsil eden) Osmanlıyı İslâm ile modern Batı arasında kendine has bir sentez oluşturma noktasına götürmüştür.

Osmanlı bilim ve eğitim hayatındaki büyük değişimler geniş bir zaman dilimi içerisinde gerçekleşmiştir. Bu yüzden Osmanlı tarihindeki köklü değişimleri belirli olaylara bağlamak veya belli bir tarihten itibaren başlatmak zordur. Genellikle “eski ve yeni” bir arada ve birbirine paralel olarak uygulanmıştır. Bu ünite de bir yandan Osmanlı öncesi İslâm bilim geleneğine ve daha ziyade Selçukluların mirasına dayanan, ancak imparatorluğun dışından yapılan katkılarla da gelişen, klasik Osmanlı bilim geleneğinin oluşması ve gelişmesine kısaca temas edilirken, bir yandan da Batı ile yakın ilişkiler neticesi gelişen Batı bilim geleneğinin önemli noktaları ele alınarak, Osmanlı biliminin iki safhası analitik olarak ana hatlarıyla ortaya konmaya çalışılacaktır. Burada İmparatorluğun Asya ve Avrupa’daki topraklarında yaşayan Hristiyan mezheplerine mensup Rum, Ermeni, Bulgar, Sırp, Macar ve Romenler ile Yahudilerin oluşturduğu gayrimüslim nüfusunun Türkçe, Arapça ve Farsça dilleri dışında yazmış oldukları eserler ile bu kültür çevrelerinde cereyan eden ilmî faaliyetlere yer verilmeyecektir. Zira Osmanlı bilimi ile ilgili çalışmaların bugünkü durumu bu konuyu ele almaya yardımcı olacak yoğunluğa ulaşmamıştır. Şüphesiz ki Osmanlı bilimi ile ilgili genel ve kapsayıcı değerlendirmelerin fazla dikkati çekmeyen ve üzerinde layık olduğu ölçüde durulmayan bu yönlerinin de ele alınmasıyla daha mükemmel hale geleceği muhakkaktır.

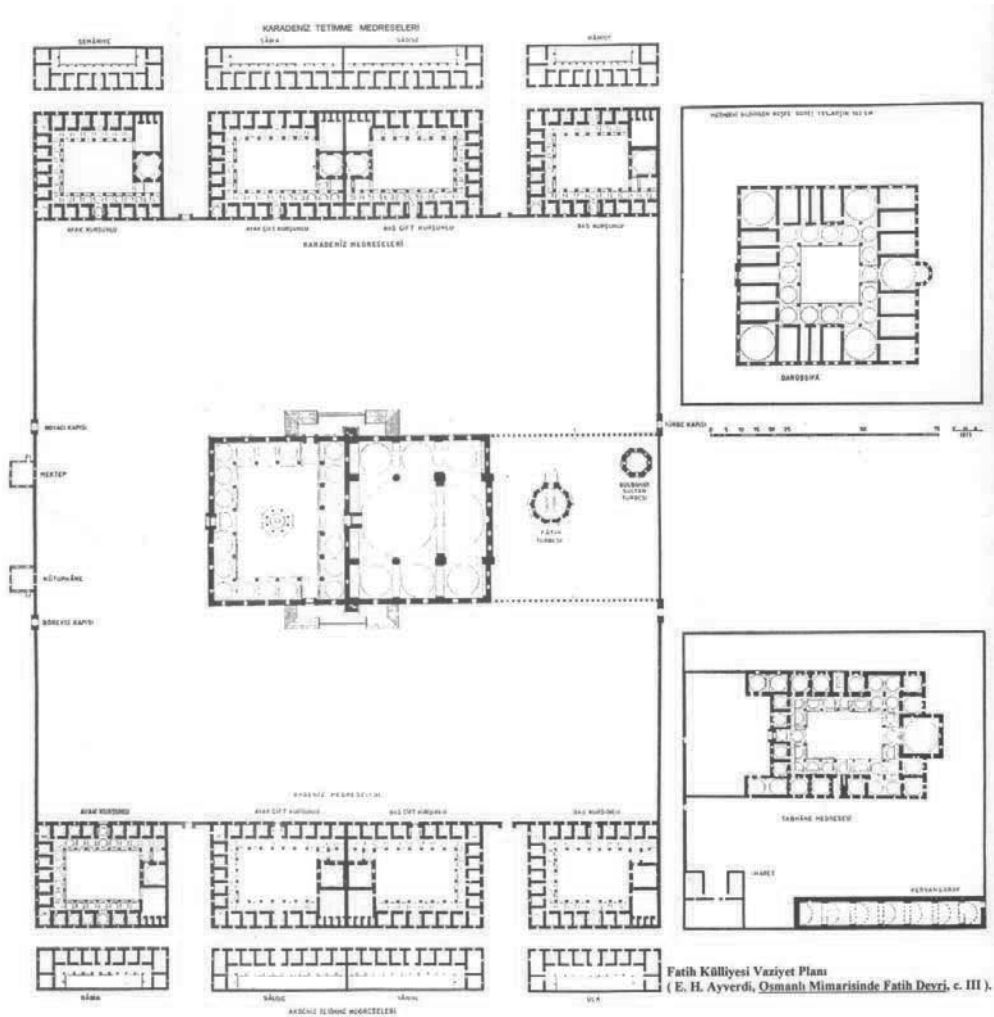
KLASİK OSMANLI BİLİM GELENEĞİ VE KURUMLARI

Osmanlı bilimi, kendisinden önceki Selçuklu Devleti’nin bilim mirası ve o dönemde Anadolu şehirlerinde kurulmuş olan eğitim bilim müesseselerinin temeli üzerine kurulmuştur. Osmanlılar ayrıca dönemin en ileri kültür ve bilim merkezlerinden olan Mısır, Suriye, Irak, İran ve Türkistan’daki bilim adamlarının faaliyetlerinden de istifade etmişlerdir. Osmanlılar İslâm dünyasının kültür ve bilim mirasını koruyup zenginleştirerek ona yeni bir dinamizm ve canlılık kazandırmışlardır. Böylece İslâm medeniyetinin eski merkezlerinin yanı sıra Bursa, Edirne, İstanbul, Üsküp ve Saraybosna gibi yeni kültür ve bilim merkezleri ortaya çıkmıştır. Bu dönemde gelişen Osmanlı kültür ve bilimi günümüz Türkiye’sinin ve birçok Orta-Doğu, Kuzey Afrika ve Balkan ülkesinin kültürel kimliğini ve bilim mirasını oluşturmuştur.

Osmanlılarda din, kültür ve bilim faaliyetlerinin kaynağını oluşturan ve aynı zamanda devlet ve toplumun ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde teşkilatlanmış olan en önemli müessese medreselerdir. Osmanlı medreseleri devletin kuruluşundan 20. yüzyılın başlarına kadar faaliyetlerini sürdürmüştür.

Medreseler, İslam geleneği çerçevesinde aynı esaslara bağlı kalmakla beraber, özellikle teşkilat bakımından Osmanlılarda birçok değişikliğe uğramıştır. Orhan Bey'in (D. 1326-Ö. 1362) (ikinci Osmanlı sultanı) 1331'de İznik'te kurduğu ilk medreseden başlayarak bütün medreselerin çalışmalarını destekleyen vakıfları vardı. Fatih ile Kanuni'nin kurdukları medreselerin vakfiyelerinde daha öncekilerden farklı olarak dinî (naklî) ilimlerin yanında aklî ilimlerin okutulması da şart koşulmuştur. Medreselerde din, ilim ve eğitim hizmetlerini yürütenlerin yanında bürokraside ve yargıda ihtiyaç duyulan idarî ve adlî personel eğitilirdi. Osmanlı toplumunun dinî, ilmî ve kültürel müessesesine, yani ilmiyeye mensup olan, sosyal ve resmî hayatın her yönünde önemli rol oynayan ulema medreselerden yetişiyordu. Bu medreselerde yetişen âlimler, müderrislik, müftülük, kadılık, kazasker ve şeyhülislamlık vazifelerinde bulunuyorlardı. Ulemanın iki yönlü vazifeleri vardı: İslam hukukunun (şeriatın) yorumlanması ve uygulanması. Müftüler bu görevlerden birincisini, kadılar ise ikincisini yerine getiriyorlardı. İlmiye mensupları, İslam hukukunu ve Sultanî kanunları devlet işlerinde uyguluyorlardı. II. Mehmed (Fatih) (1451-1481) devrinden itibaren medreselerin sayısının artması üzerine, bunların birbirlerinden ayrılımlarını kolaylaştırmak amacıyla derecelendirilmeleri yoluna gidilmiştir.

İstanbul'un fethinden sonra II. Mehmed, Fatih Külliyesi'ni inşa ettirmiştir (1463-1470). Külliye'nin ortasında bir cami ve bu cami etrafında medreseler, darüşşifa, mektep, imaret ve diğer binalar vardı. Fatih Külliyesi, daha sonraki dönemlerde İstanbul'da sultanlar ve devlet erkânı tarafından yaptırılan benzer eserlere örnek teşkil etmiştir. Fatih Külliyesi'nin iki eğitim seviyeli dört paralel sıradan oluşan 16 medresesinin sayı ve organizasyon bakımından Osmanlı ve genel olarak İslam eğitim tarihinde benzersiz bir yeri bulunmaktadır.



Resim 7.1: Fatih Medreseleri'nin Vaziyet Planı

Fatih dönemindeki siyasî istikrar ve iktisadî refah sebebiyle İslam dünyasındaki seçkin ilim adamları ve sanatkârlar imparatorluğun başkentinde toplanmıştır. Osmanlılar, özellikle 1492'de Granada'nın düşmesinden sonra kendilerine uygulanan zulümden kaçan Müslüman ve Yahudi bilim adamlarını himaye etmiş ve Osmanlı toprakları üzerinde barındırmışlardır. Bunların yanında, medreselerin malî kaynağını oluşturan vakıfların zenginleşmesinin de ilim ve eğitim hayatının canlanmasında büyük tesiri olmuştur.

16. yüzyılda Kanuni Sultan Süleyman'ın (1520-1566) Süleymaniye Medreseleri'ni kurmasıyla, medreselerin gelişmesinde son safhaya ulaşılmıştır. Bu dönemde Süleymaniye Külliyesi bünyesinde “Darüttıp” adıyla bir ihtisas medresesi kurulmuştur. Böylece Osmanlı tarihinde ilk defa, şifahanelerin dışında tıp eğitimi veren bağımsız bir müessese kurulmuş oluyordu. Osmanlıların kurduğu diğer ihtisas medreseleri “Darülhadis” ve “Darülkurra” idi. Darülhadis, bütün medrese hiyerarşisinde en yüksek mertebeye sahipti.

Osmanlı medreselerinde riyaî ve tabii bilimlerin okutulduğuna dair bilgiler, bu medreselerden bazılarının, son dönemlerde iddia edildiği gibi, “Fen” veya “Mühendislik” medreseleri olduğunu gösterecek durumda değildir. Klasik dönemde aklî ve naklî ilimlerin bir bütün olarak tahsil edildiği medreseler arasında eğitiminin tabii ilimlerden tıpta yoğunlaşması açısından tek istisnası Süleymaniye Tıp Medresesi'dir. Klasik dönemde askerî ve sivil teknik eleman ihtiyacını karşılayacak insan gücünün yetiştirilmesi, sivil ve askerî meslek zümrelerinin içinde usta-çırak geleneğine bağlı olarak, yenileşme döneminde görüleceği gibi, Avrupa'dan mülhem yeni müesseselerin kurulmasına kadar devam etmiştir. Tophane'de topçular ve top dökücüler bu usûl ile yetiştirilir, imtihana tabi tutularak memleketin değişik yerlerindeki dökümhanelere ve kalelere gönderilirlerdi. Tersane ile Humbaracı Ocağı'nda da bu türden meslek içi eğitimin sürdüğü muhakkaktır. Bu ocaklara eğitilmek üzere alınan adaylar arasında gemi ve silah yapımında maharet sahibi olup temayüz edenler olmuştur.

Gerçekten de Osmanlı eğitim sistemi her bakımdan kendi ihtiyaçlarını karşılayacak durumda olmuştur. Medreseler dışında matematik, astronomi ve tıp gibi değişik ilimlerin öğretildiği ve usta-çırak ilişkisi içerisinde eğitim veren müesseseler de vardı. Bunlar âlimlerin ve ilmi teşvik eden (devlet ve toplumun) mümtaz şahsiyetlerin konakları, şifahaneler ve muvakkithaneler gibi yerlerdi ve etraflarında aktif bir bilim ve kültür ortamı oluşmuştu.

Osmanlılarda pratik ihtiyaçları karşılamaya yönelik uygulamalı bilim müesseselerinin başında sağlık hizmeti veren müesseseler gelmektedir. Genellikle “darüşşifa”, “şifahane” veya “bîmârîstan” olarak adlandırılan bu müesseseler aynı zamanda tıp eğitimi verme fonksiyonunu da icra etmişlerdir. Osmanlı öncesinde Selçukluların Konya, Kayseri ve Sivas gibi büyük şehirlerde kurmuş oldukları darüşşifalar gibi Osmanlılar da sırasıyla Bursa, Edirne ve İstanbul gibi başkentlerinde, çok sayıda darüşşifa tesis etmişlerdir. Osmanlılar çok önem verdikleri darüşşifaları, devamlılıklarını sağlamak için müstakil birer bina olarak değil daha ziyade külliyelerin bir birimi olarak inşa edegelmişlerdir. 1470'te Fatih Sultan Mehmed tarafından kurulmuş olan Fatih Darüşşifası, 1481'de II. Bayezid'in emriyle Edirne'de kurulan Bayezid Darüşşifası ve 1550'de tesis edilen Süleymaniye Darüşşifası ile aynı dönemde kurulan, Haseki Darüşşifası (1550), Sultan I. Selim'in hanımı Hafsa Sultan'ın Manisa'da kurmuş olduğu Hafsa Sultan Darüşşifası (1522-23) bu çeşit önemli yapılardan bazılarıdır. Hasta tedavisi yanında hekimlerin yetişmesinde de önemli bir yeri olan darüşşifalar, 19. asrın ortalarında modern hastaneler açılana kadar faaliyetlerine devam etmişlerdir.

İlimle ilgili Osmanlı müesseselerden bir diğeri muvakkithanelerdir. Şehirlerde ve kasabalarda belirli mescit veya camilerin avlusunda kurulan bu yapılar, özellikle İstanbul'un fethinden sonra, külliyelerin bir unsuru olarak yaygın bir şekilde tesis edilmiş ve faaliyetlerini külliyenin vakıf gelirleri ile sürdürmüşlerdir. Burada özellikle namaz vakitlerinin tayinini yapan bir muvakkit bulunmaktadır. Muvakkitler zaman tayini için rubu' tahtası (quadrant), usturlab, sekstant, oktant, güneş saatleri ve mekanik saatler ile kronometre gibi aletler kullanmışlardır. Muvakkithaneler zaman ölçme bilgisi dışında matematik ve astronomi öğretilen birer merkez olma özelliğine de sahip müesseseler olmuşlardır.

Yukarıda bahsi geçen ve kendi özel vakıflarınca desteklenen müesseseler dışında devletin resmî müesseseleri içinde bulunan, daha çok padişahın, hanedan mensuplarının ve saray görevlilerinin işleriyle ilgili olan iki müessese daha vardı. Bunlardan biri “Hekimbaşılık” diğeri ise “Müneccimbaşılık” idi. Hekimbaşı, başta padişah ve ailesi olmak üzere saray halkının sağlığıyla ilgilenen tabipti. İlmiye sınıfından iyi yetişmiş kimseler arasından seçilen hekimbaşı, aynı zamanda imparatorluğun tabip, eczacı, cerrah, kehhâl (göz hekimi) ve sağlıkla ilgili bütün müesseselerinden sorumluydu. Hekimbaşılık müessesinin sona ermesine kadar (1844), bazıları bir kereden fazla olmak üzere toplam 42 kişi bu vazifeye tayin edilmiştir.

15. asrın sonlarına ve 16. asrın başlarına doğru kurulmuş olan diğeri bir müessese müneccimbaşıliktir. İlmiye sınıfından seçilen müneccimbaşılar, hekimbaşılar gibi sarayda görevli olup astronomi ilmiyle, takvim [Takvimler 1800 yılına kadar Uluğ Bey Zîci’ne göre hazırlanırdı. Bu tarihten sonra Avrupa kaynaklı Jacques Cassini’nin zîcini ve daha sonra da Lalande’in zîcine göre çıkarılmışlardır], imsakiye hazırlama, hanedan mensupları ve yüksek rütbeli devlet adamları için yıldızların, belli bir zamandaki yerlerini, durumlarını gösteren çizelge (zayice) çıkarma gibi işlerle meşgul olmuşlardır. Hekimbaşı ve müneccimbaşılar kendi sahalalarında yazdıkları eserler yanında, diğeri ilmiye mensupları gibi dinî ve edebî konularda da çeşitli eserler vermişlerdir.

Müneccimbaşı veya kıdemli yardımcılarında biri sultanların tahta çıkışı, saraydaki düğün ve doğum günleri, kızaktan gemi indirilişi gibi önemli hadiseler için, uğurlu gün ve saatlerin tespitini yapardı. Ayrıca, astronomi ile ilgili hadiseleri Güneş ve Ay tutulmalarını (kuyruklu yıldızlar, gökte görünen cisimler ve saire gibi), zelzele ve yangın felaketlerini takip eder, elde ettiği bilgileri kendi yorumları ile saraya iletirdi. Yukarıda sözü edilen muvakkithanelerin idaresi de müneccimbaşıların mesuliyetindeydi. III. Murad (D. 1574-Ö. 1595) zamanında İstanbul’da kurulan meşhur rasathane Müneccimbaşı Takiyüddin el-Râsîd’in (Ö. 1585) idaresi altındaydı. Osmanlı İmparatorluğu’nun sonuna kadar 37 ilim adamı müneccimbaşılık görevini üstlenmişti. Bu müessese Cumhuriyet’in ilânı ile 1924 yılında lağvedilmiş yerine 1927’de Başmuvakkitlik kurulmuştur.

Medreseler etrafında oluşan ilmî faaliyetler yanında, gerek sağlık ve tıp eğitimi sağlayan darüşşifalar ve Süleymaniye Tıp Medresesi ve gerekse yukarıda kısaca temas ettiğimiz, muvakkithaneler gibi kurumlar ile müneccimbaşılık ve hekimbaşılık gibi resmî saray teşkilatları çevresinde aktif ve dinamik bir ilim ortamı oluştuğunu söylemek gerekir. Klasik dönemde ortaya konan birçok eser, medreselerin yanı sıra bu kurumların bünyesinde hazırlanmıştır.



E. İhsanoğlu, “Osmanlı Eğitim ve Bilim Kurumları”, *Osmanlı Devleti ve Medeniyeti Tarihi*, c. II, İstanbul: IRCICA, 1998, s.254-270; aynı yazar, “Osmanlı İmparatorluğu’nda Eğitim”, *Osmanlı Uygarlığı*, cilt II, ed. H. İnalçık, G. Renda, Ankara 2003, s. 344-385 Hekimbaşılık için: Ali Haydar Bayat, *Osmanlı Devleti’nde Hekimbaşılık Kurumu ve Hekimbaşılar*, Ankara: Atatürk Yüksek Kurumu Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı, 1999; Müneccimbaşılık için: Salim Aydüz, *Osmanlı Devleti’nde Müneccimbaşılık ve Müneccimbaşılar*, İstanbul 1993 [İ.Ü. Edebiyat Fakültesi, basılmamış yüksek lisans tezi]; Şifahane için: E. İhsanoğlu, a.g.m., s. 259-263; Muvakkithaneler için: Süheyl Ünver, “Osmanlı Türkleri İlim Tarihinde Muvakkithâneler”, *Atatürk Konferansları V*, 1971-1972’den ayrı basım, Ankara 1971, s.217-257; Rasathane için: Aydın Sayılı, *The Observatory in Islâm and its Place in the General History of the Observatory*, Ankara 1960; İsmet Miroğlu, “İstanbul Rasathânesi’ne Âit Belgeler”, *Tarih Enstitüsü Dergisi*, sayı 3 (Ekim 1972), s.75-82.

İstanbul Rasathanesi’nin Kuruluşu

Türk asıllı bir ailenin çocuğu olarak Şam’da dünyaya gelen, Suriye ve Mısır’da eğitim gören Takiyüddin el-Râsîd, 1570 yılında Mısır’dan İstanbul’a gelmiş ve Sultan II. Selim tarafından müneccimbaşıliğe tayin edilmiştir. Takiyüddin, kısa bir zaman sonra Osmanlı tahtına geçen III. Murad’ın emriyle İstanbul’da bir rasathane inşasına başlamıştır. Rasathane astronomların barınma, çalışma ihtiyaçlarına cevap veren ve bir kütüphane ihtiva eden çok iyi tasarlanmış bir bina idi. İslâm dünyasının en büyük rasathanesi olarak

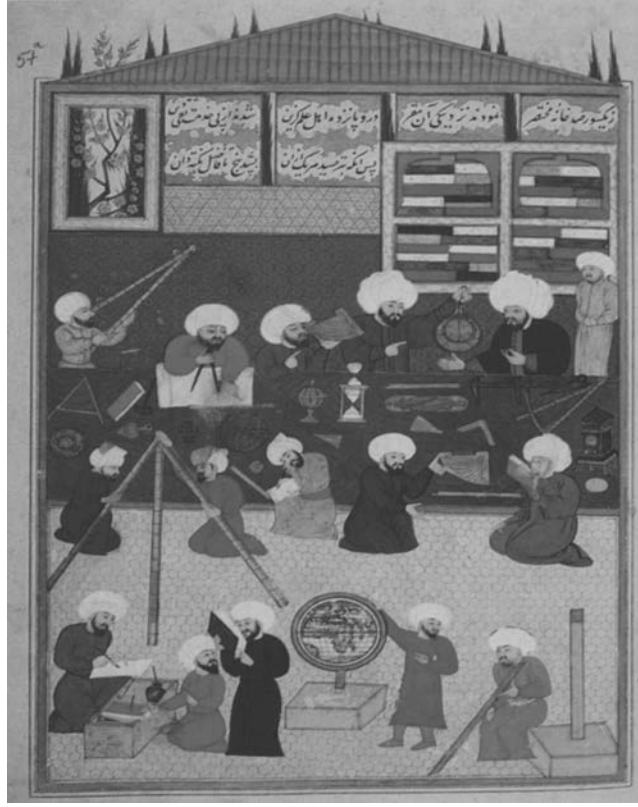
planlanan bu müessese, aynı zamanda zamanının en gelişmiş astronomi cihazları ile donatılmıştı. Takiyüddin'in rasathanesinde kullanılan aletlerin, çağdaşı Avrupalı meşhur astronom Tycho Brahe'nin (D. 1546-Ö. 1601) 1576'da Uraniborg'da kurmuş olduğu rasathanedeki aletlerle benzer özelliklere sahip olduğu dikkati çekmektedir. Takiyüddin *Sidratü Munteha'l-Efkâr* adlı *Zîc*'inde İstanbul'daki rasat faaliyetlerine on beş yardımcısı ile birlikte 1573 yılında başladığını belirtmektedir. Buna göre rasathane, çalışmaların başladığı 1573 yılından, yıkılış tarihi olarak herkesçe kabul edilen 4 Zilhicce 987/22 Ocak 1580'e kadar rasat faaliyetlerini sürdürmüştür.

İstanbul Rasathanesi'ndeki çalışmalarıyla Güneş parametrelerinin hesaplanması için yeni bir metot geliştiren Takiyüddin, sabit yıldızların enlem ve boylamlarının tespitinde ise Venüs gezegeni, Aldebaran ve Spica Virginis adlı iki yıldız kullanmıştır. Günümüzde 61" olarak hesaplanmış olan Güneş'in apojesini, Takiyüddin 63" olarak hesaplamıştır. Bu, Kopernik'in 24" ve Tycho Brahe'nin 45" değerleriyle mukayese edildiğinde gerçeğe en yakın değerdir.

Batı dünyası, Milattan sonra 2. yüzyılda Batlamyus'tan, 16. yüzyılda Kopernik'e kadar, açıların ölçülmesinde kirişleri kullanmıştır. Bu sebeple 1°'lik kirişin hesaplanması astronomların önemli meselelerinden biri olmuştur. Kopernik bunun için 2°'lik kirişin hesabına dayalı olan ve yaklaşık bir değer veren yöntemi kullanırken, Takiyüddin açıların ölçülmesinde, kirişleri değil, İslâm astronomi geleneğine uyarak sinüs, kosinüs, tanjant ve kotanjant gibi trigonometrik fonksiyonları kullanmıştır. Uluğ Bey'den esinlenerek sinüs 1°'yi hesaplamak için farklı bir yöntem geliştirmiştir. Diğer taraftan Takiyüddin, astronomi gözlemlerindeki dakikliği ve hesaplamalarında altmış tabanlı sayı sistemi yerine daha önce el-Öklidisi ve Gıyaseddin Cemşid el-Kâşî (Ö. 1429) gibi İslâm matematikçileri tarafından geliştirilen ondalık kesirleri trigonometriye ve astronomiye uygulamış, *Ceridetü'd-Dürer* ve *Haridetü'l-Fiker* adlı eserinde buna uygun sinüs ve tanjant tabloları hazırlamıştır.

Aynı zamanda Takiyüddin icatlarıyla, daha önce İslâm dünyasında kullanılan rasat aletlerine yeni aletler ilave etmiştir. Takiyüddin'in rasathanede kullanmış olduğu aletlerin bazıları: Batlamyus tarafından icat olunmuş zâtü'l-halak, paralaktik cetvel ve usturlab, bir kısmı daha önce İslâm dünyasında kullanılan kadran, zâtü's-semt ve'l-irtifa, zâtü's-şubeteyn, rub'u mîstar, zâtu's-subkateyn, zâtü'l-evtâr gibi aletlerdir. Ayrıca Takiyüddin tarafından icat edilmiş olan "muşebbehe bi'l-menatık" adlı sekstant aleti, Tycho Brahe'nin icat ettiği alete çok benzemektedir. Takiyüddin rasatlarında, rasathanede kurmuş olduğu ahşap duvar kadranını ve "saatleri, dakikaları ve saniyeleri gösteren kadranlı bir mekanik saat inşa ettik, her dakikayı beşer saniyeye böldük" diye tarif ettiği, kendisinin yapmış olduğu mekanik saati kullanmıştır. Bu, daha evvel kullanılan saatlerden daha dakik olduğu için, uygulamalı astronomi konusunda, 16. asrın önemli icatlarından birisi olarak kabul edilmiştir.

Takiyüddin, rasathanedeki gözlemlerine dayanarak, *Sidratü Munteha'l-Efkâr fî Melekûti'l-Feleki'd-Devvâr* veya *Zîc-i Şehinşahî* adlı Güneş cetvellerini ihtiva eden bir *zîc* hazırlamış ve Sultan III. Murad'a ithaf etmiştir. Onun *Ceridetü'l-Dürer* ve *Haridetü'l-Fiker* adlı eseri ise Ay cetvellerini ihtiva etmektedir.



Resim 7.2: Takiyüddün E-Rasîd Tarafından Kurulan İstanbul Rasathanesi
(*Şehinşahnâme*, İ. Ü. Kütüphanesi, nr. F. 1404, vr. 57a)

Takiyüddin, çalışmalarında İslâm bilim adamlarının yazılarını incelemiş ve eserindeki yeni unsurlara daha önceki astronomi eserlerinin bir kritiğini ilave etmiştir. Şüphesiz onun çalışmaları Osmanlı biliminin zirvesini oluşturmuş ve İstanbul Rasathanesi'nin kuruluşundan sonraki faaliyetleri, İslâm astronomi geleneğindeki en ileri gelişmeyi sağlamıştır. Rasathanenin devlet adamları arasındaki rekabet ve kıskançlık yüzünden dinî bahaneler ileri sürülerek hazin bir şekilde yıkılması, klasik Osmanlı ilim geleneğinin duraklamasının da başlangıcı olmuştur.



S. Tekeli, "Nasirüddin, Takiyüddin ve Tycho Brahe'nin Rasat Aletlerinin Mukayesesi", *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, XVI/3-4 (1958), s. 301-393; aynı yazar, *16'ncı Asırda Osmanlılar'da Saat ve Takiyüddin'in "Mekanik Saat Konstrüksiyonuna Dair En Parlak Yıldızlar" Adlı Eseri (Türkçe-İngilizce-Arapça metin)*, Ankara: Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, 1966; aynı yazar, "Takiyüddin'de Güneş Parametrelerinin Hesabı", *Necati Lugal Armağanı*, Ankara: Türk Tarih Kurumu, 1968, s. 703-706;



Takiyüddin el Rasîd ve çağdışı Tycho Brahe'yi çalışmaları ve rasathanelerinde kullandıkları aletler bakımından karşılaştırınız. Sonucu yorumlayınız.

Klasik Dönem Osmanlı Bilim Literatürü

Klasik dönem bilim literatürü, başta astronomi, matematik ve tıp sahalarında olmak üzere, büyük çoğunluğu ders kitabı olan telif ve tercüme eserler ile küçümsenmeyecek ölçüdeki orijinal çalışmadan meydana gelmektedir. Osmanlı müderrislerinin umumiyetle iyi bildiği "elsine-i selase" denilen üç dilde, yani Arapça, Türkçe ve küçük bir kısmı Farsça dillerinde hazırlanmış olan bu eserlerin çok azı incelenmiştir.

Başlangıçta Osmanlı bilim ve eğitim literatürü, genellikle, İslâm medeniyetinin temel dili olan Arapça yazılmıştır. Bunun yanında 14. ve 15. asırlardan itibaren Arapça ve Farsça eserler Türkçe'ye tercüme edilmeye başlanmış ve böylece bir tercüme hareketi doğmuştur. Bu hareket, çok iyi Arapça bilmeyen zamanın idarecilerinin desteği ve tercüme edilen eserleri okuma fırsatını elde eden daha geniş bir okuyucu kitlesinin oluşmasının verdiği şevk ile yayılmış, İslâm biliminin (tıp, ecza, botanik, coğrafya, astronomi ile ilgili ansiklopedik kılavuzlar, rüya tabirleri, müzik ve sözlükler) her sahasında basit ve anlaşılır bir Türkçe'yle tercümeler yapılmış ve İslâm kültürü halk arasında yayılma imkânı bulmuştur. Bunun yanında orijinal Türkçe eserler de yazılmıştır. 18. asrın başlarından itibaren ve özellikle 1729'da Mütferrika Matbaası'nda ilk kitabın basılmasından sonra bilim kitaplarının büyük çoğunluğu Türkçe olarak hazırlanmış ve Osmanlı Türkçesi modern bilimleri aktarmada sık kullanılan temel dil haline gelmiştir.

Osmanlı Devleti'nin kuruluşundan Kanuni Sultan Süleyman devrine kadar olan ilk on Osmanlı padişahının hüküm sürdüğü klasik dönemin kültür ve bilim hayatını konu edinen eserlerin başında şüphesiz Taşköprülüzâde'nin (Ö. 1561) *Şakâyku'n-Nu'mâniyye*'si gelir. *Şakâyku'n-Nu'mâniyye*'de zikredilen doğrudan telif edilen veya önce yazılmış eserlerin üzerine sonradan şerh veya haşiye şeklinde yazılan eserler analitik bir şekilde incelendiğinde bu dönemin ilmi hayatının özellikleri açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Buna göre zikredilen dönemde Osmanlı âlimlerinin doğrudan telif ettikleri eserlerin % 25,7'sini aklî ilimler, % 25,7'sini tarih-edebiyat-ahlak, % 22,8'ini tefsir, % 14,2'sini fıkıh, % 8,5'ini tasavvuf ve % 2,8'ini akaid eserleri oluşturmaktadır. Osmanlı öncesi dönemde telif edilmiş eserlere Osmanlı âlimlerinin yazdıkları şerh, haşiye, talik veya tercümelerin ise % 26,6'sını fıkıh, % 20,8'ini aklî ilimler, % 15,8'ini kelâm, % 13,5'ini Tarih-edebiyat-ahlak, % 9,5'ini akaid, % 8,5'ini tefsir, % 2,7'sini tasavvuf ve % 2,2'sini hadis konusundaki eserler meydana getirmektedir. Bu değerler Osmanlı kültür ve bilim hayatının ilk 250 yıllık dönemine tekabül etmekte ve Osmanlı âlimlerinin ilgilerinin yoğunluk kazandığı konuları açık bir şekilde sergilemektedir.

İlk büyük Osmanlı âlimlerinden Bursalı Kadızâde-i Rumi'nin (Ö. 1432 civarı) Osmanlı bilim geleneğinin ve literatürünün gelişmesine büyük katkıları olmuştur. İlk eserini ilmi kariyerine başladığı Anadolu'da yazan Kadızâde, daha sonra Semerkand'a yerleşmiştir. Eserleri arasında Çağminî'nin *el-Mûlahhas fi'l-Hey'e* adlı astronomi kitabına yaptığı *Şerhü'l-Mûlahhas fi'l-İlmi'l-Hey'e* adlı şerhi ve Semerkandî'nin geometri konusundaki *Eşkalü't-Te'sis*'ine yazdığı *Şerhü'l-Eşkalü't-Te'sis* adlı kitabı en yaygın olanlardır. Matematik ve astronomi konularındaki bu önemli eserlerini Arapça yazan Kadızâde, daha sonra Uluğ Bey (Ö. 1449) tarafından kurulmuş olan Semerkand Rasathanesi'nin ve medresesinin başına getirilmiştir. Farsça yazılan meşhur *Uluğ Bey Zîc*'nin (*Zîc-i Gûrgânî*) hazırlanmasına büyük katkıda bulunmuştur. Onun matematik alanında yazdığı en önemli eserlerden biri de *Risale fi İstihracı Ceybi Derece Vahide bi-Amalin Müessese alâ Kavâide Hisabiyye ve Hendesiyye alâ Tarikati Gıyaseddin el-Kaşı* adlı risalesidir. Eser adından anlaşılacağı üzere Cemşid el Kaşı'nın bir derecelik yayın sinüsünün hesaplanması için geliştirdiği cebir yöntemi hakkında yazdığı bir eserdir. Kadızâde'nin Semerkand'da birlikte çalıştığı Ali Kuşçu (Ö. 1474) ve Fethullah Şirvanî (Ö. 1486) gibi bilim adamları, Türkistan'dan Osmanlı ülkesine gelerek Osmanlı biliminin gelişmesine önemli katkıda bulunmuşlardır.

Bursalı Kadızâde'nin *Şerhü'l-Mûlahhas fi'l-İlmi'l-Hey'e* ve *Şerhü Eşkalü't-Te'sis* adlı eserlerinin Osmanlı medreselerinde bu iki ilmi tahsil etmek isteyen öğrenciler için temel ders kitapları olduğu anlaşılmaktadır. Günümüze birincisinden üç yüzün üstünde, ikincisinden de iki yüz civarında nüsha ulaşmıştır. Her iki eserin nüshalarının istinsah kayıtlarına bakıldığında, bunların sırf Osmanlı dünyasında değil, İran, Orta Asya, Hindistan ve Fas gibi Osmanlı Devleti idaresi dışında kalan diğer İslâm ülkelerinin medreselerinde de okutulmuş olduğu anlaşılmaktadır. 15. yüzyıldan 20. yüzyıla kadar uzanan bir sıra istinsah kaydı incelendiğinde, bu iki eserin hemen hemen beş asır boyunca Osmanlı ve genel olarak İslâm dünyasında temel ders kitabı olduğu görülmektedir.

Kadızâde-i Rûmî, *Şerhü Eşkalü't-Te'sis* adlı eserinin mukaddimesinde, “kâinatın yaratılışını ve sırlarını düşünen filozofların, dinî meselelerde fetva veren fakihlerin, devlet işlerini yürüten memurların ve yargı işlerine bakan kadıların geometri bilmelerinin gereği” üzerinde durmakta ve böylece bilimin felsefi, uhrevî ve dünyevî lüzumuna işaret etmektedir. Kadızâde'nin yukarıda belirtilen bilim anlayışı, Osmanlı bilim adamlarının temel düşüncelerini oluşturmaktadır ve bu anlayış modernleşme dönemine kadarki klasik Osmanlı biliminin karakterini yansıtmaktadır. Bundan dolayı Avrupa'da “bilim ve teknoloji vasıtasıyla insanın tabiatı hâkimiyeti altına alması” şeklinde gelişen Batı düşüncesi, modern dönem Osmanlı bilim adamları tarafından yadırganmıştır.

Bu dönemdeki diğer astronomi kitapları arasında, Abdülvahab b. Cemaleddin b. Yusuf el-Mardanî'nin Arapça yazmış olduğu *Urcuze fi'l-Menazil ve Evkati Tuluhâ fi Külli Asr* ve *Mazume fi Silki'l-Nücüm* adlı

eserleri sayılabilir. Ayrıca Meraga astronomi ekolünün kurucusu Nasirüddin Tûsî'nin Farsça kaleme aldığı *Risale Muhtasara fî't-Takvim* ve *Sî Fasl fî't-Takvim* adlı iki eseri vardır. Bunların birincisi muhtemelen, ikincisi ise kesin olarak Ahmed-i Dâî tarafından Farsça'dan Türkçe'ye tercüme edilmiştir. Tercümelerin bu ilmi tahsil etmek isteyen “mübeddî”lere yani yeni başlayanlara kolaylık olsun diye yapıldığı belirtilmektedir. Bu işaret ve buna benzer diğer karineler, Anadolu’da ve bu meyanda Osmanlı topraklarında Türkçe’nin tedricî şekilde de olsa eğitim ve bilim dili olarak kullanıldığını gösterir.

Bilim literatürünün oluşum döneminde Semerkand’a ilaveten Mısır da Osmanlı biliminin diğer bir kaynağını teşkil etmekteydi. Mısır’da yetişen ünlü Osmanlı tabibi Hacı Paşa’nın (Celaleddin Hızır) (Ö.1424) *Kitabü'l-Teshil fî't-Tıbb* adında bir Türkçe tıp kitabı ile *Şifâü'l-Eskam ve Devâü'l-Âlâm* ve *el-Te'âlim fî İlmi't-Tıbb* adlarında iki Arapça eseri vardır. Bunlardan başka çok sayıda Türkçe ve Arapça eseri bulunan Hacı Paşa, Osmanlı tıp biliminin gelişmesine önemli katkılar yapmıştır.

Tıp konusunda, Şerefeddin Sabuncuoğlu’nun (Ö. 1468 civarı) yazdığı eserlerin Osmanlı tıp literatürünün gelişmesinde önemli bir yeri vardır. Onun *Cerrâhiyyetü'l-Hâniyye* adındaki ilk Türkçe cerrahî eseri, Endülüslü bilim adamı Ebü'l-Kasım Zahravî’nin (Ö. 1013) *el-Tasrif* adlı genel tıp kitabının cerrahî kısmının tercümesi ile kendi yazdığı üç bölümü ihtiva etmektedir. Tercümede eserin aslında olduğu gibi cerrahî aletler resmedilmiştir. Eser, klasik İslâm tıp bilgilerine ilâveten yazarın kendi tecrübelerini ve Türk- Moğol ve Uzak Doğu tıbbının etkilerini taşımaktadır. Sabuncuoğlu’nun etkisi, özellikle onun talebesi Gıyas b. Muhammed İsfahanî vasıtasıyla Osmanlı sınırlarının dışında ve özellikle Safavî İran’da görülmüştür. Bu eserin dünya tıp tarihinde büyük şöhrete ulaşmasına yol açan en önemli özelliği cerrahî müdahaleleri minyatürlerle tasvir ve tespit etmesidir.

Müslüman bilim adamlarını himaye eden Fatih Sultan Mehmed, eski Yunan ve Avrupa’da gelişen kültür ile de ilgilenmiştir. Mesela, Trabzonlu Rum âlimi Georgios Amirutzes (Ö. 1475) ve oğluna Batlamyus’un coğrafyasını Arapça’ya tercüme ettirmiş ve bir dünya haritası yaptırmıştır. Sultan Mehmed, Avrupa kültürü ile daha şehzâde iken Manisa’da ilgilenmeye başlamış ve 1445’te Saray’da İtalyan hümanist Ciriaco d’Ancona ve diğer İtalyan âlimlerden Roma ve Avrupa tarihi dersleri almıştır. Gentile Bellini’ye (1429-1507) resmini yaptıran Fatih, sarayın duvarlarını Rönesans üslubu fresklerle süsletmiştir. Patrik Gennadius, Hristiyan inancını anlatan *İtikadname*’sini Fatih için telif ettiği gibi, Francesco Berlinghieri (1440-1501) *Geographia*, Roberto Valturio (1405-1475) ise *De re Militari* (Verona 1492) (bu eserin bir nüshası Topkapı Sarayı Müzesi Kütüphanesi’nde bulunmaktadır) adlı eserini Fatih’e takdim etmek istemiştir. Yanında bulunmuş olan hümanistlerden G. Stefano Emiliano, ölümünde Fatih’e mersiye yazmıştır.

Fatih Sultan Mehmed’in Müslüman bilim adamlarını himaye ettiğine iyi bir örnek ise, onun Hocaşâde ve Alaeddin Tûsî’yi kendi ihtisas sahalarında eser yazmaları için teşvik etmesi ve onlardan Gazali’nin Aristo geleneğine mensup filozofların metafizik olaylara bakışlarını tenkit eden "Tahafütü'l-Felasife"si ile İbni Rüşd’ün ona yazdığı cevap "Tehafütü'l-Tehafüt"ü karşılaştırmalarını istemesidir. Fatih döneminin şüphesiz en dikkate değer bilim adamı, Semerkand geleneğinin temsilcisi Muhammed b. Ali’dir. Daha çok Ali Kuşçu (Ö. 1474) adıyla anılan müellif, astronomi ve matematik konusunda on iki kitap yazmıştır. Bunlardan biri *Uluğ Bey Zicî*’ine yapmış olduğu Farsça şerhtir. Diğer önemli eserleri arasında Farsça kaleme aldığı *Risale fî'l-Hey'e* ve aritmetik konusundaki *Risale fî'l-Hisab* sayılabilir. Ali Kuşçu, Osmanlı medreselerinde uzun yıllar ders kitabı olarak okutulmuş olan bu eserlerini bazı ilavelerle Fatih Sultan Mehmed’e izafeten *er-Risaletü'l-Fethiyye* ve *er-Risaletü'l-Muhammediyye* adlarıyla Arapça olarak yeniden kaleme almıştır.

Dikkate değer bir diğer şahsiyet, Sultan II. Bayezid devri (1481-1512) âlimlerinden Molla Lütü’dür (Ö. 1495). Onun bilimlerin tasnifi konusunda yazmış olduğu *Mevzuatü'l-Ulûm* adlı Arapça bir risalesi ve geometrideki Delos problemi konusunda kısmen Yunanca’dan tercüme edilmiş olan *Taz’ifi'l-Mezbah* adlı bir eseri vardır.

Aynı dönemin meşhur astronom ve matematikçilerinden biri de Kadızâde ile Ali Kuşçu’nun torunu olan Mîrim Çelebi’dir (Ö. 1525). *Zic-i Uluğ Bey*’e yapmış olduğu şerhle, astronomiye dair risaleleriyle, astronomi ve matematik sahalarında Osmanlı bilim geleneğinin gelişmesine büyük katkısı olmuştur.

Osmanlı bilim literatüründe, yeni ortaya çıkarılan bir diğer ilgi çekici katkı, Endülüs'ten gelen Müslüman ve Yahudi âlimler tarafından gerçekleştirilmiştir. Sultan II. Bayezid zamanında İstanbul'a gelen Endülüslü İliya b. Abraham bu âlimlerden biridir. İhtida ettikten sonra Abdüsselam el-Muhtedi el-Muhammedî adını alan bu zatın, Arapça astronomi ve tıp kitapları vardır. Önce İbraniye yazdığı, 1503'te Arapça'ya tercüme ederek Sultan II. Bayezid'e ithaf ettiği kitabında, Batlamyus'un yaptığı "zâtu'l-halak"tan daha büyük olan "el-dabid" adını verdiği kendi icadı bir astronomi aletinden bahsetmektedir. Bu kitap Osmanlı bilim literatürünün henüz çok iyi bilinmeyen bir vechesini de ortaya koymaktadır. Kanuni Sultan Süleyman devrinde de bilim literatüründe oldukça dikkate değer gelişmeler olmuştur. Bu dönemde Matrakçı Nasuh tarafından yazılan *Cemâlû'l-Küttâb ve Kemâlû'l-Hüssab* ile *Umdet el-Hisab* adlarında Türkçe iki büyük esere rastlıyoruz. Ayrıca klasik dönem Osmanlılarda bilimlerin tasnifi konusunda eser veren Taşköprülüzâde Isameddin Ahmed b. Mustafa (1495 Bursa-1561 İstanbul) aynı zamanda Osmanlı kültür ve bilim hayatı hakkında bilgiler veren dönemin en önemli biyograflarından biridir. Fıkıh, hadis, kelim, edebiyat ve tarih konularında olmak üzere 20 eser vermiştir. Taşköprülüzâde'nin başlıca eserleri yukarıda bahsettiğimiz ve ilk on Osmanlı padişahı döneminde yaşamış olan Osmanlı âlimlerinden ve şeyhlerinden bahseden bir biyografi kitabı olan *Şakâyiku'n-Nu'mâniyye fi Ulema el-Devleti'l-Osmâniyye*'dir. Taşköprülüzâde'nin bu eseri yanında, *Miftâhü's-Saade ve Misbahü's-Siyâde* adındaki ilimlerin tasnifi kitabı ve *Nevadirü'l-Ahbar fi Menakibi'l-Ahyar* adlı bir başka biyografi kitabı daha vardır.

İmparatorluğun en ihtişamlı döneminde, en iyi eserlerini meydana getiren klasik bilim geleneği, yukarıda kısaca temas ettiğimiz bilim ve eğitim kurumları ile bu kurumlar çevresinde oluşan ve İslâm bilim geleneği mirası üzerine kurulup geliştirilen bilim muhitlerinde ortaya konmuştur. Bu gelenek, aşağıda temas edeceğimiz gibi Osmanlıların Avrupa bilimi ile olan ilk temasları sonrasında, Avrupa bilimini tercüme ve aktarma safhalarında da devamlılığını muhafaza etmiş ve 19. asrın ikinci yarısına kadar bazı temel unsurlarıyla yaşayabilmiştir.

“Avrupa Bilimi” ile İlk Temaslar, Aktarmalar ve Tercümeler

Osmanlı İmparatorluğu'nun aynı zamanda bir Avrupa ülkesi olması ve Batı Avrupa ülkeleriyle hem-hudut olması, Batı bilim ve teknolojisinin Batı dünyası dışında yayıldığı ilk ülke konumuna gelmesinde etkili olmuş ve Osmanlıların Avrupa'da ortaya çıkan yeni keşif ve icatlardan haberdar olmalarını sağlamıştır. Selektif bir transfer süreci içinde oluşan bu ilişki, Osmanlıların Batı bilimi ve teknolojisiyle ilişkileri, Avrupa'da gelişen yeniliklere olan tavrı ve bu yenilikleri benimsemesi, Rusya, Çin ve Japonya örneklerinden birçok yönü ile farklılıklar gösterir. Batı biliminin kendi kültür muhiti dışında yayılmasını yorumlayan, “merkez-çevre” ve “sömürgeci-sömürülen” teorilerine uymamaktadır. Osmanlıların Batı bilim ve teknolojisi karşısındaki tutumları “güçlü bir imparatorluğun kendi dünyası ve nüfuz alanı dışındaki gelişmeler karşısında takındığı seçici tavrı” şeklinde yorumlanır. 15. asırdan itibaren Osmanlılar özellikle ateşli silahlar, haritacılık ve madencilik sahalarında Avrupa teknolojisini transfer etmeye başlamışlardır. Ayrıca Osmanlı Devleti'ne sığınan Musevî âlimler vasıtasıyla Rönesans astronomi ve tıbbını da tanıma imkânı elde etmişlerdir. Bununla birlikte askerî üstünlüğün ötesinde Osmanlılar hem manevî yönden hem de kültür bakımından kendilerini Avrupalılardan üstün görmüşlerdir. Diğer taraftan gerek eğitim sistemi gerekse ekonomik yönden yeterlilikleri, bilimi aktarma konusunda seçici olmalarına sebebiyet vermiştir. Böylece, yükselme dönemlerinde Osmanlılar, Batı'da ortaya çıkan "Rönesans" ve "Bilim Devrimi" gibi entelektüel ve ilmî faaliyetleri takip etme ihtiyacı duymamışlardır. Bazı modern tarihçilerin Osmanlıların bu gelişmelerin kendileri için gelecekte bir tehlike oluşturacağını anlamadıkları istikametindeki yorumları anakronistiktir. Osmanlılar, Avrupa'nın bilim ve teknolojideki aşılamanı yükselişini, diğer eski medeniyet sahibi toplumlarla birlikte, Sanayi Devrimi'nin tesirleriyle fark etmiştir. Sanayi Devrimi neticesinde ortaya çıkan ve öncesi ile kıyaslanamayacak ölçüde büyüyen Avrupalıların askerî vurucu gücü, buhar enerjisi sayesinde denizde ve karada hızlı bir şekilde dünyanın her köşesine ulaşması ve sanayi üretim teknolojisinin, dünya pazarlarını rekabet edilemeyecek seviyede malla doldurması, Avrupalıların ezici üstünlüğünü ortaya koymuştur.

İlk asırlarında Osmanlıların sürekli genişleyen sınırları, Akdeniz'in kontrolünü ele geçirmeleri, Kızıldeniz, Karadeniz ve Hint Okyanusu'nda gerçekleştirdikleri deniz seferleri, onların yeni coğrafya bilgilerine ihtiyaç duymalarına sebep olmuştur. Klasik İslâm coğrafya eserleri ve Avrupa'daki çağdaş literatür bu konuda kaynak olmuştur. Ayrıca Osmanlı coğrafyacıları, şahsî gözlemlerini ilave ettikleri orijinal çalışmalar da ortaya koymuşlardır.

16. asırda, Osmanlı haritacılığı Piri Reis'in çalışmalarıyla en büyük eserlerini vermiştir. Piri Reis'in, Kristof Kolomb'un Amerika haritası ile Avrupa ve İslâm haritalarından istifade ederek ve aynı zamanda kendi tecrübelerine dayanarak 1513'te çizdiği haritanın bugün elimizde bulunan kısmı büyük ölçekli dünya haritasının bir parçasıdır. Bu harita, güney-batı Avrupa, kuzey-batı Afrika, Güney Doğu ve Orta Amerika bölgeleri ve yeni dünya hakkında bilgiler ihtiva etmektedir. Bu, enlem ve boylam çizgileri olmayan ancak kıyıları ve adaları içine alan portulan tipi bir haritadır. Piri Reis, ikinci haritasını 1528'de Kanuni Sultan Süleyman'a takdim etmiştir. Sadece bir parçası günümüze kadar gelen bu harita, Kuzey Atlas Okyanusu'nu ve Kuzey ve Orta Amerika'da yeni keşfedilen yerleri içine almaktadır. Piri Reis'in *Kitab-ı Bahriye* adında 1525'te Kanuni Sultan Süleyman'a sunduğu bir de coğrafya kitabı bulunmaktadır. Doğu ve Batı kaynaklarından yararlanarak hazırladığı bu önemli kitap, Akdeniz ve Ege denizindeki şehirlerin harita ve çizimlerini ihtiva etmekte, kendi gözlemlerine dayalı olarak denizcilik ve deniz astronomisi hakkında da geniş bilgiler vermektedir.

Diğer Osmanlı kaptanlarından Seydi Ali Reis, (Ö.1562) deniz coğrafyası konusunda önde gelen şahsiyetlerden olup, Hint Okyanusu'ndaki kendi gözlemlerini ve uzun deniz seyahatlerinde gerekli olan astronomi ve coğrafya bilgilerini ihtiva eden *el-Muhit* adlı çok kıymetli Türkçe bir eser yazmıştır. Diğer taraftan Matrakçı Nasuh'un Türkçe yazmış olduğu *Beyân-ı Menâzil-i Sefer-i Irakeyn* adlı eseri, tavsifi coğrafyanın en iyi örneklerinden birisidir.

Tarih-i Hind-i Garbi adlı eser (muhtemelen Muhammed b. Emir el-Suûdî el-Niksarî (Ö.1591), tarafından 16. asırda yazılmış), Amerika'dan ve coğrafi keşiflerden bahseden diğer bir çalışmadır. İspanyolca ve İtalyanca yazılan kaynaklara dayanılarak hazırlanan bu eser 1573'te Sultan III. Murad'a takdim edilmiştir. Üç bölümden oluşan eserin üçte ikisini kapsayan son bölümü kitabın en önemli kısmıdır. Bu bölüm, 1492 yılında Amerika'nın keşfinden başlayarak 1552 yılına kadar Colombus, Balboa, Magellan, Cortes ve Pizarro'nun altmış yıllık maceralarını anlatmaktadır. Bütün bunlar, Avrupalılar tarafından gerçekleştirilen coğrafi keşiflerden Osmanlıların haberdar olduklarının birer göstergesidir.

17. yüzyılda ise Kâtip Çelebi (Ö. 1657), Mercator ve A.S. Hondio'nun *Atlas Minor* adlı eserini *Levamiü'n- Nur fi Zulmeti Atlas Minör* adıyla tercüme etmiştir. Kâtip Çelebi'nin Batı ve Doğu kaynaklarından yararlanarak kaleme aldığı *Cihannümâ* adlı eseri ise Osmanlı coğrafyası ve kültür tarihi bakımından kıymetli bir eserdir. Türk kültürünü ve genel olarak İslâm kültürünü bibliyografik ve biyografik kaynak eserleri ile zenginleştiren ve Avrupalı yazarların tarihe ait bazı eserlerini Türkçe'ye tercüme eden Kâtip Çelebi, *Cihannümâ* kitabıyla da kendisinden sonra gelen Osmanlı âlimleri üzerinde büyük bir etki bırakmıştır. Piri Reis'le ciddi şekilde başlayan Osmanlı coğrafyacılığı *Cihannümâ* ile gelişmiş ve bu akım kesintisiz olarak 19. yüzyıla kadar devam etmiştir.

17. asır boyunca Avrupa kaynaklarından tercüme edilen bilim eserlerinin sayısı artmıştır. Bu tercümeler vasıtasıyla yeni bilim kavramlarının Osmanlı bilim dünyasına tedricî girişinin başladığı görülür. Tespitlerimize göre astronomi konusunda Avrupa dillerinden tercüme edilmiş olan ilk eser, Fransız astronom Noel Duret'nin (Ö.1650 civarı) Paris'te 1641'de basılan *Ephemerides Celestium Richeliana ex Lansbergii Tabulis* adlı zicidir. Bu eser, Osmanlı astronomu Zigetvarlı Tezkereci Köse İbrahim Efendi tarafından 1660 da *Secencelü'l-Eflak fi Gayeti'l-İdrak* adıyla tercüme edilmiştir. Bu tercüme aynı zamanda Osmanlıda, Kopernik ve onun güneş merkezli (heliocentric) kâinat sisteminden bahseden ilk kitaptır. Zamanın müneccimbaşısı Müneccimek Mehmed Efendi'nin kitaba gösterdiği ilk tepki "Frenklerin böyle fodullukları boldur" şeklinde olmuş; ancak mütercimden kullanımını öğrendikten ve *Uluğ Bey Zici* ile karşılaştırdıktan sonra eserin kıymetini takdir etmiş ve mütercimi mükâfatlandırmıştır. Müneccimbaşının ilk reaksiyonu, Osmanlıların kendi bilim birikiminden emin olarak Batı'nın ilmî üstünlüğünü hemen kabul etmeyip ihtiyatlı yaklaşımlarının tipik bir örneğidir.

Kopernik'in getirdiği ve Avrupa'da büyük tartışmalar yaratan yeni astronomi anlayışının temel unsuru olan Güneş'in âlemin merkezi olduğu ve Yer'in hareket halinde olması meselesi, klasik Osmanlı astronomları tarafından teknik bir detay seviyesinde ele alınmış ve polemik konusu yapılmamıştır. Bunun sebepleri arasında İslâm astronomları nezdinde bu konuya ters gelen herhangi bir dinî dogmanın olmaması sayılabilir. 18. yüzyılın son çeyreğinde kurulmaya başlayan ve 19. yüzyılın başında sağlam bir hüviyet kazanan yeni eğitim kurumlarında modern astronomi eğitimi başlayınca kadar, Avrupa dillerinden tercüme edilen astronomi eserlerinin çoğunu zicler oluşturmuştur.

17. asrın ikinci yarısından sonra ve 18. asır içinde tamamlanan tercüme eserler arasında modern coğrafyadan bahseden –Kâtip Çelebi’nin *Cihannümâ*’sı yanında- en önemli eser, Ebu Bekr b. Behram el-Dimaşkî’nin (Ö.1691) Janszoon Blaeu’nun kısaca *Atlas Major* olarak tanınan 11 ciltlik Latince eserinin *Nusretü’l-İslâm ve’s-Sürûr fî Tahrîr Atlas Mayor* adıyla 9 cilt halinde ve serbest üslupta yaptığı tercümesidir.

İlk Osmanlı matbaasının kurucusu İbrahim Müteferrika (Ö. 1745), 1732’de ekler ilavesiyle bastığı *Cihannümâ*’nın uyandırdığı ilgi üzerine III. Ahmed’in emriyle, Andreas Cellarius’un ilk baskısı 1708’de yapılan *Atlas Coelestis* adlı eserini 1733 yılında *Mecmuatü’l-Hey’eti’l-Kadime ve’l-Cedide* adıyla tercüme etmiştir. Yine 1751’de Belgrad tercümanı Osman b. Abdülmennan; Bernhard Varenius’un Latince eserini *Tercüme-i Kitâb-ı Coğrafya* adıyla tercüme etmiştir. Bu tercümeler yanında klasik Osmanlı astronomi ve coğrafya eserleri ve bunlara bağlı olarak ilmî faaliyetler, kendi klasik geleneği çerçevesinde devamlılığını korumuştur. Bu dönem Osmanlı bilim literatürü topluca gözden geçirildiğinde; Osmanlı âlimlerinin üstünlük duygularını yendikten sonra yeni bilgi, mefhum ve teknikleri kolaylıkla kabul ettikleri söylenebilir. İdarecilerin müspet yaklaşımları yanında ulemanın da Güneş merkezli kâinat sistemi örneğinde görüldüğü gibi karşı koyan tavırları olmamıştı. Bu safhada din ile Batı bilimi arasında herhangi bir çatışma yoktu. 18. yüzyıla gelindiğinde Osmanlı bilim literatürünün bir özelliğini -ki bu özelliğin bazı örneklerine 19. yüzyılın başında da rastlanmaktadır- daha görmekteyiz. Bu derlenen veya tercüme edilen eserlerde Avrupa kaynaklı modern ilmî bilgilerin yanı sıra eski bilim geleneğinin (Türk-İslâm) de yer almasıdır. Bunun bir örneği Yer ve Güneş merkezli kâinat modellerinin birlikte tanıtıldığı eserlerde görülebildiği gibi, tıp sahasında da benzer durumlarla karşılaşmaktadır.

16. asırdan itibaren, başta İstanbul olmak üzere büyük Osmanlı şehirlerine Avrupa’dan bazı hekimlerin gelmesi, aynı zamanda Avrupa kaynaklı birçok salgın hastalığın yayılması, yeni tedavi ve korunma metotları ve tıbbî fikirleri de beraberinde getirmiştir. Paracelsus (Ö. 1541) ve onun takipçilerinin yeni tıbbî doktrinleri 17. asırda Hollanda’da yaygınlaşan kimyevî maddeler ile tedavi teori ve uygulamaları yeni iatrokimya (iatro chemistry) Osmanlı tıp literatüründe *"Tıbb-i cedit"* veya *"Tıbb-i kimyevî"* adları ile ortaya çıkmıştır. Bu gelişmelerin en meşhur takipçilerinden biri olan Salih b. Nasrullah b. Sellüm (Ö. 1670) *Nüzhâtü’l-Ebdan* adlı eserinde birçok Avrupa kaynağından iktibaslar yapmış ve ilaç terkiplerini almıştır. Ayrıca Latince’den Paracelsus’un iatrokimya’ya ait eserini Arapça’ya tercüme etmiştir. Aynı şekilde Sinan el-İznîkî de (Ö.18. asır) eski tıp ile yeni tıbbî bir arada sunduğu *Kitab-ı Künnûz-i Hayat el-İnsan Kavanîn-i Etibba-i Feylesofan* adlı eserini Arap, Fars ve Eski Yunan kaynakları yanında dönemin Avrupa tabiplerinin eserlerinden istifade ederek hazırlamıştır. Ömer Şifai de (Ö.1742), *el-Cevherü’l-Ferid* adlı eserini, Avrupa dillerinden Türkçe’ye tercüme ettiğini ve kitapta yer alan ilaçların Latin tabiplerin kitaplarından alındığını belirtmiştir. Böylece, Osmanlı tıp literatüründe Avrupa kaynaklı yeni tıp bilgi ve metotları ile geleneğe dayalı tıp bilgi ve metotları, 19. asrın başlarına kadar birlikte uygulanmıştır.



E. İhsanoğlu, “Tanzimat Öncesi ve Tanzimat Dönemi Osmanlı Bilim ve Eğitim Anlayışı”, 150. Yılında Tanzimat, yay. Haz. Hakkı Dursun Yıldız, Ankara 1992, s.335-395.

YENİ EĞİTİM MÜESSESELERİNİN KURULUŞU

Osmanlılar, Avrupa’da gelişen teknolojiden ve özellikle askerî sahalardaki ilerlemelerden etkilenmelerinin sonucunda, modern bilimi ve teknolojiyi öğretecek yeni eğitim müesseseleri kurma yoluna gitmişlerdir. Osmanlı klasik eğitim kurumlarına dokunmadan kurulan bu müesseseler imparatorlukta yeni bir bilim ve eğitim anlayışının doğuşunu hazırlamışlardır. Bunun ilk örneklerini askerî teknik eğitim sahasında kurulan müesseseler oluşturmuştur.

Askerî Mühendislik Eğitimi-Humbaracı Ocağı'nda Modern Askerî Teknik Eğitimin Başlangıcı

Osmanlılar’da Avrupa menşeli modern askerî teknik eğitim XVIII. yüzyılın başlarından itibaren, orduda yapılan ıslahat hareketiyle başlamıştır. 1730’da, Lâle Devri’ne son veren ve Sultan III. Ahmed’in tahtan indirilerek I. Mahmud’un tahta çıkmasına sebep olan Patrona Halil Ayaklanması ile Osmanlı siyasî hayatında yeni bir dönem açılmıştır. Bu tarihten sonra Osmanlı ordusunun ıslahı konusunda ilk teşebbüsler, Osmanlı Devleti’ne iltica ederek Müslüman olan Fransız generali Comte de Bonneval

(Bonneval Ahmed Paşa, 1675-1747) nezaretinde 1735 yılında kurulan Humbaracı Ocağı ile başlamıştır. 1735 yılının ilk günlerinde Üsküdar'da Ayazma Sarayı'nda kurulan Ulûfeli Humbaracılar Ocağı ile Osmanlı'da ilk olarak Avrupa usulü ile yeni bir askerî eğitim gerçekleştirilmiştir. Bu ocağın en önemli özelliklerinden biri, her bir odasında, zabitler arasında teorik ve tatbikî olarak matematik ve modern harp sanatları konusunda ders veren Avrupalı ve Osmanlı hocaların mevcudiyetidir. Bunlar hoca-yı mühendis, muallim-i resim, hoca-yı oda, muallim-i ilm ve fenn-i ateşbâzî gibi kadrolara sahip zabitlerdir. Ocağın başında bulunan ve kendisine paşalık ünvanı verilen Humbaracı Ahmed Paşa, siyasî ve askerî sahada büyük bir şöhrete sahip olmuş ve Osmanlılar'da askerî modern teknik eğitimin gerçekleşmesine katkıda bulunmuştur.

Avrupalılar'ın "Corps de Bombardia" dedikleri humbaracılar, Humbaracı Ocağı'nda, teorik ve pratik eğitim yanında yeni harp tekniklerinin uygulamaları hakkında da bilgi sahibi olmuşlardır. Burada geometri, trigonometri ve çizim dersleri yanında humbara atış cetvelleri ve balistik konularında uygulamalı dersler gösterilmiştir. 1747'de Humbaracıbaşı Bonneval Ahmed Paşa'nın ölümünden sonra ocak itibarını yavaş yavaş kaybetmiş ve bu sebeple Ulûfeli Humbaracılar Ocağı lağvedilerek mensupları eskiden olduğu gibi tımarlı ve zeamet sahibi humbaracılar halini almışlardır.

Osmanlılar'da, Avrupa tarzı modern eğitimde ikinci teşebbüs olarak Fransız Subayı Baron de Tott'un (1733-1793) İstanbul'da bulunduğu sırada (1770-1776) kurulmuş olan "Topçu Mektebi" ve "Hendese Odası"nı örnek gösterebiliriz. 1772 yılında Sultan III Mustafa'nın isteği üzerine Tersane yakınlarında kurulan küçük bir topçu mektebinde topçulara kısa dönemler halinde yeni tekniklerin öğretilmesine çalışılmıştır. Topçulukta asıl reform, 1774 yılında Avrupa tarzında teşkil edilmiş olan Sûrat Topçuları Ocağı ile gerçekleşmiştir. Fransa'dan gelen Çavuş Aubert ve arkadaşlarının eğitim işleriyle ilgilendiği bu ocak 1784'te tekrar ele alınarak sayıca artırılmıştır.

Hendesehane'nin Kurulması

Kaptanıderya Derya Gazi Hasan Paşa'nın isteği ile Tersane personeline, ihtiyaç duyulan teorik eğitimi vermek üzere 29 Nisan 1775'te Tersane ambarlarında bir odada "Hendese Odası" kurulmuştur. Hendese Odası'nda Baron de Tott'un nezaretinde, Campbell Mustafa Ağa ve Fransız S. Kermovan ders vermişlerdir. 1776 yılında nizam verilen Hendese Odası'na, 90 akçe yevmiye ile bir hoca, bir halife ve bir de "mustahfiz-ı âlât" tayin edilmiştir. Kapudâne Seyyid Hasan Efendi (Cezayirli) hocalığında denizcilığe, donanmaya, coğrafya ve haritacılığa dair dersler verilerek Osmanlı donanmasında bu ilimlerden anlayan kaptanlar yetiştirilmeye çalışılmıştır. 1776 yılında Fransız subaylar ülkelerine döndükten sonra, Tersane'deki Hendesehane'de Osmanlı ulemasından hocalar teorik dersler vermeye devam etmişlerdir.

1784 yılında Sadrazam Halil Hamid Paşa'nın sadarete gelmesiyle yeniden ele alınan askerî ıslahat çalışmaları çerçevesinde, Fransa'dan çağırılan de Lafitte-Clavé ve Monnier adlı askerî mühendisler vasıtasıyla Tersane'deki Hendesehane'de -ki buna 1781 yılından itibaren "Mühendishane" de denmektedir- istihkâm dersleri, diğer bir ifadeyle kara mühendisliğine ait dersler verilmeye başlanmıştır. 1787-1788 yıllarında Fransız uzmanların ve subayların tamamen ülkelerine dönmeleri üzerine tatbikî dersler terkedilmiş ve Mühendishane'de sadece yerli Osmanlı ulemasından, Gelenbevî İsmail Efendi ve Kasapbaşızâde İbrahim Efendi gibi meşhur matematikçiler teorik dersler vermeye devam etmiştir.

1789'da Sultan III. Selim'in tahta çıkması ile başlattığı "Nizâm-ı Cedid" hareketi çerçevesinde ele alınan askerî ıslahat çalışmaları, askerî teknik eğitim konusunda yeni bir sayfayı başlatmıştır. 1792 yılında kışlaları tanzim ve nizamları yeniden ele alınan Humbaracı ve Lağımçı Ocakları'na gerekli görülen aritmetik ve hendese eğitimini vermek üzere, bu kışlaya bitişik yeni bir mühendishane açılmıştır. "Mühendishane-i Cedid" adı verilen bu müessese doğrudan Humbaracı Ocağı'na bağlı bir statüde kurulmuştur. Daha sonraları Mühendishane-i Sultanî de denilen bu müesseseye Müderris Abdurrahman Efendi hoca olarak görevlendirilmiştir. 1794 yılında ise Tersane Mühendishanesi'nde hoca olan Seyyid Osman Efendi, buraya üçüncü hoca olarak tayin edilmiştir.

Mühendishane-i Bahrî-i Hümâyûn (Deniz Mühendishanesi)

1793 senesinde Hasköy'de Humbaracı ve Lağımçı Ocağı kışlasında Mühendishane-i Cedide'nin açılmasıyla Tersane Mühendishanesi'ndeki hoca ve halifelerden bazıları ve 7 nefer talebe buraya naklolunmuştur. Sultan III. Selim'in süt kardeşi Küçük Hüseyin Paşa kaptanıderyalığa getirilince Tersane'deki Mühendishane'yi gemi inşa, haritacılık ve coğrafya eğitimi veren bir deniz mühendishanesi haline getirmiştir. O sırada Fransa'dan çağırılmış olan Jacques Balthazar le Brun 1793 senesi Mayıs

ayında İstanbul'a gelmiştir. Tersane Mühendishanesi'nin başına getirilen M. le Brun burada, Avrupa usulüne uygun olarak gemi inşa dersi vermiştir. Bu Mühendishane 1821 yılına kadar "Fenn-i İnşâ" ve "Fenn-i Harita ve Coğrafya" adlarında iki şubeli olarak faaliyetlerini sürdürmüştür.

1821 yılında Kasımpaşa'da vuku bulan büyük yangında Mühendishane-i Bahrî binası da yandığından bir yıl kadar tedrisata ara verilmiştir. 1830'da Mühendishane-i Bahrî Heybeliada'daki kışlaya taşınmıştır. Burası da kâfi gelmeyince, Tersane'deki şimdiki Askerî Hastahane'nin bulunduğu tepede yeni bir mektep binası inşa edilmiş ve buraya nakledilmiştir. Yeni bina 400 öğrenciyi barındıracak büyüklükte muntazam dershaneleri ve etüt salonları bulunan bir binaydı. Bahriye Mektebi 1845 yılında inşaatı tamamlanan Heybeliada'daki binasına taşınmıştır. Burada ilk, orta ve yüksek denizcilik tahsili verilmeye başlanmıştır. Günümüzde aynı bina Deniz Harp Okulu olarak faaliyetlerine devam etmektedir.

Mühendishane-i Cedid (Kara Mühendishanesi)

1795-1796 yılında Humbaracı ve Lağımçı kışlasına bitişik olarak inşa edilen iki kapılı, içinde matbaa, kütüphane ve hocalara mahsus odaları bulunan bir binada eğitim ve öğretim faaliyetlerine devam eden Mühendishane, 1801 yılında Başhocalığına getirilen Hüseyin Rıfkı Tamanî (ö. 1817) ile sistemli olarak Avrupa tarzı fen eğitimine geçmiş ve 1806 yılında Sultan III. Selim tarafından Humbaracı ve Lağımçı Ocağı'ndan ayrılarak müstakil bir müessese haline getirilmiştir. Mühendishane bir baş hoca, dört hoca ve dört halîfeden oluşan eğitim kadrosu ile her sınıfında onar şakirdan olmak üzere dört sınıf halinde yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca modern manada mühendislik eğitimi sunan bir ders programı hazırlanmıştır. Yalnız sınıf geçmesi ve mezuniyet hususlarında Osmanlı klasik bürokratik yapısı muhafaza edilerek silsile yürütülmesi esası kabul edilmiştir. Başlangıç sınıfı dördüncü sınıf, mezuniyet sınıfı birinci sınıf olarak kabul edilen Mühendishane'de talebeler bir nevi askerî personel kabul edildiğinden maaş ve tayinatları bulunmaktadır. Bu sebepten sınıf geçme ve terfiler bir üst kademelere terfi, terk, vefat veya başka bir vazifeye tayin durumlarında, o rütbeden daha aşağıda bulunan hoca veya şakirdanın imtihanla bir üst rütbe veya sınıfa terfi etme şeklinde zincirleme olarak en alt kademedeki talebeye kadar silsile yürütülmesi şeklinde yapılmıştır. Bu durum Mühendishane'de eğitimin tam olarak kaç yıl süreceğinin tespitini zorlaştırmaktadır.

1806 tarihli Mühendishane kanununa göre aritmetik, cebir, geometri, coğrafya, konikler, kalkülüs (diferansiyel ve integral hesap), mekanik, astronomi, istihkam, lağım teknolojisi, Arapça ve Fransızca dersleri okutulmuştur.

Mühendishaneler, Osmanlı eğitim ve bilim hayatında yeni bir dönemin başlangıcı olarak kabul edilecek olursa, Osmanlı'nın klasik eğitim sisteminden ve müesseselerinden farklı ve yeni bir sistemin ortaya çıkmış olduğu görülür. Zira mühendishaneler, Osmanlı-Batı sentezi bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna göre mühendislerin mesleklerini icra edebilmeleri için diploma sahibi olmaları şart koşulmuştur. Kısacası Osmanlı birçok konuda olduğu gibi mühendishanelerin kuruluşunda da mevcut imkânlar dairesinde ve o anki ihtiyaca göre teşkilatlanmaya giderek ihtiyaç duyduğu müesseseyi kurmuştur.

Devletin bu yeni müesseseyi kurmaktan maksadı her şeyden önce ordunun yeni bir nizama sokulması, yeni tekniklerle donanmış ve Avrupa orduları karşısında mağlup olmamak için fen tahsili görmüş zabıt yetiştirmek gibi, acil ihtiyaca cevap verecek insan gücüne sahip olmaktır. Yani temel hedef, o devrin tabiri ile "mütefennin zâbit" yetiştirmektir.

Mühendishane-i Berrî-i Hümâyûn'un ilk başhocalığına daha önce de mühendishanede hoca olan Hüseyin Rıfkı Tamanî getirilmiştir. Tamanî modern bilimlerinin Osmanlı'ya girişinde, yaptığı tercüme ve aktarmalarla öncülüğü başlatarak birçok eser vermiş ve bu eserler uzun yıllar mühendishaneler ve diğer askerî okullarda temel ders kitabı olarak okutulmuştur. 1793'te Mühendishane'nin kuruluşundan itibaren bu müesseseye tayin edilmiş olan Tamanî, 1817 yılında vefatına kadar 24 sene aynı müessesede değişik kademe ve vazifelerde bulunmuştur. Osmanlı'ya modern bilimin girişinde ve gelişmesinde mühim yer tutan kendisi gibi birçok bilim adamı yetiştirmiştir.

Hüseyin Rıfkı Tamanî ilkin 1793 yılında tercüme ettiği *Logaritma Risâlesi* olmak üzere, birçok tercüme ve telif eser hazırlamış ve bastırmıştır. Basılan eserleri sırasıyla, *Usûl-i Hendese* (İstanbul 1797), *Telhîsü'l-Eşkal* (İstanbul, 1801; Mısır, 1824), *Mecmuatü'l-Mühendisîn* (İstanbul, 1802; Mısır, 1824) ve

İmtihânü'l-Mühendisin (İstanbul, 1805). Bunlardan başka *Usûl-i İnşâ-yı Tarik*, *İrtifâ Risâlesi*, *Humbara Cetveli*, *Müsellesât-ı Müsteviye* gibi eserlerini zikredebiliriz. Bir de talebesi Başhoca İshak Efendi (ö. 1836) tarafından tertip edilerek bastırılan *Medhal fi'l-Coğrafya* adlı eseri bulunmaktadır.

Klasik Osmanlı biliminin izlerini taşımakla birlikte, Osmanlı-Batı sentezine doğru ilk hamleyi başlatan Tamanî, Batı'dan tercüme ettiği eserlerinde klasik Osmanlı bilimi konularından ayrılmamıştır. Mesela, Öklid geometrisine dayalı olan ve Osmanlı klasik biliminin en önemli matematik eserlerinden biri sayılan Kadızâde'nin *Eşkâli't-Te'sis*'i yerine aynı konudaki İngiliz matematikçisi Bonnycastle'ın (1751-1821) *Euclide's Elements* adlı eserini tercüme etmiştir ve dolayısıyla eğitimde uzun seneler okutulan Kadızâde'nin eseri yerine *Usûl-i Hendese* adıyla Tamanî'nin tercümesi okutulmuştur. Aynı durum İshak Efendi tarafından bastırılan *Medhal fi'l-Coğrafya* adlı eserinde de göze çarpar. Tamanî'nin, bu eserini yer merkezli kâinat modeline göre tertip ettiği görülür. Kısacası Tamanî, Osmanlı klasik biliminde de okutulan ve Osmanlı'ya yabancı olmayan bilimlere ait Avrupa versiyonlarının tercümelerini gerçekleştirmiştir. Kendisinden sonra Mühendishane'ye başhoca olan Seyyid Ali Bey ise tamamen klasik İslâm bilimine ait eserleri Türkçe'ye tercüme etmiş ve Mühendishane eğitiminde klasik bilimin ağırlığı hissedilmiştir. Osmanlı bilim geleneğinde mühendishanelerde Avrupa'da ortaya çıkan yeni fen ve bilimlerin ağırlıklı olarak okutulması ve bir daha klasik bilime dönüşmemesi İshak Efendi'nin başhocalığı zamanında olmuştur.

1830 yılında başhocalığa getirilen İshak Efendi, Mühendishane eğitiminde yeni bir dönem başlatmış ve hem eğitim sistemi hem de bilim açısından modernleşme hareketini hızlandırmıştır.

Mühendishane'deki eğitim sistemine getirmiş olduğu yenilikler yanında İshak Efendi, asıl şöhretini modern bilimlerdeki çalışmalarıyla başlattığı tercüme hareketi ile kazanmıştır. 1826-1834 yılları arasında fen bilimine ait temel ders kitaplarından oluşan toplam on üç ciltlik on eser hazırlamıştır. Tercüme ve aktarma yoluyla Avrupa kaynaklarından kısa sürede hazırladığı bu kitaplar Mühendishane'de tamamen Avrupa'dan aktarılan modern bilimlerin eğitimine başlanması ve eğitim seviyesinin yükseltilmesinde öncülük etmiştir. İshak Efendi'nin eserlerinde kullandığı terminoloji de ayrıca Türkçe'nin bilim dili olarak gelişmesinde mühim bir yer işgal etmiştir. Eserlerinde yabancı kaynaklara dayandığı halde, İshak Efendi'nin mümkün olduğu kadar Osmanlıca terimleri kullanmaya dikkat ettiği görülür. Aynı zamanda, Arapça ifadeleri zahmetli olan terimlerin yerine, yabancı dildeki karşılıklarını almayı tercih etmiştir. Bu çalışmaları ile Osmanlı ilmi terimlerin tespitine önemli katkıları olmuştur.

Dîvân-ı Hümâyûn tercümanlığı (1824-29) zamanında hazırladığı, *Rekz ü Nasb-ı Hıyam*, ile *Tuhfetü'l-Ümerâ fi Hıfz-ı Kılâ'* adlı iki kitabı dışındaki eserlerinin tamamını başhocalık döneminde hazırlamış ve bastırmıştır. Bu dönemde ilk olarak 1831'de hocası Hüseyin Rıfkı Tamanî'nin eseri olan *Medhal fi'l-Coğrafya*'yı yayına hazırlayarak bastırmıştır. Akabinde uzun yıllar mühendishanelerde ders kitabı olarak okutulmuş olan top dökümüne ait *Usûlü's-Siyâga* (1831-1833 arası) adlı eserini bastırmıştır. İshak Efendi, bu eseri Fransızca kitaplardan istifade ile çevirdiğini söylemektedir.

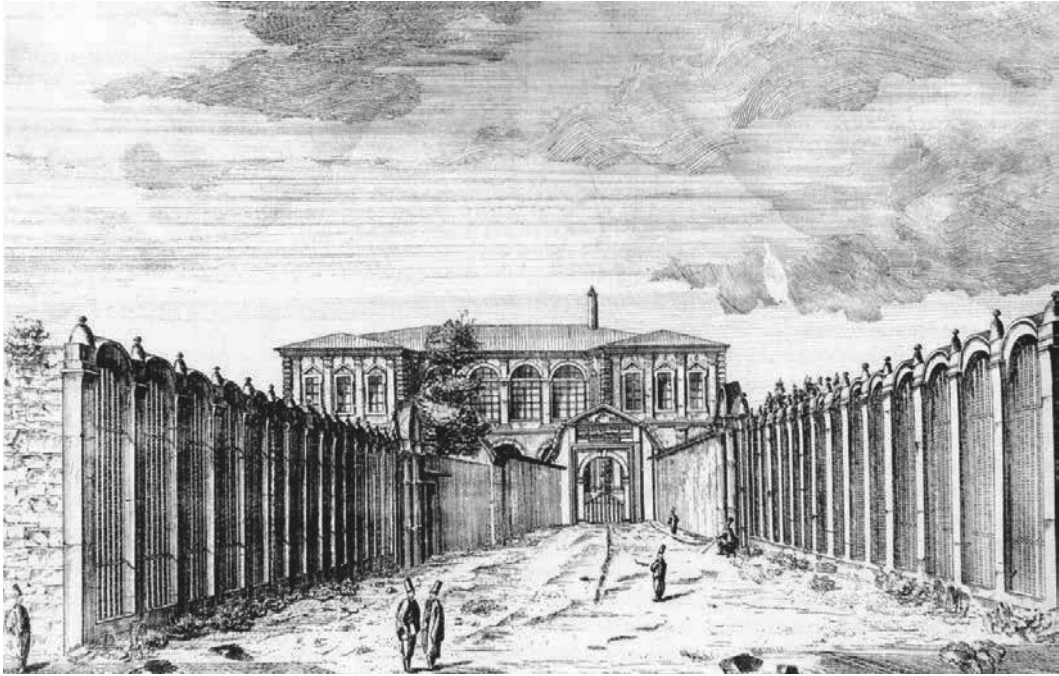
İshak Efendi'ye haklı şöhretini kazandıran dört ciltlik büyük eseri, dönemin Avrupa fen kitaplarından derlenen ve 1831-1834 yılları arasında İstanbul'da basılan *Mecmua-i Ulûm-ı Riyaziye*'dir. Bu eser, basıldığı döneme kadar yayınlanmış Osmanlı bilim literatürü göz önüne alındığında matematik, fizik, kimya, astronomi, biyoloji, botanik, zooloji ve mineroloji gibi birçok tabii ve riyaî bilim metinlerini bir arada sunan ilk kitaptır. Eserin kaynaklarını Avrupa askerî teknik okullarında okutulan ders kitapları oluşturmaktadır. Bu da bize, Osmanlı askerî müesseselerindeki fen eğitiminin, çağdaşı Avrupa fen eğitimine yakın seviyede olduğunu göstermektedir.

İshak Efendi'nin bunlardan başka *Usûl-ı İstihkâmat* (1834), *Aksü'l-Merâyâ fi Ahzî'z-Zevâyâ* (1835) adlı birer ciltlik iki eseri ve yazma halinde olan *Kavâid-i Ressâmiyye* adlı eseri bulunmaktadır. Modern Batı biliminin Osmanlı Devleti'nde tanıtılmasını ve girmesini sağlayan en önemli simalardan biri olan İshak Efendi'nin, bilhassa yeni ilmi mefhumların yerleşmesindeki etkisi ile yeni Osmanlı ilmi terminolojinin türetilmesindeki geniş kapsamlı çalışması, onun Osmanlı bilim ve kültür tarihindeki yerini belirlemektedir.

1826'da Yeniçeri Ocağı kaldırılıp yerine kurulan Asâkir-i Mansûre-i Muhammediye'nin zabıt ihtiyacını karşılamak üzere mühendishane talebe mevcudu 100 kişiye kadar çıkarılmıştır. 1870'te Maçka Harbiye Mektebi içerisinde topçu ve istihkâm sınıflarında eğitim faaliyetlerine devam eden

Mühendishane, Sultan II. Abdülhamid tarafından yeniden tamir ettirilen Halıcıoğlu'ndaki eski mühendishane binasında eğitim ve öğretim faaliyetlerine başlamıştır. 1881 senesinde kurmay sınıfları yanında bir de "mümtaz sınıf" adı altında yeni bir sınıf teşkil edilmiştir. Dört yıl olan öğretim süresi beş yıla çıkarılmış ve her yıl Harbiye Mektebi son sınıf talebelerinden daha yüksek tahsil yapmak isteyen ve yabancı dile yatkın olanlar bu beşinci sınıfa alınmışlardır. 1900 senesinde öğretim süresi üç seneye indirilen Mühendishane, Topçu Mektebi olarak tamamen Harbiye Mektebi'ne bağlı meslek okulları haline gelmiştir.

Osmanlı devlet adamlarının bilime bakış açılarını, III. Selim'in 1221/1806 yılında çıkarttığı Mühendishane-i Berrî-i Hümâyün kanunnâmesinde geçen "bundan akdem inşa olunan Mühendishane-i Hümâyünlarda, fûnûn-ı berriye ve bahriyeden hendese, hesap ve coğrafya fenlerinin yayılması ve devlete lâzım olan harp sanayiinin talim ve teallümü ve kuvveden fiile ihracı husûslarına...." ibaresi bize bu tür eğitimin beklenen hedefin esas itibariyle askerî amaca yönelik olduğunu açıkça göstermektedir. Nitekim bu müesseseden zabıt olarak mezun olan talebeler doğrudan orduda istihdam edilmişlerdir.



Resim 7.3: Sultan III. Selim Tarafından Yapıtılan Mühendishane-i Cedide

Sivil Mühendislik Eğitimi

Yukarıda bahsettiğimiz askerî mühendislik eğitimi veren müesseselerden mezun subaylar gerektiğinde sivil ihtiyaçları (özellikle arazi ölçme ve yapı işlerinde plan-proje hazırlama) karşılamaya yönelik çalışmalarda da bulunmaktaydılar. Ancak sivil hayatta bu gibi talepler umumiyetle yüksek rütbeli devlet adamlarından gelmekteydi. Bir bakıma toplumda sivil mühendisliğe fazla ihtiyaç bulunmamaktaydı. Vakıf ve resmî kamu binaları da devlet tarafından kontrol edildiğinden bunları sivil binalardan ayırt etmek gerekir.

19. yüzyılın son çeyreğine kadar ülkede modern tarzda sivil mühendislik hizmetini verecek eleman yetiştirmek üzere bir müessese kurulmamıştır. Ancak yüzyıl boyunca ortaya çıkan ve 19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren Osmanlı İmparatorluğu'nda da geniş bir uygulama sahası bulan modern teknolojiler, buhar ve daha sonraları elektrik gücüne dayalı olarak çalışan endüstri kuruluşları, küçük sanayi işletmeleri, telgraf ve demiryolları, karayolları ve sivil inşaatlar imparatorluğun mühendis ihtiyacını arttırmıştır. Devlet bu ihtiyacını kısmen askerî mühendis kısmen de yabancı uzmanlar veya Avrupa'da tahsil görmüş gayrimüslimler vasıtasıyla karşılamaya gayret ederken ihtiyaç duyulduğunda küçük çapta sivil amaçlarla teknik eleman yetiştirmek üzere bazı mektepler açtığı görülmektedir. Bunların ilk örnekleri, "Telgraf Mektebi" (1860) ile Midhat Paşa'nın gayretiyle açılan "Sanayi Mektebi" (1868)

olmuştur. Sanayi Mektebi'nin en önemli özelliği, teorik ve pratik eğitimin bir arada verilmiş olması ve o güne kadar imparatorlukta cari olan "usta-çırak" usulü yerine, yeni tekniklerle eğitilmiş bilgili sanatkarlar yetiştirmek hedeflenmiştir. Mektep yatılı ve gündüzlü olarak beş yıllık eğitim vermektedir. Bölümleri arasında da demircilik, terzilik, kunduracılık, makinecilik, dökümcülük, marangozluk, ciltçilik ve mimarlık gibi sanatlar bulunmaktadır.

Osmanlı İmparatorluğu'nda sivil mühendislik eğitimi, 1874-1875 öğretim yılında Galatasaray Sultanisi dahilinde faaliyete geçen Darülfünun-ı Sultanî'nin bir bölümü olarak açılan ve daha sonra Turuk ve Maâbir Mektebi (Yollar ve Köprüler Mektebi) adını almış olan Mülkiye Mühendis Mektebi'yle başlamıştır. Turuk ve Maâbir Mektebi, ülkenin ve toplumun ihtiyaçları göz önünde bulundurularak münhasıran fen eğitimi yapmak yerine, devletin geniş toprakları üzerinde giriştiği bayındırlık faaliyetleri ve özellikle ulaştırma sahasında yapmak istediği hizmetleri yürütecek sivil mühendislerin yetiştirilmesine yönelik bir program takip etmiştir. Bu mektepten mezun olacak talebeler, tamamen Nafia Nezareti tarafından devlet memuru olarak istihdam edilmiştir. Turuk ve Maâbir Mektebi dört yıllık bir eğitim takip etmiş ve ilk mezunlarını 1880 yılında vermiştir. İlk mezunlarının hepsi gayrimüslim olup devletin önemli mevkilerinde vazife almışlardır. Mektepte geniş kapsamlı bir mühendislik eğitimi verildiği ders programından açıkça anlaşılmaktadır. Bu mektebe bağlı, ancak daha alt seviyede mühendislik eğitimi vermek üzere planlanmış bir de Kondüktör Mektebi bulunmaktadır. 1881 yılında ikinci mezunlarını veren Turuk ve Maâbir Mektebi bu tarihten sonra faaliyetlerini tamamen devletin kontrolünde ve mühendislik eğitimi yolunda kazanılan tecrübeler ışığında, 1884 yılında "Mülkiye Mühendis Mektebi" adıyla kurulan yeni bir sivil mühendislik mektebinde devam ettirmiştir.

Mektep ancak 1 Kasım 1884 tarihinde Mühendishane-i Berrî-i Hümâyûn'un bir odasında eğitimine başlayabilmiştir. Bir yıl içerisinde mektep için o bölgede yeni bir bina inşa edilmiştir. Mülkiye Mühendis Mektebi'ne talebe sağlayacak olan ve Sultan Abdülhamid'in eğitim reformu çerçevesinde ele alınan taşra idadî mekteplerinden henüz kâfi miktarda talebe gelmediğinden bu mektebe ait bir de üç yıllık idadî sınıfı açılmıştır. Böylece Mülkiye Mühendis Mektebi yedi yıllık bir mektep olarak, yine Mühendishane-i Berrî-i Hümâyûn'a bağlı yeni binasında, hem yatılı hem gündüzlü olmak üzere eğitim ve öğretim faaliyetlerini sürdürmüştür.

Mektep ilk mezunlarını 1888 yılında vermiş ve mezunların tamamı Nafia Nezareti tarafından istihdam edilmiştir. Mektep 1909 yılında askerî idareden ayrılarak tamamen Nafia Nezareti'ne bağlanmış ve "Mühendis Mekteb-i Âlîsi" adını almıştır. Cumhuriyet döneminde 1928 yılında adı "Yüksek Mühendis Mektebi" olarak değiştirilen, tüzel kişilik tanınan ve katma bütçeyle idare edilen bir yüksekokul durumuna getirilmiş, 1946'da ise İstanbul Teknik Üniversitesi'ne dönüştürülmüştür. Bugünkü İstanbul Teknik Üniversitesi'nin temelini teşkil eden Mülkiye Mühendis Mektebi, Osmanlı İmparatorluğu'nda ve Türkiye Cumhuriyeti'nde modern teknolojinin aktarılması ve kullanılmasında mühim vazifeler ve katkılar sağlamıştır.



K. Beydilli, " Türk Bilim ve Matbaacılık Tarihinde Mühendishane", Mühendishane Matbaası ve Kütüphanesi (1776-1826), İstanbul: Eren Yayıncılık, 1995. Mustafa Kaçar, Osmanlı Devleti'nde Bilim ve Eğitim Anlayışındaki Değişmeler ve Mühendishanelerin Kuruluşu, İstanbul, 1996, [İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bilim Tarihi Bölümü basılmamış doktora tezi]



Osmanlı'da Mühendishanelerin kuruluş nedenini belirtiniz.

Tıp Mektepleri

Osmanlı Devleti'nde modern tıp eğitiminin başlangıcı 19. yüzyılın başlarına kadar dayanmaktadır. Ocak 1806 tarihinde Mühendishâne-i Cedide'den ilham alınarak "Tersane Tıbbiyesi" adlı bir tıp mektebi kurulmuştur. Tersane-i Âmire'de, donanmanın tabip ve cerrah ihtiyacını karşılamak amacıyla açılan bu mekteple asıl olarak imparatorlukta tıp tahsilinin yaygınlaştırılması ve Devlet-i Aliyye tebaasından tabiplerin sayısının artması hedeflenmiştir. Derslerin İtalyanca veya Fransızca gibi bir Avrupa dilinde

yapılması öngörülmüştür. Ayrıca talebelere tahsil için gerekli olan kitapların ve aletlerin Avrupa'dan getirilmesi kararlaştırılmıştır. Ancak bütün bunlardan daha ilgi çekici yenilik ise getirilecek kitaplardan başka, Paris, Viyana ve Londra gibi büyük Avrupa şehirlerinde her ay çıkan tabip gazetelerinin ve yeni telif olan eserlerin alınması da söz konusu edilmiştir.

Bu dönemde Osmanlı modern tıp eğitimine yön veren iki büyük şahsiyetin yetişmiş olduğunu görüyoruz. Bunlardan ilki Osmanlı tıp literatüründe mühim bir yer işgal eden ve modern Avrupa anatomi bilgisini aktaran Şânîzâde Mehmed Atâullah Efendi (D.1825-Ö.1826)'dir. Şânîzâde çok yönlü bir bilim adamı olup, Avrupa lisanlarına vâkıf, özellikle tıp, matematik, mekanik, astronomi, mûsikî ve tarih konularında bilgili ve tam bir ansiklopedist olarak tanınmaktadır. *Hamse-i Şânîzâde*, adlı beş bölümlük meşhur tıp eseri Osmanlı tıp literatüründe modern anatominin girişini sağlaması bakımından önemlidir. İkinci şahsiyet ise, Osmanlı İmparatorluğu'nda modern tıp eğitiminin kurucusu olan Hekimbaşı Mustafa Behçet Efendi'dir.

Tersane'de açılan Tıp Mektebi'nden yaklaşık yirmi yıl sonra 1827 yılında ordunun tabip ve cerrah ihtiyacını karşılamak amacıyla Mustafa Behçet Efendi'nin önderliğinde "Tıbhane-i Âmire" adında İstanbul'da yeni bir tıp mektebi açılmasına teşebbüs edilmiştir. Behçet Efendi, tıp eğitiminde yabancı lisanın ehemmiyetine işaretle Tıbhane ve Cerrahhane'de talebelerin Avrupa lisanlarını öğrenmeleri için ders programlarına yabancı dil (önce İtalyanca, sonra Fransızca) derslerini koydurmuştur. Bu programla birlikte Osmanlı tıp eğitiminin Tanzimat'ın ilanına kadar devam edecek olan yeni esaslarını da belirlemiş olmaktadır.

Şehzadebaşı'nda faaliyetine başlayan *Tıbhane*'den sonra 29 Ocak 1832'de Topkapı Sarayı'na bitişik Gülhane bahçesinde mevcut binalarda *Cerrahhane-i Âmire* açılmıştır. 1832 tarihinde Tıbhane-i Âmire Şehzadebaşı'ndan Cerrahhane'nin bulunduğu binaya nakledilerek yeniden düzenlenmiştir. 1838 yılında bu iki mektep birleştirilerek *Mekteb-i Tıbbiye* adını almış ve 1839 yılında Galatasaray'daki yeni binasına taşınıncaya kadar faaliyetlerine burada devam etmiştir. Bu tarihte mektebin başına Avusturyalı genç bir doktor olan C. Ambroise Bernard getirilmiş ve mektebin adı *Mekteb-i Tıbbiye-i Adliye-i Şahane* olarak değiştirilmiştir. Dr. Bernard ile birlikte tıp eğitiminde derslerden çok pedagojik bir takım değişikliklerin yapıldığı göze çarpmaktadır

Mektepte tedrisatın Fransızca yapılması mecburiyeti, zamanla Müslüman talebe sayısının azalmasına, buna mukabil bulundukları çevreden dolayı Fransızca'ya daha yatkın olan gayrimüslim talebelerin sayısının hızla artmasına vesile olmuştur. Ayrıca Osmanlı yüksek mekteplerinden mezun talebelerin Avrupa'ya tahsillerini tamamlamaya gönderilmeleri münasebetiyle, bu nimetlerden de gayrimüslim talebeler ziyadesiyle istifade etmeye başlamışlardır. Mezun hekim sayısının az olması ve bunların çoğunun gayrimüslim olmasına karşı bir tepki olarak 1865 yılında Mekteb-i Tıbbiye'nin nazırlığına getirilen Cemâleddin Efendi, memlekette Müslüman hekim sayısını attırmak düşüncesiyle, ileride kurulacak olan Mekteb-i Tıbbiye-i Mülkiye'nin (sivil tıp mektebi) ilk temellerini atmıştır. Vazifelerinden dolayı birçok vilayette bulunan ve memleketin durumunu yakından bilen Cemâleddin Efendi, mektepte kabiliyetli gençler arasından seçerek bir "mümtaz sınıf" teşkil etmiş ve bu sınıfa ileride tıp tedrisatının Türkçeleştirilmesi yolunda ilk hareket olarak Türkçe, Arapça ve Farsça dersleri verdirmiştir. Çünkü ona göre daha çok sayıda Müslüman tabip yetişmesi tıp tedrisatının ana dilleri olan Türkçe ile yapılmasına bağlıdır. Mümtaz sınıftan yetişen talebelerden Kırımlı Aziz, Hüseyin Remzi, Servet, İbrahim Lütü ve Bekir Sıtkı beylerin tıp tedrisatının Türkçeleşmesinde önemli hizmetleri olmuştur. 1866 yılında mümtaz sınıf Mekteb-i Tıbbiye-i Şahane dâhilinde Mekteb-i Tıbbiye-i Mülkiye olarak tedris faaliyetlerine başlamıştır. Bu mektebin temel farklılığı, mezunlarının askeriyede değil, vilayetlerde istihdam olunacak tabiplerin yetişeceği bir mektep olarak düşünülmüş olmasıdır. Beş yıllık ve gündüzlü olan mektepte tedrisat Türkçe yapılacaktır. Beş yılın sonunda, mezuniyet senesinde eğitim süresi bir yıl daha uzatılarak altı yıla çıkarılmış ve mezunları Askerî Tıbbiye ile aynı haklara sahip kılınmıştır. Mümtaz sınıf, kurmuş oldukları Cemiyet-i Tıbbiye-i Mülkiye'nin üyeleriyle birlikte, 1873 yılında hazırlamış oldukları Türkçe ilk modern tıp lügati olan *Lûgat-ı Tıbbiye*'yi neşretmişlerdir. Tedrisat dilinin Fransızca kalmasından yana olan bazı gayrimüslim hekimlerin şiddetle karşı çıkmasına rağmen aynı yıl Mekteb-i Tıbbiye-i Şahane'de de tıp tedrisatı Türkçe olarak yapılmaya başlanmıştır. Daha sonra Darülfünun'a bağlanarak bugünkü İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi'ne dönüşmüş ve daha sonra Türkiye'de kurulan diğer tıp fakültelerine kaynaklık etmiştir.

Sultan II. Abdülhamid'in eğitim ve sağlık politikası çerçevesinde İstanbul dışındaki bazı büyük vilayetlerde de tıp mektebi açılması için teşebbüsler görülmektedir. Bu konuda gerçekleşen tek teşebbüs 1 Eylül 1903 tarihinde kurulan Şam Mekteb-i Tıbbiyesi'dir. Bu mektebin Şam'da açılmasının sebebi, aynı bölgede bulunan biri Fransız, diğeri Amerikan iki ecnebi tıp mektebinin bölgedeki nüfuzunu kırmaktır.

Bu mektep I. Dünya Savaşı'nda Beyrut'a nakledilmiş, 1918'de Beyrut'un da işgalinden sonra mektep kapanmış ancak, savaş sonrasında yeni kurulan Suriye Devleti'nde "Arap Tıp Enstitüsü" adı ile faaliyetlerine devam etmiştir. Osmanlı tıp literatürünün etkisiyle bugün Şam Üniversitesi Tıp Fakültesi, Arap dünyasında Arapça eğitim yapan tek tıp fakültesi olma özelliğini sürdürmektedir.

Mekteb-i Harbiye

1826 yılında Yeniçeri Ocağı'nın ilgası ile Sultan II. Mahmud tarafından "Asâkir-i Mansûre-i Muhammediye" adı altında yeni bir ordu kurulmuştur. Bu orduda yeni savaş usûl ve tekniklerini bilen subayların yetiştirilmesi maksadıyla 1832-1833 yılında bir askerî mektep kurulmasına teşebbüs edilmiştir. Bu tarihe kadar ordunun bu tür subay ihtiyacı mühendishanelerden yetişen subaylar (müfennin zabıt) vasıtasıyla karşılanmaya çalışılmış, ancak bunların sayıca az olması ve ihtisas sahalarının farklı olması, subay yetiştiren askerî bir okula duyulan ihtiyacı daha da kuvvetlendirmiştir.

Avrupa'da "*Ecole Militaire*" tabir olunan askerî okullar örneğinde planlanan bu mektebin, 1831 yılında Doğancılar Kışlası'nda kurulmasına karar verilmiş ise de gerçekleşmemiştir. 1834-1835'te, tamir ettirilerek 400 talebe alacak kapasitede bir mektep haline getirilmiş olan Maçka Kışlası'nda "Mekteb-i Harbiye" adıyla resmen kurulmuştur. Başına da tahsilini Avrupa'da tamamlamış ve Batı dillerini iyi bilen Nâmik Paşa getirilmiştir. Mektepte kütüphane, hastahane, hamam, eczahane, matbaa ve sair müstemilat ihmal edilmemiş ve her türlü tahsil alet ve edavatı ve sair techizatı Avrupa'dan getirtilmiştir.

Açılışından iki yıl sonra 2 Temmuz 1835 tarihinde Sultan II. Mahmud'un bu mektebi ziyaret etmesi talebe ve hocalarını teşvik ederken mektebin geleceğini de teminat altına almıştır. Mühendishane'den getirtilen hocalarla ders programları düzenlenerek eğitim seviyesi yükseltilmiştir. Ayrıca Sultan Mahmud, bu mektebin muallim ihtiyacını karşılamak için bazı talebe ve subayları özellikle Viyana ve Paris'e tahsile göndermiştir.

Mekteb-i Harbiye'de düzenli eğitim 1838-1839'da, Avrupa'da tahsilini tamamlayıp dönen Mühendishane'nin başhocalarından Hüseyin Rıfkı Tamanî'nin oğlu Emin Paşa'nın bu mektebin nâzırlığına getirilmesinden sonra başlamıştır. Emin Paşa'nın nâzırlığı döneminde eğitimde tamamen Avrupa usulüne geçilirken, Avrupa'da tahsilini tamamlayıp dönenlerin veya Avrupalı uzmanların hoca olarak istihdamı sağlanmış, bu şekilde hem eğitim kadrosu arttırılmış, hem de eğitimin modernleşmesi temin edilmiştir.

Mektep 1846 yılında Maçka'dan, bugün Harbiye'deki Askerî Müze'nin bulunduğu yeni binasına taşınmıştır. Eski bina da Askerî İdadî Mektebi olarak bırakılmıştır. 1849'da da Baytar sınıfı ve Mekteb-i Harbiye dahilinde 1864 tarihinde Erkân-ı Harp gibi iki ayrı sınıf daha açılmıştır. 1875 yılında askerî rüşdiye mekteplerinin açılmasıyla askerî tedrisat 1) Rüşdiye, 2) İdadî, 3) Mekteb-i Harbiye, 4) Erkân-ı Harbiye (harp akademisi) olmak üzere derecelendirilmiş, bunun yanında süvari, baytar, topçu gibi ihtisas şubeleri oluşturulmuştur. Goltz Paşa mektepte büyük bir ıslahata girişmiş ve İstanbul dışında Manastır, Şam, Bağdad, Erzincan ve Edirne'de olmak üzere beş yeni mektep açılması hususunda II. Abdülhamid'in fermanını almıştır. II. Abdülhamid devrinde kurulan bu mektepler 1907-1908 yıllarında kapatılmış ve yalnızca İstanbul'daki Harbiye Mektebi bırakılmıştır.

İngilizler'in İstanbul'u işgali sırasında yeniden kapanan mektep, 1920'de Ankara'da Abidinpaşa'daki barakalarda "Sunûf-ı Muhtelif Zâbit Namzetleri Talimgâhı" olarak açılmıştır. 25 Eylül 1923 tarihinde Ankara'dan İstanbul'daki eski Harbiye binasına nakledilmiştir. Bundan 13 yıl sonra 7 Eylül 1936'da tekrar Ankara'ya taşınmıştır. Darülfünun

Türkiye'de "Darülfünun" adında yeni bir yüksek eğitim müessesesi, yani üniversite kurma düşüncesi 19. yüzyılın ortalarına doğru ortaya çıkmıştır. Bu yüzyılın başlarından itibaren Osmanlılarda görülen bilimde Doğu'dan-Batı'ya olan yöneliş ve bilim ve eğitim anlayışında meydana gelen değişimler, Tanzimat döneminde medrese dışında yeni bir sivil yüksek eğitim müessesesinin kurulması yolunda teşebbüslerin doğmasına vesile olmuştur.

Darülfünun fikri, Tanzimat devrinde halkın eğitimi meselesi içerisinde ele alınıp gelişmiştir. Daha çok her türlü bilimin okutulacağı bir müessese olarak düşünülmüştür. 1845'te kurulan Meclis-i Muvakkat'ın öngördüğü düzenlemeler arasında İstanbul'da bir Darülfünun kurulması da bulunmaktadır.

1863 yılında dönemin sadrazamı Keçecizâde Fuad Paşa Darülfünun binasının inşasının tamamlanmasını beklemeyen, bitmiş olan bazı odalarında, halka açık serbest konferanslar şeklindeki derslere başlanmasını uygun görmüştür. Faaliyetlerini halka açık konferanslar şeklinde sürdürecektir olan Darülfünun 1863'te Kimyager Derviş Paşa'nın (D. 1817-Ö. 1878) fizik ve kimyaya dair konferansıya

eğitime başlamıştır. Büyük bir alaka uyandıran bu konferanslar, halk ve devlet ileri gelenleri tarafından takip edilmiştir. 1863 yılı boyunca, fizik, kimya, tabii bilimler, tarih ve coğrafya konularında serbest dersler verilmiştir.

Osmanlı İmparatorluğu'nda modern eğitimin çerçevesini çizen ve onu ilk, orta ve yüksek eğitim olarak üç seviyede düzenleyen 1869 *Maarif-i Umumiye Nizamnamesi*'ne göre, Darülfünun-ı Osmanî, üç ayrı şubeden (fakülteden) oluşmaktadır. Bunlar Felsefe ve Edebiyat Şubesi, Ulûm-ı Tabiiye ve Riyaziye Şubesi ve Hukuk Şubesi'dir. Mezuniyet için üç yıl, müderrislik için artı bir yıl eğitim veren Darülfünun-ı Osmanî'ye 16 yaşını doldurmuş, idadî mezunu veya o derecede malumatı olan talebelerin alınması öngörülmüştür. Her şubenin ayrı ayrı ders programları hazırlanmış, mezuniyet tezi, müderrislik tezi gibi araştırmaya dayalı çalışmalara yer verilmiş, müze, kütüphane, laboratuvar gibi birimlerin de açılması öngörülmüştür. Dersler Fransız modeli üzerine kurulmuş olmasına rağmen, Felsefe ve Edebiyat Şubesi'nde Şark dillerinden Arapça, Farsça yanında, Batı dillerinden Fransızca, Yunanca ve Latince dersleri programda yer almıştır. Hukuk Şubesi'nde de, İslâm hukukundan fıkıh dersleri yanında, Fransız medenî kanunu, Roma hukuku ve milletlerarası hukuk derslerinin bulunması, İslâm ve Batı'yı telif etme gayretlerinin varlığını göstermektedir.

Darülfünun-ı Osmanî 1870'te büyük bir merasimle açılmıştır. Müdürlüğüne Paris'teki Mekteb-i Osmanî'de hocalık yapmış olan Tahsin Efendi (Hoca Tahsin) seçilmiştir. Darülfünun'da dersler 1872-1873 öğretim yılına kadar kesintisiz devam etmiş, fakat bu sürenin sonunda Darülfünun kapatılmıştır.

1873'te, Galatasaray'daki Mekteb-i Sultanî Müdürü Sava Paşa'yı, yeni bir Darülfünun kurmakla görevlendirilmiştir. Kurulması tasarlanan Darülfünun bu sefer, 1868'den beri faaliyette bulunan Galatasaray Mekteb-i Sultanisi'nin temeli üzerine oturtulmaya çalışılmış ve böylece yüksek eğitim filizinin bu yeni orta eğitim müessesesinin gövdesine aşılması hedeflenmiştir. 1874-1875 öğretim yılında eğitime başlayan Darülfünun-ı Sultanî, ilk açıldığında, Hukuk ve Sivil Mühendislik Yüksek Mektepleri açılmış, daha sonra bunlar Adalet ve Bayındırlık bakanlıklarına bağlı olarak faaliyetlerini sürdürmüşlerdir.

İlk ve orta eğitim kurumları sayıca artmış ve eğitim seviyeleri yükselmiştir. Bunun yanında mülkiye, tıp, hukuk, ticaret, sanayi, mühendislik ve mimarlık sahalarında ihtisaslaşmaya yönelik yüksek eğitim okulları devletin ihtiyaçlarına cevap vermek üzere kurulmuştur. Ancak, bütün bu meslekî eğitim veren yüksekokullar dışında bilim adamı yetiştirmeye yönelik bir müessese kurulması konusunda Sadrazam Said Paşa, 14 Şubat 1895 tarihinde II. Abdülhamid'e sunduğu arızasında: ülkede, Amerika ve Avrupa üniversitelerinin fonksiyonlarına sahip ve bilim adamı yetiştirmeye yönelik beş fakülteden oluşan bir Darülfünun kurulmasının gerekliliğini arzetmiştir.

20. yüzyıla kadar bir külliye dâhilinde, birkaç bölümden oluşan Darülfünun kurma çalışmaları başarısızlıkla neticelenirken II. Abdülhamid döneminde kuruluşu hızlanan orta ve yüksek eğitim müesseselerinin yaygınlaşması sonucunda ve yaklaşık elli beş senelik tecrübelerin ışığında, yerleşmiş bir Hukuk Mektebi'nin de bulunduğu bir kaç fakülteden oluşan ve bugünkü Türk üniversitesinin temelini oluşturan "Darülfünun-ı Şahane" (İstanbul Üniversitesi) kurulmuştur.

Sultan II. Abdülhamid'in 25. cülus yıldönümüne tesadüf eden 1 Eylül 1900 tarihinde Edebiyat Şubesi, Ulûm-ı Riyaziye ve Tabiiye Şubesi (Fen Şubesi) ve Ulûm-ı Âliye-i Diniye Şubesi'nden (İlahiyat) oluşan üç fakülteli Darülfünun-ı Şahane kurulmuştur. Hukuk ve Tıbbiye mektepleri de resmen bağlanmamakla birlikte Darülfünun-ı Şahane'nin şubeleri olarak kabul edildiğinden, beş fakülteli modern Osmanlı üniversitesinin ilk sağlıklı kuruluşu gerçekleşmiştir.

Darülfünun-ı Şahane, açıldığı zaman, daha önce kurulmuş olan darülfünunların karşılaştığı ve birçok açıdan onların başarısızlıklarına sebep olan, hoca, yetişmiş talebe ve Türkçe ders kitaplarının yetersizliği gibi elverişsiz şartlar kısmen ortadan kalkmış ve yüksek eğitime daha uygun durum meydana gelmiştir.

1908'de II. Meşrutiyet'in ilanına kadar geçen süre içerisinde birçok mezun veren Darülfünun-ı Şahane, Meşrutiyet döneminde daha sistemli bir eğitime geçmiştir. Meşrutiyet'in ilanıyla, İstanbul Darülfünunu olarak adı değiştirilen Darülfünun-ı Şahane, Tıp ve Hukuk şubelerini de bünyesine katmak suretiyle resmen 5 şubeli (fakülte) olarak yeniden teşkilatlanmıştır. 21 Ağustos 1909'da Vezneciler'de, şimdiki İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi binasının bulunduğu yerdeki Zeynep Hanım Konağı'na yerleştirilen İstanbul Darülfünunu'na çok sayıda talebenin kayıt için müracaat ettiği görülmüştür.



Resim 7.4: Mimar Fossati tarafından yapılan Darülfünun binası

1913 senesinde hazırlanan *İstanbul Darülfünunu'nun Teşkilât-ı İlmiyesi* başlıklı düzenleme ile Eczacı ve Dişçi mektepleri Tıp Fakültesi'ne bağlanırken vilayetlerde bulunan tıp ve hukuk mektepleri (Şam Tıbbiyesi, Selanik, Konya, Bağdat ve Beyrut Hukuk mektepleri) de İstanbul Darülfünunu'na bağlanmıştır. Şubeler fakülte adını alırken, muallimlere de müderris unvanı verilmiştir. Talebe ve müderrislerin devam ve disiplin kaideleri bir düzene sokulmuştur. Birinci Dünya Savaşı yıllarında (1914-1918) Almanya'dan gelen hocaların çalışmalarıyla Darülfünun önemli bir gelişme göstermiştir. Bu dönemde Darülfünun, bir yüksekokullar topluluğu hüviyetinden sıyrılarak, modern manada bir üniversite fonksiyonunu icra etmeye başlamıştır. 12 Eylül 1914'te Edebiyat, Riyaziyat ve Tabiiyat şubelerinden oluşan kız talebelere mahsus İnas Darülfünunu kurulmuştur. 1917'de ilk mezunlarını veren İnas Darülfünunu 1920 yılında lağvedilerek 1921 yılından itibaren, önce Edebiyat ve Fen fakültelerinde ve daha sonra Hukuk ve Tıp fakültelerinde birer yıl ara ile karma öğretime geçilmiştir.

21 Nisan 1924'te Türkiye Büyük Millet Meclisi, Darülfünun'a hükmî şahsiyet tanıyarak, katma bir bütçe ile idare edilmesine karar vermiştir. Böylece Darülfünun ilmi, idarî ve malî bakımdan özerk bir statü kazanmıştır. Bu kanuna dayanılarak bakanlar kurulunun 21 Nisan 1924 tarihinde kabul ettiği şekil ve esaslar, Darülfünun'un lağvedilip İstanbul Üniversitesi'nin kurulduğu 1933 üniversite reformuna kadar yürürlükte kalmıştır.



E. İhsanoğlu, *Darülfünun: Osmanlı'da Kültürel Modernleşmenin Odağı*, 2 cilt, İstanbul: IRCICA, 2010.

TÜRKÇE MODERN BİLİM LİTERATÜRÜNÜN ORTAYA ÇIKIŞI

18. yüzyılda Osmanlı bilim literatüründe görülen doğu ve batıyla ilgili kavram ve bilgilerin bir arada olması, 19. yüzyılda da görülmektedir. Buna bir örnek, aynı eserde güneş merkezli ve yer merkezli (heliosantrik ve jeosantrik) kâinat sistemlerinin bir arada tanıtılmasıdır. Aynı özelliği tıp konusunda da görmek mümkündür. 18. asırda Avrupa'nın pratik tıp bilgilerinin aktarılmasıyla birlikte fizyolojide ve anatomide *ahlât-ı erbaa* (dört hilt) gibi klasik mefhumlar hâlâ hüküm sürmektedir.

18. asrın sonlarına doğru, subaylara modern bilimleri öğretmek için kurulmuş olan Mühendishane-i Hümayun hocaları, Batı'daki askerî teknik okullarda okutulan ders kitapları arasından seçilen bilim kaynaklarından, tercüme ve adaptasyon yoluyla kitaplar hazırlamaya başladılar. 19. asrın başlarındaki ilk ilmî yayınlar, Hüseyin Rıfkı Tamanî'nin (ö.1817) astronomi, matematik ve coğrafya konusunda telif ve tercüme yoluyla hazırladığı ve birçok baskısı yapılan kitaplar olmuştur. Bunu, Tamanî'nin talebesi ve mühendishane başhocalığında halefi olan İshak Efendi'nin Batı ve özellikle Fransız kaynaklarına dayalı olarak telif ve tercüme ettiği 13 ciltlik yayınları takip etmiştir. Bunlar arasında, dört ciltten oluşan *Mecmua-i Ulûm-ı Riyaziye*'nin özel bir yeri vardır. Çünkü bu eser, Osmanlı dünyasında birçok bilim dalını ihtiva eden bir ders kitabının hazırlanmasındaki ilk geniş kapsamlı teşebbüstür. İhtiva ettiği konular arasında, matematik, fizik, kimya, astronomi, biyoloji, botanik ve mineroloji sayılabilir. İshak Efendi'nin, yeni ilmî terimlerin Türkçe karşılıklarının bulunmasında ve İstanbul sınırları dışındaki diğer vilayetlere yayılmasında önemli rolü olmuştur.

19. asrın başlarında Osmanlı tıp eğitimine iki büyük şahsiyetin önemli etkileri olmuştur. Bunlardan birincisi; çok çeşitli sahalarda çalışması ve ilgisi bulunan ve Avrupa bilimine ve çeşitli dillerine aşina bir ansiklopedist olan Şanizâde Mehmed Ataulah Efendi'dir (ö.1826). Şanizâde modern tıp ve anatomi bilgilerini, meşhur eseri *Hamse-i Şanizâde* ile ilk defa Osmanlı okuyucusuna anlaşılır bir dille ve bir bütün halinde sunmuştur. İkinci şahsiyet ise Türkiye'de modern tıp eğitiminin kurucusu olan Mustafa Behçet Efendi'dir (ö.1834).

Tanzimat'ın ilânından sonra eğitimin yeni bir anlayış içerisinde klasik döneme göre çok farklı bir şekilde teşkilatlanması, modern eğitimin yaygınlaşması, yeni bilim ve tekniğe ait çok sayıda kitabın basılmasına yol açmıştır. 19. asrın ortalarına doğru çeşitli konularda basılan bilim ve teknik kitaplarının sayısı hızla artmıştır. Tanzimat öncesinde 1727'de ilk Türk matbaasının kuruluşundan 1839'da Tanzimat'ın ilanına kadar geçen sürede bilime ait sadece 28 kitap basılırken, bu sayı Tanzimat döneminde (1839-1876 arası) 242'ye ulaşmıştır. Bu iki dönemde basılan kitapların konularına göre dağılımının karşılaştırılması modern bilime karşı ilgide değişmelerin olduğunu göstermektedir. Tanzimat döneminde, askerî konulara duyulan ilgi azalırken, sivil ve topluma yönelik konuların ağırlık kazandığı görülür. Benzer sonuçlara, 19. asrın başlarında (Tanzimat öncesinde ve sonrasında) aynı konularda yazılmış olan kitapların önsözlerinin incelenmesi ile de ulaşılabilir. İshak Efendi'nin *Mecmua-i Ulûm-ı Riyaziye* adlı eserinde kimyanın sadece harp sanayiindeki öneminden bahsedilmesine karşılık, Kırımli Aziz Bey (ö. 1878), *Kimya-yı Tıbbî* (İstanbul, 1868-1871) adlı eserinde kimyanın, askerî olmayan teknolojilerin ve birçok endüstrinin temelini teşkil ettiğini belirtmektedir.

Tanzimat sonrasında basılan bilim kitapları arasında yeni ve farklı konuların da ele alındığı görülmektedir. Buna, Derviş Paşa'nın kimya konusunda Türkçe yayınlanan ilk müstakil eseri olan *Usûl-ı Kimya* (İstanbul, 1848) ve Hekimbaşı Salih Efendi'nin (ö. 1895) tercüme ettiği ilk zooloji ve botanik kitabı olan *İlm-i Hayvanat ve Nebatat* (İstanbul, 1865) örnek verilebilir. Bunun ötesinde Tanzimat'ın ilanından sonraki ilk 30 yılda her sene dört bilim kitabı basılırken, 1870-1876 arasındaki altı yılda, bu sayı senede 18 kitaba yükselmiştir. Bu da Osmanlı toplumunun modern bilimlere olan ilgisinin arttığının bir göstergesidir.

1838'de Avrupa tıp okulları örnek alınarak kurulan Mekteb-i Tıbbiye-i Şahane'de Fransızca yapılan eğitimin, 1870'de Türkçe olarak yapılmasına karar verilmesi, tıp literatürünün gelişmesine de vesile olmuştur. Bunun neticesinde özellikle 1870 sonrasında ilk Türkçe tıp sözlüğü olan *Lügat-ı Tıbbiye*'nin (ilk baskısı İstanbul 1873, genişletilmiş ikinci baskısı İstanbul 1901), neşrinden sonra tıp konusunda çok sayıda telif ve tercüme eser yayınlanmıştır.

19. yüzyılda Osmanlı bilim hayatında, araştırmaya yönelik çalışmalara yurt dışında başlanmış fakat yurt içinde kurulan müesseselerde araştırma hedefi tam gerçekleştirilememiştir. Osmanlı bilim adamlarının orijinal çalışmalarına Vidinli Hüseyin Tevfik Paşa'nın (1832-1901) İngilizce olarak telif etmiş olduğu *Linear Algebra* adlı eseri örnek olarak gösterilebilir.

19. yüzyıl eğitim tarihi açısından meslekî ve teknik yüksekokulların kurulması yanında kayda değer en önemli teşebbüs Darülfünun'un açılmasıdır. Üç başarısız teşebbüsün ardından, 1900 yılında açılabilen Darülfünun-ı Şahane'de araştırma hedefi açık bir şekilde görülmemektedir. Ancak Osmanlı bilim

adamlarının 1923'e kadar yapmış oldukları araştırma birikimi tam olarak tespit edilemediğinden sağlıklı değerlendirme yapmak için vakit erkendir. İlk Darülfünun tasavvurlarında araştırmaya yönelik hedeflerin fazla yeri olmadığı, ancak zaman içinde bu hedefin daha belirgin hale geldiği söylenebilir. Ancak 20. yüzyılın başlarında Osmanlı Türkçesi iyice gelişmiş ilmi bir dil halini almış ve geliştirilen detaylı terminoloji değişik bilimlere ifade edecek duruma gelmişti. Fen bilimleri dallarında ise yeterli ders kitabı ve daha az ölçüde orijinal yayınlar bulunmaktaydı.

SIRA SİZDE

3



Osmanlı'da Darülfünun ve mühendishanelerin kuruluş amaçlarını karşılaştırınız.

YENİ BİLİM MÜESSESELERİ

19. asırda, yaygın şekilde eğitimi yapılan tıp, kimya, botanik ve zooloji gibi “modern” bilimlerin deneyleri yeni eğitim kurumlarında kurulan laboratuvarlarda yürütülmeye başlandığı gibi bu bilimlerin uygulamalarını değişik hizmet sahalarında sunan yeni müesseseler de kurulmaya başlanmıştır. Bunların başında sağlık hizmetlerine yönelik olanlar öncelikle kurulmuştur. Osmanlı İmparatorluğu'nda koruyucu hekimlik ile ilgili ilk uygulamalar, 1831'de özellikle Müslüman hacılar için kurulmuş olan karantina teşkilatında başlamıştır. 1862'de salgın hastalıklarla mücadele için imparatorluğun başta İstanbul olmak üzere, Anadolu, Rumeli ve Arap Yarımadası'nda bulunan önemli şehirlerinde karantinalar açılmıştır. Osmanlılar halk sağlığı ile ilgili özellikle aşı ve mikrobiyoloji konularında da Avrupa'daki en son gelişmeleri yakından takip etmişlerdir. 1885'te Pasteur'ün kuduz aşısını bulmasından hemen sonra vermiş olduğu konferans İstanbul'daki bir tıp mecmuasında yayınlanmış ve doktorlardan oluşan bir heyet bu konudaki yeni gelişmeleri yerinde öğrenmek için Paris'e gönderilmiştir. Bu heyet Pasteur'e bir murassa Osmanlı Nişanı ve çalışmaları için Sultan II. Abdülhamid'in göndermiş olduğu 10.000 Fransız frankını mükâfat olarak takdim etmiştir. Heyetin İstanbul'a dönmesinden sonra, yerli ve Avrupa'dan çağrılan doktorlarla işbirliği içerisinde bir kuduz laboratuvarı (Da'ül-kelp Ameliyathanesi) ve daha sonra kolera salgınları için bir de bakteriyoloji laboratuvarı kurulmuştur. Bu müesseseler, gerek kuduz tedavisinde gerekse kolera ve dizanteri salgınlarında aşı ile tedavide büyük rol oynamışlardır. Yine bu dönemde, değişik maksatlı kimyevî tahlillerin yapılması için devlet tarafından “kimyahaneler” kurulmaya başlanmıştır. Ayrıca özel şahısların da toplumun bu sahadaki ihtiyaçlarını karşılamak için özel kimyahaneler kurdukları görülmüştür.



Resim 7.5: Yerebatan Kimya Enstitüsü'nde Laboratuvarında Çalışan Kız Öğrenciler – 1922 (E. Dölen Koleksiyonu)

19. asırda kurulan bir diğer modern bilim müessesesi *Rasathane-i Âmire* olmuştur. Rasathane, 1863'te Maarif Nezareti'ne bağlı olarak Fransız mühendis M. Coumbary'nin idaresinde kurulmuştur. Adı rasathane olmasına karşılık, bu müessese astronomi konusunda gözlem yapmaktan çok meteoroloji ile

ilgili fonksiyonları yerine getirmiştir. Rasathane-i Amire büyük şehirlerden gelen hava raporlarını aynı maksatla kurulmuş olan Avrupa'daki benzer merkezlere ulaştırmış ve Avrupa'dan gelen raporları da bünyesinde toplamıştır. Daha sonra bu müessesenin başına geçen Türk idareciler de aynı hizmetleri yürütmüşlerdir. Orta eğitimi medresede, yüksek eğitimi Darülfünun Fen Fakültesinde yapan astronom Fatin Gökmen (Ö.1915), 1910'da bu müessesenin idaresine tayin olununca, Rasathane'de hava raporlarının hazırlanması yanında asıl hizmeti olan astronomi gözlemlerine de başlamıştır. Kandilli semtinde bulunan ve Boğaziçi Üniversitesi'ne bağlı olarak çalışan *Kandilli Rasathanesi*, günümüzde ülkenin önemli rasat merkezi olmaya devam etmektedir.

Bilim Dili ve Literatürünün Genel Bir Değerlendirmesi

Son yıllarda yaptığımız araştırmalar ve Osmanlı bilim literatürü tespit ve tasnif çalışmaları neticesinde, Osmanlı astronomi, matematik ve coğrafya literatürü tarihi büyük ölçüde açığa çıkmış bulunmaktadır. Bu çalışmaların neticeleri Osmanlılardaki ilmi faaliyetlerin yoğunluğu hakkında da tam bir açıklık getirmektedir. Astronomi literatürüne bakıldığında 15. yüzyıldan Cumhuriyet'e kadar olan dönem içerisinde 582 müellif, astronomi konusunda toplam 2438 eser hazırlanmıştır. Bu eserlerin yüzyıllara göre dağılımı şöyledir: 15. yüzyılda 52 eser (genel toplam içerisindeki oranı %2), 16. yüzyılda 300 (%12), 17. yüzyılda 190 (%8), 18. yüzyılda 344 (%14), 19. yüzyılda 267 (%11), 20. yüzyıl 222 (%9); dönemi bilinmeyen 1063 (%44). Aynı değerlendirmeler matematik konusundaki eserlere göre yapıldığında, tespit edilebilen 491 müellifin toplam olarak 1116 eser hazırlamış oldukları görülmektedir. Bu eserlerin yüzyıllara göre dağılımı ise şöyledir: 15. yüzyılda 28 eser (genel toplam içerisindeki oranı %3), 16. yüzyılda 81 (%7), 17. yüzyılda 70 (%6), 18. yüzyılda 121 (%11), 19. yüzyılda 176 (%16), 20. yüzyıl 466 (%41); dönemi bilinmeyen 174 (%16). Bu istatistikî bilgilerde Astronomiye ait eserlerin sayıca Matematiğe ait eserlerden daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum astronomide, bilhassa takvimlerin büyük bir yer tutmasından kaynaklanmaktadır. Burada eser sayısında 18. yüzyıla kadar sürekli bir artış gözlenmektedir. Bu asırda zirveye ulaşan eser sayısı daha sonra düşmeye başlamıştır. Matematiğe dair yazılan eser sayısı, 17. yüzyıl dışında devamlı olarak artmıştır. Özellikle 19. yüzyılda büyük bir artış kaydeden matematik eserleri 20. yüzyılda zirveye ulaşmıştır. Ancak her iki konuda hazırlanan eserlerdeki artış oranları paralel denebilecek ölçüde birbirine yakındır.

Başlangıçta Arapça yazılmış olan Osmanlı bilim literatürü, 14. ve 15. asırlardan itibaren Arapça, Farsça eserlerin tercüme edilmeye başlamasıyla, bu iki dil yanında sıklıkla Türkçe olarak yazılmaya başlamıştır. Bu durum Türkçe bilim literatürünün zenginleşmesini ve değişik bilim dallarında terminolojilerin oluşmasını da mümkün kılmıştır. 18 ve 19. asırlarda, Osmanlı bilim literatürünün dili Türkçe ve Arapça'dır. Farsça eserler ise çok nadirdir (%1). Türkçe ve Arapça olarak yazılan bütün eserlerin (el yazması ve basma) oranları da farklılıklar arz etmektedir. Bu iki asırda hazırlanmış ve İstanbul'da basılmış olan modern bilim ve teknolojiye ait eserlerin-birkaç istisna dışında-tamamının Türkçe olmasına mukabil, el yazması eserlerin çoğunluğu Arapça'dır. 18. asırda yazma ve basma 331 adet astronomi kitabının 221'i Arapça, 101'i Türkçe, 2'si Farsça ve 7 tanesi de bu üç dilin karışımı dillerde yazılmıştır. Aynı şekilde 19. asırda astronomiye ait toplam 263 adet eserin 137'si Arapça, 123'ü Türkçe ve üçü de karışık dillerdedir. Gördüğümüz sayılar, Türkçe kullanımının arttığını açıkça ifade ederken, toplam adedin azaldığına işaret etmektedir. Bu da 19. yüzyılda, mekteplerin ve eğitim müesseselerinin yaygınlığına bağlı olarak basma eser kullanılmasıyla, kitap konusunda Doğu yazma geleneğinden modern basma geleneğine geçişin hızlanmasını göstermektedir.

Arap toprakları hariç Osmanlı İmparatorluğu sınırlarında hazırlanan astronomi kitaplarının büyük çoğunluğu Türkçe yazılmıştır. Aynı müşahedeleri Osmanlı matematik literatürü için de kaydetmek mümkündür. Sonuç olarak 18 ve 19. asırlarda hazırlanan eserlerin yazma olanlarının Arapça veya Türkçe, ancak bunlardan basma olanların tamamına yakınının Türkçe olduklarını söyleyebiliriz.



E. İhsanoğlu, “Osmanlı Bilimi Literatürü”, Osmanlı Devleti ve Medeniyeti Tarihi, cilt II, İstanbul: IRCICA, 1998, s. 363-444. İhsanoğlu, E. Osmanlı Bilim Tarihi Literatürü Serisi, İslam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi (IRCICA), Toplam 18 ciltten oluşan bu seride yer alan kitapların tam listesi tarih sırasıyla şöyledir: *Osmanlı Astronomi Literatürü Tarihi* (2 cilt, 1997); *Osmanlı Matematik Literatürü Tarihi* (2 cilt, 1999); *Osmanlı Coğrafya Literatürü Tarihi* (2 cilt, 2000); *Osmanlı Musiki Literatürü Tarihi* (1 cilt, 2003); *Osmanlı Askerlik Literatürü Tarihi* (2 cilt, 2004); *Osmanlı Tabii ve Tatbiki Bilimler Literatürü Tarihi* (2 cilt, 2006); *Osmanlı Tıbbi Bilimler Literatürü Tarihi* (4 cilt, 2008); *Osmanlı Astroloji Literatürü Tarihi* ve *Osmanlı Astronomi Literatürü Tarihi* zeyli (1 cilt, 2011), *Osmanlı Bilim Literatürü Tarihi Zeylleri* (Matematik, Coğrafya, Musiki, Askerlik, Tabii ve Tatbiki Bilimler, Tıbbi Bilimler) ve *Osmanlı Mavzu’at al-Ulum Literatürü Tarihi* (1 cilt, 2011), *Osmanlı Bilim Literatürü Tarihi Genel İndeksi* (1 cilt, 2011).

Klasik dönemde Osmanlı bilim faaliyetleri başta medreseler olmak üzere, muvakkithane ve şifahane gibi tıp, matematik ve astronomi bilimlerinin uygulamalarının yapıldığı yerlerde, bu bilimlerin eğitimleri ile birlikte yürütülmekteydi. 16. asrın sonlarında, Takiyüddin Râsîd tarafından kurulan ve eski astronomi aletleri ile birlikte yeni aletlerin de kullanıldığı İstanbul Rasathanesi'nde, kısa fakat İslâm astronomi çalışmalarının devamı niteliğinde, orijinal çalışmalar yapılmış ve bunlar hemen kitap haline getirilmiştir. Klasik dönem Osmanlı bilim literatürünün oluşması ise genellikle medrese ortamında gerçekleşmiş ve başta dinî konular olmak üzere matematik, tıp ve astronomi sahalarında, Arapça, Türkçe ve çok azı Farsça olmak üzere, çok sayıda ilmi eser müderrisler tarafından telif, tercüme veya yorumlama yoluyla meydana getirilmiştir.

Burada ortaya konulan önemli sonuçlardan birisi de, Osmanlı bilim literatürünün oluşmasında, Osmanlı toprakları içerisinde bulunan kültür mevkilerinde yetişen Anadolu bilim adamları ile bu merkezlerin dışında yetişip Osmanlı himayesine giren âlimlerin önemli katkıları olduğudur. Klasik dönem Osmanlı bilim geleneğinin oluşmasında, medreselerin kurulmasından eserlerin telifine kadar pek çok konuda padişahların ve diğer devlet adamlarının teşviklerinin önemli rolü olmuştur.

Avrupa'daki ilmi ve coğrafi gelişmelerden de haberdar olan Osmanlıların, özellikle 17. yüzyılın sonlarından itibaren, Batı bilim ve teknolojisine daha fazla ilgi duymaya başladıklarına ve yeni harp tekniklerini öğrenmek için imparatorluğun kuruluşundan beri uyguladıkları geniş kapsamlı olmayan, selektif bilgi transferi yollarını terk ettiklerine işaret edilmiştir. 18. yüzyılın başlarından itibaren, Avrupa hayatı ve bilimi ile daha yakından ilgilenen Osmanlılar, ordu içinde Avrupalı uzmanların yardımı ile ciddi değişikliklere adım atmaya başlamışlardır. Özellikle modern askerî teknik eğitim konusunda yoğunlaşan çalışmalar çerçevesinde yeni müesseseler kurulmuştur. Ulûfeli Humbaracı Ocağı'nın kurulmasıyla başlayan bu çalışmalar, daha sonra Mühendishanelerin ve diğer askerî okulların açılmasıyla 19. yüzyılda da devam etmiştir. Askerî ve teknik eğitim veren müesseseler yanında ilk, orta ve yüksek seviyede modern sivil eğitim müesseselerinin kurulması,

günlük gazete ve süreli yayınların modern bilim ve teknoloji konusunda verdikleri bilgiler de göz önünde tutulacak olursa modern bilim ve teknolojiyi geniş kitlelere, değişik seviyelerde tanıtmaya imkânı doğmuştur.

Resmî eğitim kurumları yanında, sivil ilmi ve meslekî cemiyetler de kuran Osmanlı aydınları, bu arada Türkçe modern bilim literatürünün oluşması için ciddi bir gayret içine girmişler ve bu alanda bir takım lügatler yayınlamışlardır. 18 ve 19. yüzyılda basılan eserlerin tamamına yakınının Türkçe olması, Türkçenin bir bilim dili olması hususundaki gelişmeyi ortaya koymaktadır.

Batı bilim ve teknolojisini çok yakından takip etmelerine rağmen, seçici tavırlarından dolayı Osmanlıların Avrupa bilim geleneğine bir bütünlük içinde bakmadıkları anlaşılmaktadır. Osmanlı bilim adamlarının içeride ve dışarıda, özellikle Avrupa'da yapmış oldukları araştırma çalışmaları, araştırmaya dayalı bir bilim anlayışı ve zihniyetini oluşturacak kritik yoğunluğa ulaşmamış Osmanlılarda, Rusya ve Japonya'da olduğu gibi yeni bilgi ve teknoloji üretmeye matuf gelişmelere paralel çalışmaların gerçekleşmesine yol açmamış olduğunu söyleyebiliriz.

Bununla beraber, klasik dönemde, birçok bilim dalında önemli eserler veren Osmanlı bilim ve kültür adamları, klasik dönemde yaratmış oldukları önemli başarılarla paralel başarıyı yenileşme dönemine oluşturamamışlardır. Buna rağmen, modernleşme döneminde ilmi terminolojinin gelişmesinde ve bütün İslam dünyasına yayılmasında başarılı olmuşlar ve Osmanlı Türkçe'sini geliştirerek 20. yüzyılın başında çeşitli bilim konularını ifade edecek seviyeye getirmişlerdir. Osmanlı döneminde oluşan kültür ve bilim mirası, başta Türkiye Cumhuriyeti olmak üzere Balkanlar'da ve Orta Doğu'da kurulan birçok devletin ilmi ve kültürel alt yapısını teşkil etmiş ve daha sonraki çalışmaların temelini oluşturmuştur.

Kendimizi Sınayalım

1. Osmanlı Bilimi aşağıdaki hangi bilim mirası üzerine kurulmuştur?

- I- Selçuklu Devleti'nin bilim mirası
 - II- Mısır, Suriye, Irak, İran ve Türkistan'daki bilim adamlarının faaliyetleri
 - III- Anadolu şehirlerinde kurulmuş olan eğitim bilim müesseseleri
- a. Yalnız I
 - b. I,II
 - c. II,III
 - d. I,III
 - e. I,IIveIII

2. Osmanlılarda din, kültür ve bilim faaliyetlerinin kaynağını oluşturan ve aynı zamanda devlet ve toplumun ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde teşkilatlanmış olan en önemli müessese nedir?

- a. Medrese
- b. Enderun
- c. Cami
- d. İmarethane
- e. Kervansaray

3. Medrese, etrafında gerek sağlık ve tıp eğitimini sağlayan hangi müesseseler kurulmuştur?

- a. Cami
- b. Darüşşifa
- c. Muvakkithane
- d. Darülfünun
- e. Hendesehane

4. Osmanlı bilim literatürünün dili genel olarak Türkçe'nin yanında hangi dildir?

- a. Fransızca
- b. İngilizce
- c. İspanyolca
- d. Arapça
- e. Farsça

5. Osmanlı İmparatorluğu'nda sivil mühendislik eğitimi, 1874-1875 öğretim yılında hangi kurumla başlamıştır?

- a. Mülkiye Mühendis Mektebi
- b. Teknik Üniversite
- c. Darülfünun-ı Sultani
- d. Mekteb-i Tıbbiye
- e. Darülfünun-ı Şahane

6. 16. asırda, Osmanlı haritacılığı hangi denizcinin çalışmalarıyla en büyük eserlerini vermiştir?

- a. Turgut Reis
- b. Oruç Reis
- c. Piri Reis
- d. Barboros Hayrettin Paşa
- e. Kılıç Ali Paşa

7. İshak Efendi tarafından Avrupa fen kitaplarından derlenen ve 1831-1834 yılları arasında İstanbul'da basılan eserin adı nedir?

- a. Usûl-ı İstihkâmat
- b. Linear Algebra
- c. Mecmua-i Ulûm-ı Riyaziye
- d. Cihannümâ
- e. Hamse-i Şanizâde

8. Piri Reis *Kitab-ı Bahriye* adındaki coğrafya kitabını 1525'te hangi padişaha sunmuştur?

- a. Fatih Sultan Mehmet
- b. II.Beyazıt
- c. Yavuz Sultan Selim
- d. Kanuni Sultan Süleyman
- e. II.Selim

9. Osmanlı İmparatorluğu'nda modern tıp eğitiminin kurucusu kimdir?

- a. Şânizâde Mehmed Atâullah Efendi
- b. Salih Zeki
- c. Vidinli Tevfik Paşa
- d. Mauris
- e. Hekimbaşı Mustafa Behçet Efendi

10. Osmanlı döneminde oluşan kültür ve bilim mirası, aşağıdaki hangi devletin ilmî ve kültürel alt yapısının temelini oluşmasına katkıda bulunmamıştır?

- a. Türkiye Cumhuriyeti
- b. Bulgaristan
- c. Yunanistan
- d. Suriye
- e. Çin

Kendimizi Sıneyalım Yanıt Anahtarı

1. e Yanıtınız yanlış ise “Klasik Osmanlı Bilim Geleneği ve Kurumları” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

2. a Yanıtınız yanlış ise “Klasik Osmanlı Bilim Geleneği ve Kurumları” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

3. b Yanıtınız yanlış ise “Klasik Osmanlı Bilim Geleneği ve Kurumları” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

4. d Yanıtınız yanlış ise “Bilim Dili ve Literatürünün Genel Bir Değerlendirmesi” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

5. a Yanıtınız yanlış ise “Sivil Mühendislik Eğitimi” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz

6. c Yanıtınız yanlış ise “Avrupa Bilimi ile İlk Temaslar, Aktarmalar ve Tercümeler” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

7. c Yanıtınız yanlış ise “Darülfünun” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

8. d Yanıtınız yanlış ise “Avrupa Bilimi ile İlk Temaslar, Aktarmalar ve Tercümeler” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

9. e Yanıtınız yanlış ise “Tıp Mektepleri” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

10. e Yanıtınız yanlış ise “Klasik Osmanlı Bilim Geleneği ve Kurumları” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Nasirüddin Takiyüddin ile çağdaşı Tycho Brahe'yi rasathanelerinde kullandıkları araç açısından aynıdır. Rasathaneler arasında teknolojik fark yoktur.

Sıra Sizde 2

Osmanlı'da Mühendishanelerin kuruluşunun başlıca nedeni savaşlar sonucu toprak kayıplarının başlaması sonucu orduda ıslahat zorunlu hale gelmiştir. Osmanlı'da Mühendishanelerin kuruluşu bir bakıma zorunluluğun bir sonucudur.

Sıra Sizde 3

Osmanlı'da Darülfunun'un neden Mühendishanelerden sonra kuruluş nedenlerinden birisi Mühendishanelerin zorunlulukdan kurulmuş olmasıdır.

Yararlanılan Kaynaklar

İhsanoğlu, E. **Osmanlı Bilim Tarihi Literatürü Serisi**, İslam Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi (IRCICA), Toplam 18 ciltten oluşan bu seride yer alan kitapların tam listesi tarih sırasıyla şöyledir: *Osmanlı Astronomi Literatürü Tarihi* (2 cilt, 1997); *Osmanlı Matematik Literatürü Tarihi* (2 cilt, 1999); *Osmanlı Coğrafya Literatürü Tarihi* (2 cilt, 2000); *Osmanlı Musiki Literatürü Tarihi* (1 cilt, 2003); *Osmanlı Askerlik Literatürü Tarihi* (2 cilt, 2004); *Osmanlı Tabii ve Tatbiki Bilimler Literatürü Tarihi* (2 cilt, 2006); *Osmanlı Tıbbi Bilimler Literatürü Tarihi* (4 cilt, 2008); *Osmanlı Astroloji*

Literatürü Tarihi ve Osmanlı Astronomi Literatürü Tarihi zeyli (1 cilt, 2011), *Osmanlı Bilim Literatürü Tarihi Zeyli* (Matematik, Coğrafya, Musiki, Askerlik, Tabii ve Tatbiki Bilimler, Tıbbi Bilimler) ve *Osmanlı Mavzu'at al-Ulum Literatürü Tarihi* (1 cilt, 2011), *Osmanlı Bilim Literatürü Tarihi Genel İndeksi* (1 cilt, 2011).

8

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

-  XIX. ve XX. Yüzyıllardaki bilimsel gelişmeleri açıklayabilecek,
 -  Cumhuriyet döneminde Türkiye’de bilimsel gelişmeleri tanımlayabilecek,
 -  Roket, bilgisayar, uçak, otomobil vb. araçların nasıl icat edildiklerini aktarabilecek,
 -  Matematik, astronomi, fizik, kimya alanlarında geliştirilen kuramları yorumlayabilecek,
 -  Modern bilim anlayışının önceki dönem bilim anlayışından farklarını anlatabilecek
- bilgi ve becerilere sahip olabilirsiniz.

Anahtar Kavramlar

- | | |
|---|--|
|  Grup Kuramı |  Riemann Geometrisi |
|  Saf ve Uygulamalı Matematik |  Paralel Postulası |
|  Hücre Kuramı |  Astrofizik |
|  Atom Kuramı |  Big Bang |
|  Lobatchevski Geometrisi |  Alan Çizgileri |

İçindekiler

- ❖ Giriş
- ❖ XIX. ve XX. Yüzyıllarda Matematik
- ❖ XIX. ve XX. Yüzyıllarda Astronomi
- ❖ XIX. ve XX. Yüzyıllarda Fizik
- ❖ XIX. ve XX. Yüzyıllarda Kimya
- ❖ XIX. ve XX. Yüzyıllarda Biyoloji
- ❖ XIX. ve XX. Yüzyıllarda Teknoloji
- ❖ Cumhuriyet Döneminde Türkiyede Bilim

Yeniçağda Batıda Bilimin Gelişimi ve Cumhuriyet Dönemi'nde Türkiye'de Bilim

GİRİŞ

XIX. ve XX yüzyıllar bilimsel gelişmelerin diğer dönemlere göre çok daha hızlı gerçekleştiği ve toplumsal hayata etkisinin daha yoğun hissedildiği bir dönemdir. Bundan dolayı, bu dönemi teknik ve icatlar yüzyılı olarak nitelendirmek yerinde olur. Bu dönemde bilim ve teknik önceki dönemlerde olmadığı kadar birbirine yakınlaşmıştır. Ortaya çıkan bu gelişmenin en önemli nedeni ise gelişmiş laboratuvarlarda yapılan çalışmalardır. Bu durum anlaşıncı, Almanya, Amerika, Japonya gibi ülkelerde XX. yüzyılda dev laboratuvarlar inşa edilmiştir.

XIX. ve XX yüzyıllarda gözlemlenen diğer bir gelişme ise bilimin dinden ve felsefeden bütünüyle ayrılması, daha fazla kurumsallaşması ve Ecole Polytechnique, Normale Supérieure ve Cambridge gibi uluslararası merkezlerin kurulmasıdır.

Bu dönem aynı zamanda geniş kapsamlı kuramların ortaya çıktığı dönemdir. Görelilik ve Kuantum Kuramları, Atom Kuramı, Hücre Kuramı, Evrim Kuramı, Büyük Patlama Kuramı bu dönemin ürünüdür.

Bütün bu gelişmelerle birlikte bilimin etik tarafının tartışılması da bu dönemde yapılmış, bilimin kendisinin değil, ürettiği bilginin kullanımının etik boyut içerdiği anlaşılmış, sonuçta bilimin önemi daha da artırmış ve “bilgi güçtür” anlayışı yerleşmiştir. Nitekim Cumhuriyetimizin kurucusu Atatürk de bunun önemini kavramış, Cumhuriyetimizin temeline bilimi koymayı hedeflemiş ve “Hayatta en hakiki mürşit bilimdir ve fendir” görüşünü dile getirmiştir.

XIX. VE XX. YÜZYILLARDA MATEMATİK

XIX. ve XX. yüzyılda matematikte sayılar kuramı, grup kuramı, fonksiyonlar kuramı, saf ve uygulamalı matematik gibi yeni alanlar doğmuş, akademik yaşam gelişmiş, uzmanlaşma gerçekleşmiş, matematikçiler genel konulardan çok özel matematik problemlerine yönelmişlerdir. Artık bir matematikçi, matematikçi olarak değil, örneğin analizci veya küme kuramcısı olarak anılmaya başlamıştır.



Matematiğin doğası hakkında ayrıntılı bilgi edinmek için, Sinan Sertöz'ün *Matematiğin Aydınlık Dünyası*, (Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 1996) adlı kitabını okuyabilirsiniz.

Cebir

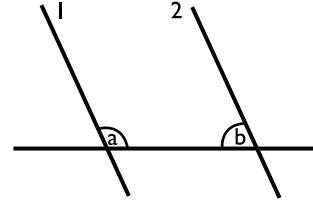
XIX. yüzyılda cebir alanında en önemli gelişme Karl Friedrich Gauss'un (1777-1855) *Aritmetik Araştırmaları* adlı eserinde modern sayılar kuramını geliştirmesidir. Gauss, sekizinci derece denklemleri yardımıyla 1801'de bulunan Ceres gezegeniğinin (asteroit) yörüngesini belirlemiştir.

Gauss'un ele aldığı ama başarılı olamadığı beşinci derece denklemleri ($ax^5 + bx^4 + cx^3 + dx^2 + ex + f = 0$) konusunda çözüm bu dönemde Henrick Abel'den gelmiştir. Abel yaptığı çalışmalarla, “eğer bir denklemde dörtten fazla kök varsa genel bir çözüm verilemeyeceği”ni ispatlamıştır. Yine cebir konusunda Paola Ruffini grup kuramını formüle etmiş ve Galois de “her cebir denkleminde, denklemin esas karakterini yansıtan bir grubun karşılık geldiği”ni göstermiştir.

Lineer cebir problemleri ortaya çıkmış bu da determinantlar ve matrisleri geliştirmiştir. Bu alanda Wronski dört tür determinant tanımlamış ve Cauchy ise günümüzde kullanılan biçimlerini formüle etmiştir. Daha sonra Jacobi determinantlar için genel prensipler belirlemiş ve Arthur Cayley ise 1858’de matrisi tanımlamıştır. Bu dönemde cebirde Descartes’in Kartezyen Koordinat sistemine karşılık Türdeş Koordinat sistemi geliştirilmiştir. Bu da üç boyutlu koordinat sistemine giden yolu açmıştır.

Geometri

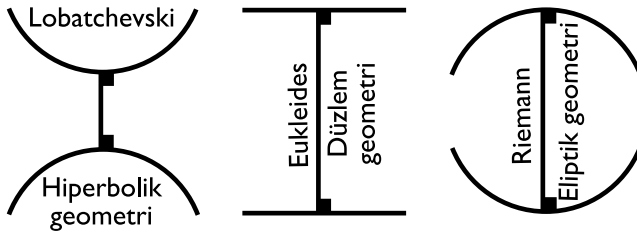
Bu dönemde geometrideki en önemli gelişme Eukleides’in beşinci postulasından hareketle oluşturulan Eukleides-dışı geometrilerin kurulmasıdır. Bilim tarihine paraleller postulası adıyla geçen bu postulanın ifadesi şöyledir: “İki doğru üçüncü bir doğru tarafından kesildiğinde, bu iki doğru içte meydana gelen açıların 180° ’den küçük olduğu tarafta kesişirler” veya “bir doğruya dışındaki bir noktadan sadece bir paralel çizilebilir.” Bunu bir postula olarak veren Eukleides’ten sonra bu postula, teorem sanılarak kanıtlanmaya çalışılmış, bu çalışmalardan Eukleides-dışı geometriler doğmuştur.



Resim 8.1: Paraleller Postulası
 $a+b=180^\circ$ olduğunda 1 ve 2 doğruları paralel olurlar.

Batı’da konuyla ilgili ilk önemli çalışmayı Giovanni Gerolamo Saccheri (1667-1733) yapmış, ancak postulayı kanıtlamakta başarısız olmuştur. XIX. yüzyılda Legendri (1752-1831) beşinci postulayı “bir üçgenin iç açılarının toplamı iki dik açıya eşittir” biçiminde yeniden ifade etmiş, 1826 yılında Nicolai Lobatchevski (1792-1858) ise bu postula yerine yeni bir postula koyarak Lobatchevski Geometrisini kurmuştur. Buna göre “bir üçgenin iç açılarının toplamı 180° ’den küçüktür” ya da “bir doğruya dışındaki bir noktadan sonsuz paralel çizilebilir.” 1854 yılında ise Bernhard Riemann (1826-1866) benzer bir değiştirmeye Riemann Geometrisi’ni kurmuştur. Bu geometriye göre ise “bir üçgenin iç açılarının toplamı 180° ’den büyüktür” veya başka bir ifade ile “bir doğruya dışındaki noktadan hiç paralel çizilemez.” Böylece XIX. yüzyılda matematikçiler üç farklı geometriyle karşı karşıya kalmışlardır. Sonuçta bunlardan “hangisi benimsenmelidir” ya da “hangisi doğrudur” gibi tartışmalar çıkmış, Felix Klein (1857-1925) bu üç geometrinin aslında ilişkili olduğunu göstererek tartışmaları sonlandırmıştır: Eukleides Geometrisi “sıfır” eğimli yüzeylerde işe yarıyordu. Yani bir düzlem geometrisiydi. Lobatchevski Geometrisi, “negatif” eğimli yüzeylerde geçerliydi ve küre içi geometrisiydi (Hiperbolik Geometri). Riemann Geometrisi ise “pozitif” eğimli yüzeylerde kullanılabilirdi, yani küre dışına aitti

(Eliptik Geometri). Öyleyse orta büyüklüklerin dünyasında Eukleides Geometrisi geçerlidir. Ancak küresel olması dolayısıyla uzayda bu geometri işe yaramayacağından, tıpkı Einstein’ın yaptığı gibi, Riemann Geometrisini kullanmak yerinde olur.



Resim 8.2: Eukleides ve Eukleides-Dışı Geometrilere

XIX. VE XX. YÜZYILLARDA ASTRONOMİ

Yeni Gök Cisimlerinin Keşfi

1781’de Herschel’in Uranüs’ü keşfiyle Güneş sisteminin altı gezegenden oluşmadığı anlaşıldı, XIX. ve XX. yüzyıllarda ise sistemin diğer üyeleri Neptün, Plüton, bazı asteroitler ve gök cisimleri keşfedildi. XVIII. yüzyılın sonlarında, astronom Guiseppe Piazze (1746-1826), Mars ve Jüpiter arasında, daha sonra Ceres adı verilen ufak bir gezegen belirlemiş, dönemin önemli matematikçilerinden Gauss da yörüngesini hesaplamıştı. 1802 yılında aynı bölgede Pallas asteroidi bulunmuş ve ardından aynı bölgede, bu asteroitler gibi sayıları iki bini bulan asteroidin olduğu anlaşılmıştır.

1821 yılında matematikçi Alexis Bouvard (1767-1843) Uranüs çizelgeleri üzerinde çalıştığı sıralarda yarım dakikalık bir hata fark etti ve matematikçiler arasında bu hatanın başka bir gezegenden kaynaklandığı görüşü hakim olmaya başladı. Niccolo Cacciottore 1835’de Uranüs’ün ötesinde bir gezegen gözlemlediğini öne sürdü. Aynı gezegeni 1831’de Louis François Wartman da gördüğünü öne sürmüştü. 1842 yılında ise Göttingen Bilimler Akademisi Uranüs probleminin çözümü için ödül teklif etti. Uranüs’ün hatalı yörüngesinden sorumlu olan gezegeni bulma şerefi John Couch Adams’a (1819-1982) nasip oldu. Adams, bu hatanın Uranüs’ün dışındaki bir gezegenden kaynaklanabileceğini düşündü ve yaptığı hesaplar sonucunda bu gezegenin koordinatlarını ve büyüklüğünü hesapladı. Aynı çalışmaları Le Verier (1811-1877) de Adams’tan bağımsız olarak yapmıştı. 1846’da Alman astronom Johann Galle teleskopunu saptanan koordinatlara çevirdiğinde yeni gezegeni gözlemlemeyi başardı. Bu yeni gezegene Neptün adı verildi. Ancak yapılan gözlemler ve hesaplar bu gezegenin yörüngesinde de bazı sapmalar olduğunu göstermekteydi. 1915 yılında yapılan hesaplar, bu sapmanın bir başka gezegenden kaynaklandığını ortaya koydu. 1930 yılında, Lowell Gözlemevi’nde çalışan C. W. Tombaugh bu sapmalara neden olan yeni gezegeni bulduğunu açıkladı. Bu gezegene Plüton gezegeni adı verildi. Ancak Plüton gezegenin yörüngesinde de bazı sapmalar belirlendi ve 1978’de bu sapmalara neden olan Plüton’un uydusu Charon keşfedildi. Böylece yapılan bu gözlemler sonucunda, Güneş sisteminin dokuz gezegenden oluştuğu ve kuyruklu yıldızlarla asteroitleri de hesaba katarsak oldukça fazla sayıda üyesi bulunduğu anlaşıldı. Ancak Uluslararası Astronomi Derneği 2007 yılında aldığı bir kararla Plüton’u gezegen statüsünden çıkardı. Çünkü Plüton’un diğer gezegenlerin aksine Güneş sisteminin yörünge düzlemine olan açıl konumu çok farklıydı ve Güneş Sistemi’nin dışında çeşitli asteroitlerin bulunduğu Kuiper Kuşağı’na ait gibi görünmekteydi. Üstelik bir gezegen olamayacak kadar küçük bir kütleyle sahipti. Böylece Güneş Sistemi’ndeki gezegen sayısı sekiz olarak kabul edildi.



Gökyüzü hakkında ayrıntılı bilgi için, M. Emin Özel ve Talat Saygac’ın *Gökyüzünü Tanıyalım*, (Ankara: TÜBİTAK, 1997) adlı kitabını okuyabilirsiniz.

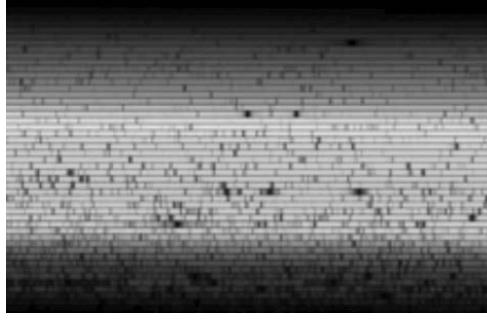
Dinamik Astronomi

XVII. yüzyılda Kepler gezegen yörüngelerinin elips olduğunu bulmuş ve elips yörünge hareketini matematiksel, yani kinematik olarak açıklamıştı. Gezegen hareketlerini dinamik olarak inceleyen ilk bilim insanı ise Newton’dur. Gök mekaniği düşüncesi onunla başlamıştır. Newton’un ortaya koyduğu evrensel çekim yasası, evrendeki iki cismin birbirlerini kütleleri ile doğru, aralarındaki mesafenin karesiyle ters orantılı olarak çektiğini ifade etmekteydi. Ancak Newton birbirini çeken iki cisim üzerinde çalışmıştı. Newton’dan sonra bu dönemde sadece iki cisim değil üç ve daha fazla cisim arasındaki çekim ele alınmış, 18 cismin karşılıklı gravitasyonel etkilerine ilişkin matematiksel ölçümler verilebilmişti. XIX. yüzyılda hedef hiç gözlem yapılmadan, tamamıyla matematiksel olarak, gravitasyonel kanunlar kullanılarak gökcisimlerinin konumlarını bulmak olmuştur.

XIX. yüzyılda bu alanda çalışan en önemli isim Pierre Simon Laplace’dır (1749-1827). Laplace, hiçbir gözleme başvurmaksızın, Güneş sistemindeki bütün gezegenlerin hareketlerini matematiksel olarak gösterebileceğini iddia etmiş, bunun için bir dizi formül önermiştir. Beş ciltlik *Mécanique Céleste* (Gök Mekaniği) adlı eserinde gravitasyonel astronomiye ilişkin görüşlerini vermiştir. Böylece XIX. yüzyılda dinamik astronomi matematikçilerin en gözde konularından biri haline geldi ve pek çok ünlü matematikçi bu alanda çalışmaya başladı.

Astrofizik

Astronomide şimdiye kadar yapılan çalışmalar gezegenlerin gözlemlenmesi ve onların hareketlerinin açıklanması üzerineydi. Ancak XIX. yüzyılda yapılan çalışmalar yıldızların bünyesinin neden oluştuğu sorusunu gündeme getirdi ve astrofizik adında yeni bir alan ortaya çıktı. Astrofiziğin ortaya çıkışı ve gelişmesi ise spektral analizin doğuşuyla başladı. Spektral analiz, herhangi bir gökcisminin yaydığı ışığın, spektroskop denilen aletten geçirilerek gökcisminin yapısı hakkında bilgi edinilmesidir. Yapılan çalışmalarla yedi renge ek olarak Kırmızı Ötesi ve Mor Ötesi alanları keşfedildi. Böylece spektrum yelpazesi genişledi. Ayrıca ısıtılan cisimlerin spektrumu alınmaya başlandı ve her cismin spektrumunun kendine özgü bir yapıda olduğu anlaşıldı. Bundan sonra ise Güneş ve yıldızların spektrumuna başlandı.



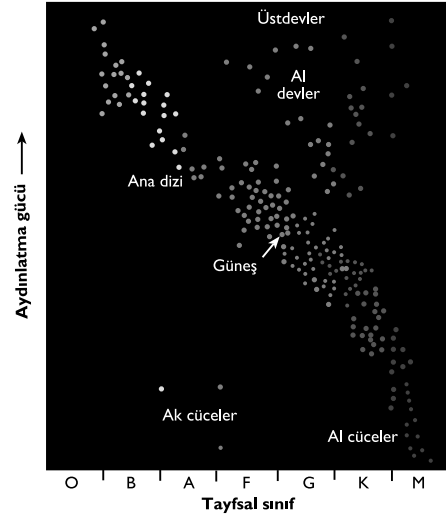
Resim 8.3: Güneş'in Tayfında Bulunan Fraunhofer Çizgileri

1802'de W. Hyde Wollaston (1766-1828) Güneş'ten gelen ışığın spektrumunu inceledi ve irili ufaklı bir takım dikey, siyah çizgiler gördü. Bunlara bir açıklama getiremedi. 1814'de Joseph Fraunhofer (1787-1826), bu çizgilerin yaklaşık 574 tane olduğunu ve Güneş'ten çıkan ışınların daha soğuk gazlardan geçmesi nedeniyle siyah olarak spektrumda yer aldığını belirledi. Bu çizgilere Fraunhofer Çizgileri adı verildi. Fraunhofer diğer yıldızların da spektrumunu aldı ve her yıldızın kendisine özgü spektrumu olduğunu gösterdi. Ancak bu çizgilerin ne olduğunu açıklayamadı. 1859'da Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) ve Robert Wilhem Bunsen (1811-1899), sıcaklıkla spektrum çizgileri arasında bir bağıntının olduğunu kanıtladılar ve her çizginin bir elemente karşılık geldiğini buldular.

Yıldızlardan gelen ışığın onların yapısı ile ilgili bilgileri barındırdığının keşfinden sonra, yıldızların sınıflandırılması düşüncesi oluştu. Böyle bir sınıflamayı ilk kez Angelo Secchi (1818-1878) önerdi. Secchi, yaptığı spektral analizlerin sonucunda bütün yıldızların dört ana grupta toplanabileceğini gösterdi.

1. Hidrojen ağırlıklı, beyaz ya da mavi ışık,
2. Pek çok elementten oluşur ve sarı ışık,
3. Kimyasal molekülleri barındırır ve kırmızı ışık,
4. Aşırı kırmızı ışık yayan yıldızlardır.

1890 yılında, Harvard Gözlemevinin yayınladığı katalogda Secchi'nin bu tasnifi aynen alındı ve iki yeni tip ilave edilerek, B, A, F, G, K, M harfleri kullanıldı. Böylece, yıldızların doğuşuna ve gelişimine ilişkin bilgiler kolaylıkla ulaşılabilir hale geldi. 1910 yılında, Danimarkalı Ejnar Hertzsprung (1873-1967) ve Amerikalı Henry Norris Russell (1877-1957) bu sınıflamayı bir diyagrama dönüştürdüler.



Resim 8.4: Hertzsprung-Russell

Evrenin Oluşumu ve Büyük Patlama Kuramı

Büyük Patlama (Big Bang) Kuramı, evrenin bugünkü halinin, tek bir noktadan patlama ile genişleyerek oluştuğunu kabul eden kuramdır. Yirminci yüzyılın ortalarında astronomiye ilişkin olgulara dayanılarak öne sürülen bu kuram, yirminci yüzyılın en önemli düşünsel devrimlerinden biridir.

Evrenin genişlemekte olduğu, uzak galaksilerin ve yıldızların hızlarına ilişkin yapılan çalışmalarla ortaya çıktı. XX. yüzyılın başlarında galaksiler üzerinde yapılan çalışmalarda, yıldızların uzaklıkları ile hızları arasında bir ilişki olduğu saptandı. Bu buluş üzerine Edwin P. Hubble (1889-1953), 1922 yılında, ABD'de Mount Wilson Gözlemevinde, pek çok galaksinin ve özellikle de Andromeda Galaksisinin hızını belirlemek üzere bir çalışma başlattı ve bu çalışmada galaksilerin farklı kısımlarının dönüş hızlarını ölçmek için Doppler Etkisi'ni kullandı. 1842'de Christan Doppler (1803-1853), yıldızların spektrumu üzerine çalışmış ve evrendeki bazı yıldızların spektrumlarının kırmızıya kaydıklarını, bazılarının ise mora kaydıklarını belirlemişti. Kırmızıya kayan yıldızlar bizden uzaklaşıyorlar, mora kayan yıldızlar ise bize yaklaşıyorlardı. Hubble, çalışmaları sırasında değişik yıldız kümelerinin uzaklıklarını hesap etti ve bu

yıldız kümelerinin pek çoğunun kırmızıya kaydığını, yani bizden uzaklaştıklarını belirledi (1924). 1929'da ise bu hızın uzaklıkla doğru orantılı olduğunu gösterdi; yani galaksinin uzaklığı arttıkça hızı da artmaktaydı. Hubble, bu bulguyu matematikselleştirdi ve bir grafik biçimine dönüştürdü (Hubble Yasası ya da Kırmızıya Kayma Yasası). Sonuç açıktı; evren statik yani durağan değil, genişleyen bir yapıdır.

Aynı yıllarda Rus fizikçi Alexander Friedmann (1888-1925) ve Georges Lemaitre (1894-1966), Genel Görelilik Kuram'ına dayanarak evrenin genişlemekte olduğu sonucuna ulaştılar. Bu sonuca ve Hubble'ın gözlemine dayanarak Einstein, evrenin sabit olduğu varsayımını terk etti. 1933 yılında, E. A. Milne, Özel Görelilik Kuramı'na dayalı olarak evrenin genişlemesini açıklayan bir model öne sürdü. 1960'lardan itibaren bu model Büyük Patlama Kuramı adıyla küçük değişikliklerle kabul edilmeye başlandı.

1965 yılında Arno Penzias (doğumu 1933) ve Robert Wilson (doğumu 1936), Bell Telefon Laboratuvarında, bir radyo anteni ile Samanyolu dışından yayılan radyo dalgalarının şiddetini ölçmek amacı ile son derece duyarlı bir mikrodalga detektörünü denediler ve fonda beklenmedik bir gürültü işittiler. Atmosferin dışından gelen gürültünün belirli bir yönü yoktu; alıcının yeri değiştiğinde gürültünün şiddeti değişmiyordu. Nedenini açıklayamadıkları bu ses gerçekte, evrenin tümünün bir zamanlar bir plazma halinde iken patlamasıyla ortaya çıkan elektromanyetik dalgaların bir kalıntısı, yani daha önceki bir zamanda evrene egemen olan ve evrenin genişlemesi sonucu şimdi 2,728 Kelvine (-270,422 derece) kadar soğumuş bulunan sıcak elektromanyetik siyah cisim ışımasından artakalandı. Aynı yıllarda, Bob Dicke ve Jim Peebles adlı iki fizikçi de mikrodalga üzerine çalışmaktaydılar. Çalışmaları, George Gamow'un ilk evrenin akkor parlaklığında, çok sıcak ve yoğun olduğu yolundaki varsayımı üzerineydi. Dicke ve Peebles bu akkor parlaklığının hala görülebileceğini düşünüyorlardı. Bu ışık evrenin çok uzaklarından bize yeni erişiyor olmalıydı; şu anda biz bu ışığı mikrodalga olarak algılamalıydık. İkili, çalışmalarını sürdürürken Penzias ve Wilson'ın bunu zaten bulduklarını fark ettiler. Bu sonuca göre, gürültü, erken evren döneminden arta kalan bir radyo gürültü arka alanıdır (Arka Alan Işması). Yani evren, eğer patlama ile oluşmuşsa, belli bir kelvin derecelik bir arka alan ışıması olmalıdır. Bu buluşlarından ötürü Penzias ve Wilson'a 1978 Nobel Ödülü verildi.

1960 yılında, T. Matthews ve A. Sandrage, radyo dalgası yayan bir cisim (3C48) belirlediler ve tayfını aldılar; ancak tayf çizgilerinin niteliklerini belirlemeyi başaramadılar. 1963'de aynı tipte bir cisim daha belirlendi (3C273); 1967'ye gelindiğinde ise 150'nin üzerinde benzer cisim bulundu. Bunlara, "yıldızimsı cisim" ya da "kuasar" adı verildi. Hollandalı gökbilimci M. Schmidt, bunları aşırı kırmızıya kaymış yıldızlar olarak tanımladı. Bulunan cisimlerin hızları hesaplandığında, hızlarının ışık hızının % 80'i olduğu bulundu. Bunlara Hubble yasası uygulandığında mesafelerinin, bilinen tüm galaksilerin ötesinde, milyarlarca ışık yılı uzaklığa karşılık geldiği tespit edildi. O halde kuasarlar, milyarlarca ışık yılı uzaklıkta, evrenin ilk zamanlarından kalma cisimler olmalıydılar.

Yıldızların kırmızıya kayması, arka alan ışıması ve kuasarlar, evrenin bir patlama sonucu oluştuğunu gösteriyordu. Bu patlama ve genişleme sonucunda, en hızlı hareket eden kütleler en dışta, en yavaş hareket edenler en içte olmak üzere bir yayılım başladı. Patlama ve genişleme süreci 10-20 milyar yıl kadar sürdü ve hâlâ sürmektedir. Evren ilk dönemlerinde çok yoğun, çapı Güneş'in çapından 30 kat fazla, küre biçiminde bir hacim içine sıkışmış haldeydi. Isı çok yüksek, 1 milyar derecenin üzerindeydi. Atomlar proton, nötron ve elektronlarından tamamen soyulmuş haldeydiler. Bu ilk devirde en büyük rolü, bütün uzayı dolduran ışıınım oynuyordu. Madde atomları çok az idi ve kuvvetli ışık kuantumları ile fırlatılıyordu. Yaklaşık 1 saat sonra ısı 1 milyar dereceye, 30 milyon yıl sonra da bir kaç bin dereceye düştü. Patlamanın ilk saniyelerinde sıcak gazlar oluşmaya başladı. Ancak 30 milyon yıl içinde belli bir atom parçacığı oluşmamıştı. Bu gaz-kütle soğumasını sürdürdü ve ısı bir kaç bin dereceye düştü. Bu sırada atomlar oluşmaya başladı. Duman halinin bu anında toz-gaz bulutları içinde ilk olarak hidrojen ve helyum bulunuyordu. Sonra çekim kuvveti etkisiyle belirli toplanımlar oluşmaya başladı. Bunlar galaksileri oluşturacak olan dev gaz kütleleriydi.

Evren bugün de genişlemesini sürdürmektedir. Ancak bazı bilim adamlarına göre bu genişleme ve yayılım sonsuz olamaz; bir noktada durmalıdır. Çünkü ilk patlama ile yayılan cisimlerin hızları, gravitasyon alanları yardımıyla birbirlerini çektikleri için azalacak ve bir noktada sıfıra inecektir. Bu noktada evren ya tamamen dengeli bir sistem haline gelecek, hareket duracak, ısı tek düze biçimde yayılacak, sistem durgunlaşacaktır ya da cisimler arasındaki çekim devam edecek ve bu sefer evren

büzülmeye başlayacak ve madde akımı merkeze doğru olacaktır. Bu büzülme de, genişleme gibi milyarlarca yıl alacak ve her şey yine büyük patlamada olduğu gibi bir noktada birleşecek ve bir anda yok olacaktır. Bazı bilim adamlarına göre ise bu aslında yeni bir başlangıç olacaktır. Mevcut şekliyle tam olmamakla birlikte, Büyük Patlama Kuramı evrenin hâlihazırdaki durumunu en iyi açıklayan kuramdır.

Uzayın Keşfi

Uzaya seyahat edebilmek roketlerle mümkün olmuştur. Roketlerle uzaya seyahatin mümkün olacağını savunan ve bu konuda ilk bilimsel eseri (Kozmik Uzayın Tepkili Motorlarla Keşfi, 1903) yayınlayan kişi Constantin Tsiolkovsky (1857-1935) adlı bir Rus bilim adamıdır. Ancak bu çalışma ciddiye alınmamıştır. 1920'lerde Amerikalı Robert H. Goddard (1882-1945) ve Romanya asıllı bir Alman Hermann Oberth (1894-1989) modern roket biliminin temellerini attılar. Oberth Dünya'dan bir cismin uzaya gönderilmesi ile ilgili kuramlar ve formüller üretti ve bundan esinlenerek Almanya'da Uzaya Seyahat Kurumu kuruldu. 1919'da Goddard konuyla ilgili görüşlerini bir rapor olarak yayınladı. Raporda Ay'a gönderilecek bir roketten de söz edilmekteydi. Bu çalışmalar ışığı altında 1926'da bir deney roketi hazırlandı ve bu roket yaklaşık 60 metre kadar havalandı. Bundan 10 sene sonra Goddard, içinde barometre, termometre gibi ölçü araçlarının ve bir fotoğraf makinesinin bulunduğu ilk roketi havaya fırlatmayı başardı.

Füzecilik ve uzay yolculuğu denildiğinde akla ilk gelen isim kuşkusuz Wernher Maximilian von Braun'dır (1912-1977). Goddard ve Oberth'in çalışmalarından haberdar olan von Braun Alman Uzaya Seyahat Kurumunda füze denemeleri yaptı. Von Braun'ın çalışmalarıyla almanlar V-2 roketlerini yapmayı başardılar. Ancak savaştan sonra von Braun Amerika'ya kaçtı ve Kaliforniya'da kurulan Cape Canaveral (şimdi Cape Kennedy) Uzay Araştırmaları Merkezi'nde çalışmaya başladı. 4 Ekim 1957 tarihinde ise Ruslar dünyanın ilk yapay uydusu olan Sputnik-1'i dünyanın yörüngesine oturtmayı başardılar. 31 Ocak 1958'de ilk Amerikan yapay uydusu yörüngeye oturtuldu. Bu çalışmalar soğuk savaş yıllarında Amerika ile Rusya arasında bir yarışa döndü.

1958 Ekim'inde Amerikalılar NASA'yı (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi) kurdular. Ancak uzaya insanlı roket göndermeyi başaranlar Ruslar oldu. 12 Nisan 1961'de Vostok-1 adlı roketle birlikte uzaya çıkan bu ilk insan Rus Yuri Gagarin'dir. Sonraki başarı Amerikalılardan geldi. 21-27 Aralık 1968'de Frank Borman, James Lowel ve William Anders Ay çevresini Apollo-8 ile dolaştılar ve inişe uygun yerleri tespit ettiler. 20 Temmuz 1969 günü ise, Neil Armstrong, Edwin Aldrin ve Michael Collins idaresi altındaki Apollo-11 uzay aracı Ay'ın Sessizlik Denizi denilen ıssız bir düzlüğüne indirildi. Neil Armstrong Ay'a ilk ayak basan insan unvanını elde etti. Bu başarı, gezegenlere gönderilen insansız araştırma gemileri ve 1981'de uzay mekiğinin geliştirilmesiyle sürdü.



Evren hakkında ayrıntılı bilgi edinmek için, Josph Silk'in *Evrenin Kısa Tarihi*, (Ankara: TÜBİTAK, 1997) adlı kitabını okuyabilirsiniz.

XIX. VE XX. YÜZYILLARDA FİZİK

Elektrik ve Elektromanyetik Kuram

Elektriklenmeye ve mıknatıslanmaya ilişkin bilgiler çok eskilere gitmekle birlikte, ilk sistemli incelemeler, XVII. yüzyıldan sonra gerçekleşmiştir. XVII. ve XVIII. yüzyıllar boyunca, Stephan Grey (1666-1736), Franz Ulrich Aepinus (1724-1802) ve Benjamin Franklin (1706-1790) gibi araştırmacılar elektriklenme ve mıknatıslanma konuları üzerinde çalışmış ve pek çok yeni bilgiye ulaşmışlardır. Olgunun nicel boyutuna ilişkin önemli katkıyı ise 1758'de iki elektrik yükü arasındaki kuvvetin doğrudan doğruya, yüklerin nicelikleriyle doğru, aralarındaki mesafenin karesiyle ters orantılı olduğunu kanıtlayarak Charles

Augustin de Coulomb (1736-1806) gerçekleştirmiştir: $F = \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$. Coulomb Kanunu adını alan bu

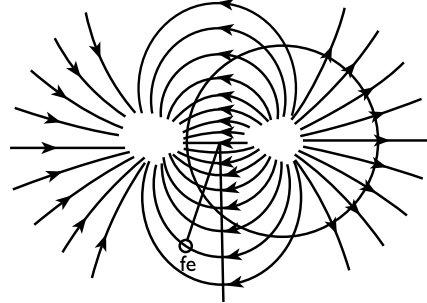
ilişkinin keşfiyle birlikte, statik elektrige ilişkin matematiksel bir kuram geliştirmek olanaklı hale gelmiş ve Siméon Denis Poisson (1781-1840) bu ilişkiyi potansiyel kuramla ifade etmeyi başarmıştır. Bu başarı, daha önce Pierre Simon Laplace tarafından elektrostatiğe ve manyetizmaya ilişkin olarak geliştirilen, diferansiyel denklemin bu alanda da geçerli olduğunu kanıtlamıştır. Ancak elektrik alanındaki yeni

gelişme çizgisini asıl başlatan, akımsal elektriği keşfeden Luigi Galvani olmuştur. Buradaki asıl dikkat çekici yön, Galvani'nin keşfinden hareketle Alessandro Volta'nın akımsal elektriği fiziksel olarak yorumlaması ve ilk elektrik akımı üreten Volta Pili'ni geliştirmesidir. Böylece doğrusal akım kaynağı olarak bataryaların kullanılmaya başlanması, yalnızca elektriksel akım gücünün değil, aynı zamanda elektriksel mıknatıslanma kuvvetinin de keşfini sağlamıştır.

Pilin bulunmasının ardından, 1820 yılında, Hans Christian Oersted pusula iğnesinin elektrik akımı tarafından sapmaya uğratıldığını keşfetmiştir. Oersted'in elektrik ve manyetizma arasındaki yakın ilişkiyi gösteren bu keşfi, daha sonra birçok bilim adamı tarafından geliştirilecek ve sonuçta elektrik taşıyan herhangi bir deriştirgecin çevresinde kuvvet çizgileri, yani manyetik bir alan oluşturduğu anlaşılabacaktır. Mıknatıslanma adı verilen bu olgu, Oersted'den sonra, André Mariè Ampère'in (1775-1836) dairesel bir telden geçen akımın, bir mıknatısın ürettiğine benzer bir manyetik kuvvet ürettiğini göstermesiyle de, nicellik kazandı. Böylece, bilim adamlarının dikkati, manyetizmanın kaynağının madde içinde devinen elektrik akımları olabileceği düşüncesi üzerinde yoğunlaşmaya başladı. Ampère, aynı zamanda akım taşıyan iki telin, iki demir çubuk mıknatısın birbirlerine manyetik kuvvet uygulamasına benzer biçimde manyetik etkileşimde bulunduklarını da gösterdi. Böylece XIX. yüzyılın başlarında elektrik ve manyetizmayla bağlantılı üç şey açık hale geldi:

1. Mıknatıslar diğer mıknatıslarla etkileşirler.
2. Elektrik akımları mıknatısları etkileyebilirler.
3. Elektrik akımları birbirleriyle manyetik etkileşime girebilirler.

Bu önemli gelişmelerin bir sonraki adımını ise Micheal Faraday (1791-1867) gerçekleştirdi. 1831'den başlayarak Faraday, bir elektrik akımı mıknatıs üzerine etki ediyorsa, bir mıknatıs da akım üzerinde karşıt bir etkide bulunmalıdır sonucunu çıkardı ve bu amaçla, bir mıknatısın yakın çevresinde akım yaratabileceğini göstermeye çalıştı. Konuyu deneysel olarak irdeleyen Faraday, böylece bir elektrik devresinin veya iletkenin yakınında bulunan bir mıknatısın hareket ettirilmesi halinde, devrede akım oluştuğunu keşfetti. Böylece belirli koşullar altında mıknatısların da elektrik akımları ürettiklerini gösteren Faraday, deneylerinde bir çubuk mıknatıs alıp, akım taşıyan iletken tel bobini boyunca hareket ettirmiş ve içinden geçen akımı ölçebilmek için de bobini bir galvanometreye bağlamıştır. Mıknatıs hareket ettirildiğinde galvanometre, hareket eden mıknatısın elektrik akımı ürettiğini göstermiştir. Elektrik ile manyetizma arasındaki simetrisinin tamamlanmasını sağlayan ve elektromanyetik ışık kuramının önemli bir kısmını oluşturan bu buluş, aynı zamanda Faraday'ın konuya deneysel olarak yaptığı en önemli katkıdır.



Resim 8.5: Kuvvet Çizgileri

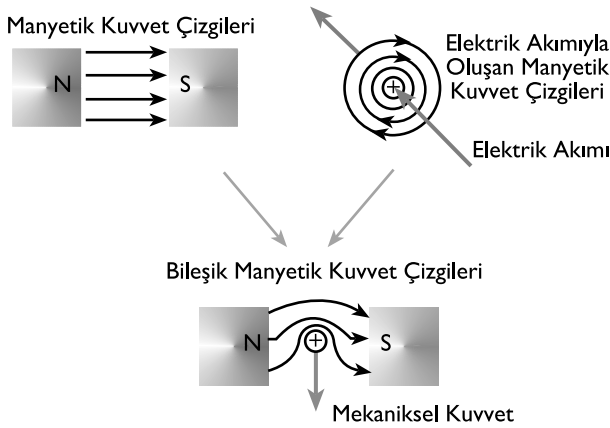
Faraday'ın ikinci katkısı ise kuramsal düzeydedir. Faraday'a göre doğadaki bütün güçler bir birlik oluşturmaktadır ve bütün fiziksel etki türleri aslında tektir ve o da kuvvet çizgilerinin oluşturduğu bir ortamdır. Faraday'ın bu düşüncesi daha sonra Maxwell tarafından geliştirilecek olan Alan Kuramının özünü oluşturması bakımından değerli bir kavrayıştır. Faraday'ın bu kuramsal düşüncesinden hareket eden Maxwell, ünlü Elektromanyetik Kuramını formüle etmiştir.

James Clerk Maxwell

James Clerk Maxwell'in (1831-1879) geliştirdiği Elektromanyetik Kuram, optik, elektrik, manyetizma ve ısı olgularını bir arada açıklamayı olanaklı kılan kapsamlı bir kuramdır ve asıl dikkat çekici yönü, Faraday'ın ileri sürdüğü “tek alan”, “kuvvet çizgileri” ve “etki aktarımı” gibi temel kavramların matematiksel olarak ifade edilebilmesine olanak tanımasıdır. Bu nedenle Maxwell, öncelikle kuvvet çizgilerinin ne anlama geldiğinin aydınlatılmasına yönelik çalışmaya başlamış, bu bağlamda uzaktan etkileşimin söz konusu olmadığını, bu nedenle kendi kuramında söz konusu olan etkileşimin elektriksel veya manyetik nesnelerin yakın çevrelerinde gerçekleştirdikleri bir durum olduğunu açıklamıştır. Bu etkileşim aynı zamanda dinamikse, çünkü bu elektriksel veya manyetik cismin, alan içerisinde hareket ederek elektromanyetik bir etki oluşturduğu gözlemlenebilmektedir.

Elektromanyetik etkiyi dinamiksel bir biçimde değerlendirmek gerektiğini vurgulayan Maxwell'e göre, dalga nitelikli olmaları dolayısıyla, ışık ve sese olduğu gibi, ısı, elektrik ve manyetizma gibi elektromanyetik devinimleri de alacak ve aktaracak bir ortama gereksinim vardır. Mekânın nesneleri elektriksel veya manyetik koşullarda çevreleyip kuşatan kısmına *elektromanyetik alan* adını veren Maxwell, bu türden dalgaların esirden oluştuğunu ve esirin bütün uzayı ve geçirgen nesnelerin gözeneklerini doldurduğunu varsaymıştır. Maxwell elektromanyetik alanın özelliklerinin matematiksel olarak incelenmesini kolaylaştıracak kavramlaştırmaları da belirlemiş, bu bağlamda “elektrik alanı”, “elektromotive kuvvet”, “elektriksel polarizasyon ve yer değişimi” gibi kavramlar geliştirmiştir.

Maxwell'in anladığı biçimiyle “elektrik alanı” elektrikli nesnelerin yakın çevrelerindeki alanın bir kısmıdır. Ona göre eğer elektrikli bir nesne elektrik alanının herhangi bir yerine yerleştirilmiş ise, bu nesne diğer nesnelerin elektriklenmesinde duyulur bir etki meydana getirir. Fakat nesnenin elektrik yükü çok küçük ise, söz konusu etki ihmal edilebilir düzeydedir. Bu durumda, ortamdaki elektrik alanı



nedeniyle nesne üzerine etki eden kuvvet, nesnenin yüküyle orantılıdır. Maxwell bu ilişkiyi şu şekilde nicelikleştirmiştir: q 'nın nesnenin yükü, F 'nin de nesneye belirli bir doğrultuda etki eden kuvvet olduğu varsayıldığında, ilişki: $F=qE$ olur. Buradaki E , elektrik alanının, alan içerisinde bulunan yüklere etki ettirdiği kuvvete bağlıdır. Eğer q diğer mevcut elektrik alanını etkileyemeyecek kadar küçükse, $\lim_{q \rightarrow 0} (F/q) = E$ olur. Maxwell E 'ye alanın, ‘test yükü’ de denilen q 'nın bulunduğu noktadaki *bileşke elektromotive yeğinlik* adını vermiştir.

Resim 8.6: Elektromanyetik Etkileşimle Kuvvet Oluşumu

Elektromotive kuvvete (ϵ) gelince, Maxwell bunu yükün ortamdaki bir noktadan (A) diğerine (B) aktarılmasını sağlayan bir “kuvvet” olarak betimlemektedir. Yüklü parçacık bu kuvvet aracılığıyla hareket eder. Eğer elektrik kuvveti nesnenin izlediği yolun tamamında nesneye etki ediyorsa, bu durumda, nesne üzerinde yaptığı işin toplamı, toplam elektromotive kuvvet adını alır ve ϵ ile gösterilir.

Maxwell, elektrokine matik konusunu da irdelemiştir ve “elektrik akımı”, “dinelgin elektrik”, “elektrik akımının özellikleri”, “elektrik akımının elektrolitik etkisi” ve “akımın manyetik etkisi” gibi konuları ele almıştır.

Maxwell'in fizik tarihine yapmış olduğu en önemli katkı ise manyetizmaya ilişkindir. Maxwell, bu bağlamda “mıknatısın kutupları arasındaki ilişki”, “polarizasyon teriminin anlamı”, “manyetik parçacığın özellikleri”, manyetizmanın yeğinliği”, “manyetik bir molekülün diğeri üzerine etkisi” “manyetik alana yerleştirilmiş bir mıknatısın potansiyel enerjisi” ve “manyetik kuvvet ve manyetik indüksiyon” gibi konuları deneysel ve matematiksel olarak açıklamıştır. Bu bağlamda ele alındığında, Maxwell'in ulaştığı önemli sonuç şudur: Eğer elektrikle yüklü bir nesnenin titreşimine yol açılırsa, yükü çevreleyen elektromanyetik alanın bir kısmı çözülerek bir dalga şeklinde yükten uzaklaşır ve bu dalga ses veya su dalgalarından farklı olarak boşlukta, tamamen boş uzayda saniyede 300.000 kilometrelik bir hızla yayılabilir. Böylece, elektromanyetik yayılım kavramını ortaya atmış olan Maxwell, uzun yıllar egemen konumda bulunan Newton'un kuramına alması yeni bir kuram geliştirebilmiştir. Kuramın diğ er bir özelliğ i de Einstein'ın Özel Görelilik Kuramının gelişimine yol açması ve kütle ile enerjinin eşdeğerliğ i ilkesine temel oluşturmastır. Maxwell'in elektromanyetik yayılım açıklaması, aynı zamanda Max Planck'ın kuantum varsayımını formüle etmesini sağlayan ve ısı enerjisinin yalnızca sınırlı miktarlarda ya da kuantalar halinde yayılacağını belirten ısı radyasyon yasasına giden yolu da açmıştır. Maxwell aynı zamanda Elektromanyetik Işık Kuramının da ilk yetkin anlatımını gerçekleştirmiştir. Maxwell'in ulaştığı sonuçlar 1880'de Heinrich Hertz tarafından deneysel olarak kanıtlanmıştır.

Parçacık ve Dalga Kuramları

Grimaldi ve Huygens'in çalışmalarıyla ışığın doğasının aslında dalga olduğunun açıkça anlaşılmasına karşın, Parçacık Kuramı taraftarlarının düşünsel zeminde ileri sürdükleri aşağıdaki iki temel karşı çıkışın bu tarihe kadar etkisiz hale getirilememesi nedeniyle, dalga fikrinin gelişimi büyük ölçüde yavaşlamıştır.

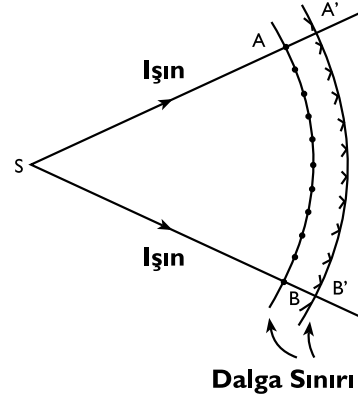
- Dalga Kuramının dayandığı kuramsal açıklamalar, birer yama varsayımlardır ve soyut akıl yürütmelerden çıkarılmıştır.
- Optik kuramlar izole edilmiş kuramlar olamazlar, aksine geniş bir doğa felsefesinin bilimsel ve felsefi koşulları içerisinde ortaya konulmaları gerekir.

Bu karşı çıkışlara yanıt vererek, konuyu yeni bir bakış açısıyla ele alan Thomas Young olmuştur.

Thomas Young

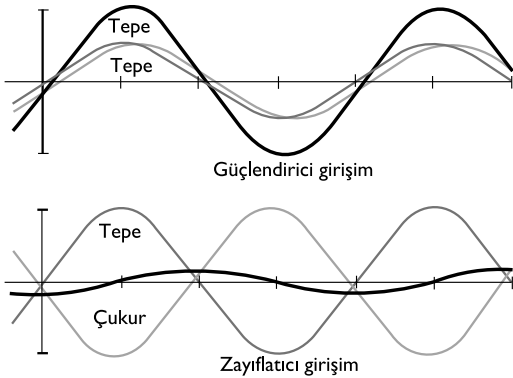
Thomas Young (1773-1829) öncelikle Parçacık Kuramını eleştirmekle işe koyulmuştur: Eğer ışığın hızı hep aynıysa, bu özellik neden kaynaklanmaktadır? Parçacık Kuramı bu gibi sorulara doyurucu açıklamalarda bulunamaz. Çünkü eğer ışık taneciklerden oluşmuş olsaydı, tanecikleri fırlatan kuvvetin bütün nesnelerde eşit olmaması nedeniyle, taneciklerin hızlarının da sabit olmaması gerekirdi. Örneğin fırlatma kuvveti Güneş'te daha fazla, mumda daha az olmalıdır. Oysa kaynağı ne olursa olsun ışığın hızı daima sabit kalmaktadır. Aynı şekilde kırılma ve yansıma aynı anda olabilmektedir. Dalga fikriyle bunu açıklamak kolaydır. Oysa tanecik olduğunda neden bazı parçalar yansırken, bazılarının kırılmaya uğradığını açıklamak olanaklı görünmemektedir.

Young'ın bu sorgulamaları, onun iki yüzyıllık problemi çok tutarlı bir biçimde ve derinlemesine kavradığını göstermektedir. Çünkü ışığın doğasının parçacık olduğunu savunan bilim adamlarının karşı çıkışlarının yarattığı problemler olduğu gibi, ışığın doğasının dalga olarak kabul edilmesinin de yarattığı ciddi sıkıntılar bulunmaktadır. Dolayısıyla parçacık modelinin karşı çıkışlarını karşılamak kadar, dalga modelinin açıklamalarının deneysel ve matematiksel olarak kanıtlanması da büyük önem taşımaktadır. Bu gerçekten hareketle Young, öncelikle Newton'un optik tarihine "ışık ışınlarının opak nesnelerin kenarlarını dönmesi" olarak geçen "ışık dalgalarından oluşuyorsa, doğrusal çizgilerde yayılamaz ve keskin gölgeler yapamaz" fikrini ele almıştır.



Resim 8.7: Young'a Göre Dalga Sınırı ve Işık Sınırı

Daha önce Grimaldi düzenlediği deneylerle, gölgelerin tektürel ve keskin olmadığını belirlemesine rağmen, Newton gölgelerin keskin görüldüğünü savunarak, ışığın parçacıklardan oluştuğu ve doğrular boyunca yayıldığı sonucunu çıkarmıştı. Çünkü Newton'a göre, eğer ışık da dalgalarından oluşuyor olsaydı,



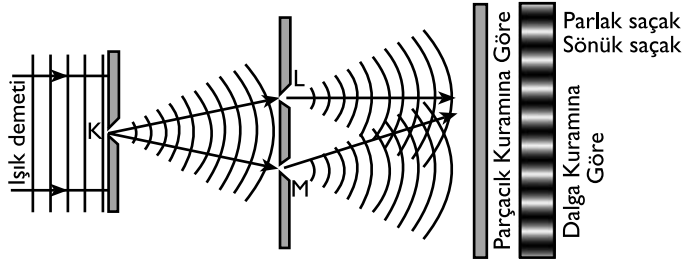
Resim 8.8: Girişim Biçimleri

yalnızca doğrusal olarak yayılmakla kalmamalı, engelleri de aşmalıydı. Işığın doğası dalga kabul edildiğinde, eğer dalga boyu çok küçükse o zaman dönme miktarının da son derece küçük olacağı ve gölgelerin de bu nedenle keskin görüneceği açıktır. Ancak o dönemde Young, elinde bu türden bir savunma yapmasını sağlayacak denli, deneysel veri olmaması nedeniyle, parçacık modelinin etkinliğini kıramamıştır. Bu gerçeği fark eden Young, yukarıdaki problemleri kökten çözecek bir ipucu bulmayı başarmış ve dalga modeline modern yapısını verebilmiştir. Optik tarihine girişim ilkesi olarak geçen bu başarının betimlemesi kısaca şöyledir: Aynı doğrultuda yayılan ve eşfazlı olmayan iki ışık

dalgasının üst üste binmesi, yani dalgalardan birinin tepesinin diğerinin çukuruyla çakışması halinde, bu iki dalga birbirini yok eder. Aynı doğrultuda ve eşfazlı olarak yayılan iki ışık dalgasının üst üste binmesi halinde birbirlerini güçlendirir.

Young, bu yeni optik olguyu, bir kaynaktan çıkan ışık demetini dar bir aralıktan geçirdikten sonra, aralığın ötesine sızan ışık demetini incelerken gözlemlemiştir. Bu deneyde, dar aralıktan geçen ışık demetinin içerisinde, tıpkı kırınımında olduğu gibi, aydınlık ve karanlık saçakların gözlemlenmesi, Dalga Kuramı lehine önemli bir kanıt olmuştur.

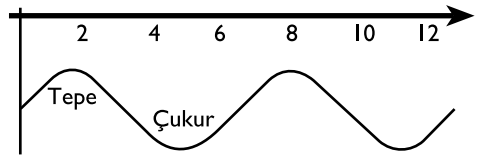
Bu gözlem, ışığın doğasının dalga olduğu düşüncesini haklı kılmıştır ve bu olguyu dalga fikriyle açıklamak çok kolaydır: Kaynaktan aralığa gelen ışık ışınlarından bir kısmının dalga boyu, aralıktan geçebilecek kadar küçük, bir kısmı ise değildir. Küçük dalga boyulu ışınlar aralıktan geçerken, büyük dalga boylular geçemezler. Dolayısıyla aralığın gerisinde her tarafı aynı parlaklıkta olmayan bir ışın demeti oluşur (Resim 9). Eğer ışığın doğası parçacık olsaydı, aralığın gerisindeki ışık demetinin bütünüyle tektürel olması gerekirdi. Böyle olmadığına göre, parçacık modeli geçersizdir. Young, ulaştığı bu sonuçları 1800-1801 yılları arasında dört rapor halinde Royal Society'ye sunmuş ve 1802 yılında dönemin önde gelen yayın organlarından *Edinburgh Review*'de yayımlamıştır. Böylece kırınımın keşfinden sonra, ışığın dalga nitelikli olduğuna ilişkin ikinci bir kanıt daha elde edilmiştir. Parçacık Kuramının ilk ağır yenilgisi olan bu sonuçla birlikte ışığın doğasını açıklayan ikinci bir kuramın varlığı artık bilim çevrelerinde kabul edilmeye başlamıştır.



Resim 8.9: Young'ın Girişim (İki Aralık) Deneyi

Bu sıralarda Étienne Louis Malus (D. 1775-Ö. 1812) yeni bir optik olguyu ışığın polarizasyonunu keşfetti. Malus 1808'de bir gün evinin penceresinden, "İzlanda Sparı" denen kristal ile güneybatısına bakarken, kristali döndürdüğünde, ışığın belirli açılarda kaybolduğunu gördü. Bu, aslında ışığın kutuplanabildiğini (polarizasyon) göstermesi bakımından değerli bir gözlemdir ve Malus bu düşüncesinin doğru olup olmadığını sınamak için akşam suyun yüzeyinden yansıyan mum ışığında da gözlemini yinelemiş ve sonucun doğruluğunu kanıtlamıştır. Bu, maddenin önemli bir özelliği, özel bir kristalleşme şeklinin olması ve üzerine düşen ışığı iki kez kırılmaya uğratmasıdır.

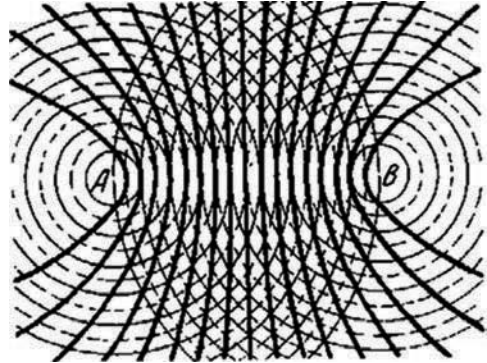
Malus'un bu keşfi kutuplanmanın, ışığın doğasında bulunan belirli bir özellik tarafından meydana getirildiğini bütünüyle açıklamakla birlikte, özellikle dalga modeli açısından ciddi sıkıntıları da beraberinde getirmiştir. Çünkü bu durumu Young'ın kabul ettiği dalga mekaniğiyle açıklamak olanaklı değildir. Bunun başlıca nedeni ise, Young da dahil olmak üzere o dönemdeki bütün bilim adamlarının, dalga mekaniği konusunda bütünüyle ses ve su dalgalarından elde edilen verilere göre hareket etmeleridir. Bu dalgalar boyuna dalgalardır ve ortamın titreşimleri, dalgaların gidiş yönü boyunca meydana gelir. Işık kutuplanmasının nedeni ise, enine dalgalarından oluşuyor olmasıdır. Nitekim kutuplanmayı fark etmesine rağmen, Newton'un bunu sadece ışığın doğasındaki bir nitelik olarak gösterip geçiştirmesinin nedeni, bilgisinin sadece boyuna dalgalarla ilişkin olmasıdır. Yoksa Newton'un dalga mekaniği konusundaki bilgileri yeterlidir ve ışığın dalga olabileceğini savunanlara karşı koymak için geliştirdiği itirazlar, bu konudaki bilgisini açıkça göstermektedir. Ancak Young kısa bir süre sonra tesadüfen enine dalga fikrine ulaşmış ve 1817 yılında arkadaşı Arago'ya yazdığı bir mektupta "eğer ışık dalgaları enine dalgalar olarak kabul edilirse, birçok problem kolayca çözümlenebilir ve polarizasyon da açıklanabilir" demiştir.



Resim 8.10: Enine Dalga

Bilindiği üzere enine dalgalarda, ortam, tıpkı uzun bir ipin el ile bir ucundan periyodik olarak aşağı yukarı hareket ettirilmesinde ortaya çıkan dalgalarda olduğu gibi, gidiş yönüne dik olarak titreşmektedir. Bu durumda Malus'un gözlemlediği polarizasyonu açıklamak artık kolaydır. Ortamdaki titreşimler gidiş yönüne dik olarak ve olanaklı bütün yönlerde ortaya çıkarlar ve ışık da İzlanda Kristali içerisinde geçerken yalnızca bir doğrultuda kutuplaşır. Eğer ikinci bir kristalin eksenini ilkinin paralel ise titreşimleri geçirecek, dik ise geçirmeyecektir.

Young'ın bu çabaları dalga modelinin gittikçe güçlenmesine, parçacık modelinin ise belirgin bir biçimde geri plana itilmesine yol açmakla birlikte, bu kez, dalganın doğasına yönelik ciddi eleştiriler gelmeye başladı. Bilinen dalga modellerinde daima dalgayı taşıyan bir ortam söz konusudur; su dalgalarını su, ses dalgalarını ise hava taşımaktadır. Öyleyse dalga olduğu ileri sürülen ışığı da taşıması gereken bir ortam olmalıydı ve eğer böyle bir ortam var ise, bunun gerçek doğasının ne olduğu da açıklanması kaçınılmaz bir zorunluluktur. Bu bağlamda yapılan eleştiriler kolayca geçiştirilecek türden eleştiriler değildir ve aslında daha ilk baştan itibaren ışığın dalga modelinin önemli açmazlarından birini oluşturmaktadır. Yöneltilen eleştiriler esir denilen seyreltik bir ortamın varlığı kabul edilmek suretiyle aşılmaya çalışıldı. Ancak zaman içerisinde yapılan deneylerle esirin varlığı kanıtlanamayınca, dalga modeli çok ciddi bir açmaza düştü. Dalga modelini bu eleştiriler ışığında ele alan ve son şeklini veren ise Fresnel oldu.



Resim 8.11: Bir sıvı yüzeyinde iki dalganın girişimi. Şekildeki A ve B noktaları her iki dalga sisteminin merkezidir.

Augustin Jean Fresnel

Işığın dalga modelini geliştirmek için yoğun çalışan Fresnel (D. 1788-Ö. 1827), öncelikle Newton'un parçacık modelini reddetmiş, eğer ışığın dalga olduğu kabul edilirse, pek çok ışık olgusunu girişim ilkesiyle açıklamanın çok daha kolay olacağını ileri sürmüştür.

1817'de kırınım ile ilgili bir makale kaleme alan Fresnel, bu çalışmasında kırınımı hem Young'ın girişim ilkesi hem de Huygens ilkelerinin birleşimiyle açıklamış ve bir deney düzenlemiştir. Karanlık bir oda hazırlıyor ve odaya küçük bir aralıktan ışık gönderiyor. Odada oluşan ışık demetinin önüne bir ip geriyor ve oluşan saçakları inceliyor (Resim 8.12). Çeşitli ölçümler yaparak, gölgenin bir kenarındaki saçakların uzunluğunu ölçüyor ve görüyor ki ortaya çıkan saçaklar doğrusal olarak yayılmaktadır. Bununla birlikte yayılımın bir hiperbol oluşturduğunu da belirliyor. Hiperbolün odaklarından birisi ışıklı nokta ve diğeri de ipin uçlarından birisi. Bu belirlemesi önemli, çünkü hiperbol küresel dalgalar arasında oluşan girişime uygunluk göstermektedir. Şöyle ki, dalgalar ışıklı bir noktadan yayılmakta ve küresel dalgalar da bu engelin ucu tarafından oluşturulmaktadır. Saçakların ise, ipin iki tarafından gelen ışıklarca meydana getirildiğini, eğer bir kenarda gelen ışık engellenirse, saçaklanmanın oluşmadığını belirliyor.

Fresnel'in çalışmaları kırınım ve girişim konularının ve genel anlamda dalga kuramının nicelikselleşmesinde ve ışığın dalga modelinin başat konuma geçmesinde büyük önem taşımakla birlikte, asıl ilgi çeken yönü, polarizasyona getirdiği açıklamadır. Fresnel'in ortaya koyduğu polarizasyon açıklaması aslında kinematik bir anlayış içerisinde geliştirilmiştir. Bu durumda ortamın enine dalgaları desteklediğinin fiziksel veya dinamik açıklamasının da yapılması gerekmektedir. Bunu gören Fresnel, esnek katı esir diye adlandırdığı yeni bir esir anlayışı geliştirmiştir. Buna göre esir, içerisinde enine dalgaların yayılmasına olanak tanıyacak şekilde, çok sayıda küçük esir moleküllerinden oluşmuştur ve bunların aralarında güçlü etkileşim söz konusudur. Böylece Fresnel mekanik hareket kanunlarına ve esnek bir ortamda beklenen kuvvet fonksiyonlarına dayanan ve bunlara ek varsayımlar ekleyen mekanik esir kuramını geliştirmiştir. Bu varsayımları şunlardır:



Resim 8.12: Fresnel'in kırınım deneyi

Polarize olmuş ışığın titreşimleri polarizasyon düzlemine dik açılarda gerçekleşir.

Enine düz bir dalga, tek bir esir molekülünün yer değiştirmesiyle oluşan esnek kuvvetin oluşturduğu kuvvete eşit esnek kuvvet üretir.

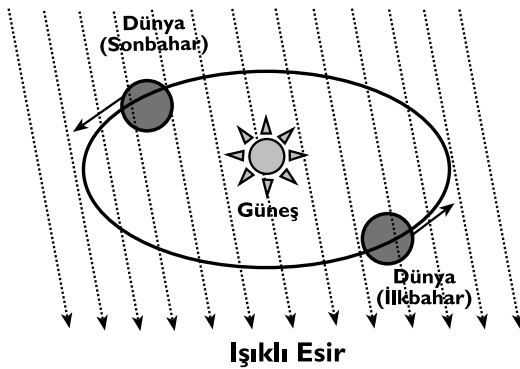
Esnek kuvvet bileşeni, bir ışık dalgasının yayılımını etkileyen dalga sınırına paralel olmalıdır.

Düz bir dalganın hızı, dalganın oluşturduğu esnek kuvvetin etkili bileşeninin kareköküne orantılıdır.

Bu konudaki çalışmalarını sürdüren Fresnel, aralarında gelen ve yansıyan dalgaların göreceli genliklerine ilişkin kanunların da bulunduğu önemli sonuçlara ulaştı. Şöyle ki: Eğer dalga yansıma düzleminde polarize olmuş ise, bu durumda $\frac{A_i}{A_r} = \frac{\sin(i-r)}{\sin(i+r)}$ olacaktır. Buna karşın, eğer dalga yansıma

düzlemine dik olarak polarize olmuşsa, o zaman da genlik oranları $\frac{A_i}{A_r} = \frac{\tan(i-r)}{\tan(i+r)}$ olur. Bu çalışmalardan sonra, doğal olarak ışığın dalga modeli etkin bir konuma geçti.

Albert Abraham Michelson ve Edward Morley



Resim 8.13: Esir Rüzgârı

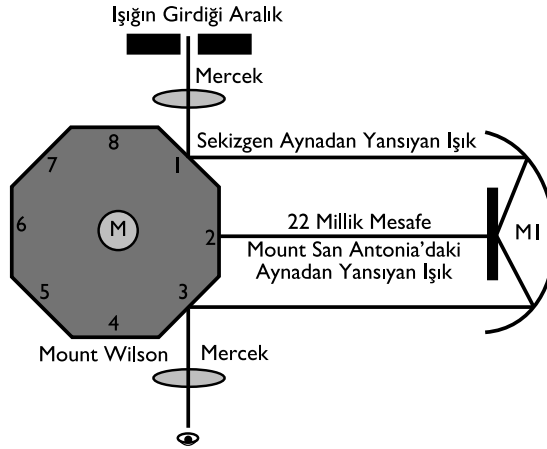
1887’de, Michelson ve Morley fizik tarihindeki en ünlü ve en önemli deneylerden birini gerçekleştirdiler. XIX. yüzyılın sonlarındaki fizik kuramları, su ve ses dalgalarının iletilebilmesi için, su ve hava gibi ortamlara gereksinim olduğu varsayımına dayanıyordu. Bundan dolayı, aynı gerekliliğin ışık dalgaları için de söz konusu olduğu sonucuna ulaşılmıştı. Bu bağlamda ışık için öngörülen ortama ışıklı esir adı verilmişti. Işık olağanüstü bir hıza sahipti ve gerçekte onu taşıdığı düşünülen bu esirin varlığının ve özelliklerinin belirlenmesi büyük önem taşıyor hale gelmişti.

Michelson ve Morley esir içerisinde devinen Dünya’nın hızını ölçmeyi gerçekleştirecek bir yöntem geliştirdiler. Yöntemin dayandığı temel düşünce şu akıl yürütmeyi esas alıyordu: Eğer ışıklı esir gerçekten var ise, bu demektir ki Dünya sürekli olarak bunun içerisinde, tıpkı havada bir uçağın devinimi gibi, devinmektedir ve bunun sonucunda da saptanabilir bir “esir rüzgârı” oluşacaktır. Dünya, her yıl Güneş’in etrafında saatte 100.000 kilometrelik (30 km/sn) bir hızla devinmektedir. Bundan dolayı, sabit bir yıldızın konumuna bağlı olarak esir rüzgârının yönü de Yer’deki bir istasyonda ölçüldüğünde, değişiklik gösterecektir. Bu bağlamda, esir rüzgârının ışık dalgaları üzerindeki etkisi, tıpkı sabit bir hızla akan bir nehirde akış yönünde veya tersi yönde yüzen yüzücüye nehrin yaptığı etki gibi olacaktır. Yani akış yönünde yüzücü hızlanacak, tersi yönde yavaşlayacaktır. Bu bilim insanları bu türden ölçme farklılıklarını belirlemek için bazı teknikler geliştirdi. Bunlar içerisinde en tanınmış olanı, girişimölçerdir.

Michelson ve Morley, bu araçla deniz seviyesine yakın taş bir binanın zemininde bir deney gerçekleştirdiler. Bu deneyde, tekrenkli bir ışık demetini, birbirlerine göre dik açılarda yol alan iki ışına ayırmak için yarı geçirgen gümüş bir ayna kullandılar. Bu ayırıcı aynadan ayrıldıktan sonra, ışınların her biri bir ayna tarafından yansıtıldı ve güçlendirici ve zayıflatıcı girişim modeli oluşturmak için, yeniden birleştirildi (Resim 8.14). Böylece, iki ışının yol alırken harcadığı zaman miktarındaki en küçük bir değişim, girişim modelindeki bir değişim olarak gözlenmiş olacaktır.

Girişimölçer, dik açıyla birleştirilmiş iki düz koldan oluşur. Her kolun sonunda bir ayna vardır. Kolların birleştiği köşede, kaynaktan gelen ışığın ikiye ayrılmasını sağlayacak biçimde doğrultulmuş yarı geçirgen bir başka ayna bulunur. Böylece ışığın yarısı yüzeyden geçerken diğer yarısı yansıtılarak ilkinde dik açı yapan bir yol izler ve diğer koldaki aynaya gönderilir. İki ışık demeti kolların ucundaki kendi aynalarından geriye yansıtılarak, gelip köşede buluşur ve birbirlerine karışırlar. İki ışık demetinin kollar boyunca ileri geri gitme zamanları aynı ise, köşede buluştuklarında aynı evrede olacaklardır. Herhangi bir

nedenle bu zamanlar farklıysa, buluştuklarında aralarındaki evre farkından dolayı, gözlemlenebilir “saçaklar” oluşturacaklardır. Bu zamanların farklı olması için iki neden olabilir: ya iki kol aynı uzunlukta değildir, böylece bir ışık demetinin uzun koldaki gidiş gelişi daha çok zaman alıyordur ya da kollar aynı uzunlukta olsalar bile, ışığın hızı bu iki doğrultuda farklı olabilir.



Resim 8.14: Michelson'ın Işık Hızını Ölçmekte Kullandığı Sekizgen Ayna Yöntemi

İkinci önerme bugün için garip görünse de, XIX. yüzyıl fizikçisi için öyle değildir ve ona göre Dünya esirin içinde hareket ederken, esir bir su akıntısı gibi, yanından akıyormuş gibi görünür. Durağan esirde ışık yukarıda belirtilen hızla hareket eder. Ancak Dünya'daki gözlemci için esir akmaktadır ve ışık esirde yayılmağa başladığında akıntıya kapılmış bir yüzücü gibi bu hareketi paylaşacaktır. Sonuç olarak Michelson girişimölçerinin kollarından biri bu akıntı yönünde diğeri ona dik olarak yerleştirilirse, iki koldaki ışık, akıntı yönünde ileri geri giden bir yüzücü ile akıntıya dik yönde ileri geri giderek aynı uzaklığı alan bir yüzücüye benzer biçimlerde yayılacaktır. İki durumdaki etkin ışık hızlarının farklı olacağı ve böylece girişimölçerinin iki kolu tümüyle eşit uzunlukta olsa dahi, iki koldaki gidiş gelişlerin eşit zamanlı olmayacağı, dolayısıyla Dünya durağan esire göre hareket halindeyse karışım saçaklarının gözleneceği ve bunlardan yararlanarak Dünya'nın esire göre hızının hesaplanabileceği hedeflenmektedir. Gerçekte, böyle bir etki hiçbir zaman bulunamamıştır. Sonuçtan tam olarak emin olmak için, hatta Michelson ve Morley, deneyi girişimölçerinin kollarını on altı farklı konuma yerleştirerek tekrarlamışlardır. Ayrıca, Dünya'nın Güneş'e göre konumunun herhangi bir etki yaratıp yaratmadığını görmek için deneyi hem öğle, hem de akşam altıda gerçekleştirmelerine karşın, ne onlar ne de daha sonraki deneyçiler Dünya'nın esire göre hareketinden kaynaklanan en küçük bir etki bile bulamamışlardır.

Kuantum ve Görelilik Kuramları

1887'de gerçekleştirilen Michelson-Morley deneyi fizikte bir bunalıma yol açtı. Maxwell'in geliştirdiği Elektromanyetik Kuram esirin varlığına dayanmaktaydı. Bu kurama göre, ışık elektromanyetik dalgalardan oluşuyordu ve bu dalgalar esir içinde hareket ediyorlardı. Eğer böyleyse dalgaların hızları esirin hareket yönüne göre değişmeliydi. Oysa Michelson-Morley Deneyi, ışığın hızının her doğrultuda aynı olduğunu ortaya koymuştu. Böylece gözlem sonuçlarıyla kuramın öngörülleri örtüşmüyor, aksine çelişiyordu. Ayrıca deney pek çok kez farklı bilim adamları tarafından da tekrarlanmış ve sonuç değişmemiştir. Esir rüzgârı ve dolayısıyla da esir yoktu.

Aslında elektromanyetik dalgaların yayılması için hava, su veya başka bir maddesel ortama gereksinim olmadığından, diğer dalgalardan farklı olarak, bunlar maddesel bir ortamı gerektirmezler. Zaten bunları diğer dalga türlerinden ayıran en belirgin özellikleri de budur. Ancak mekanik görüşün etkisiyle hareket eden XIX. yüzyıl fizikçileri, bunun aksine, elektromanyetik dalgaların yayılmasına aracılık eden maddesel bir ortamın varlığını zorunlu sayıyorlardı, çünkü mekanik dalgalar ancak maddesel bir ortamda yayılabilir. Bu ortam esirdi ve esir tüm evreni doldurduğundan, elektromanyetik dalgaların geçişine de aracılık etmekteydi. Yapılan deneylerde Dünya'nın esire göre hızı gözlemlenememiştir. Ancak yine de bilim dünyası bir ikilemden kurtulamamıştır: Esir gerçekten var mıdır yok mudur? Varsa neden ortaya çıkarılamamıştır? Yoksa neden yoktur? Bu soruların asıl önemi, ortaya çıkan sonucun modern bilim açısından gerçek bir krize neden olmuş olmasıdır. Çünkü bu durumda ya kuramdan vazgeçilecektir, ya da gözlem sonuçlarının başarısız olduğu kabul edilecektir. Böylece esir tartışmaları Einstein'a kadar geldi.

Kuantum Kuramı

Max Planck

Kuantum Kuramı XX. yüzyılın ilk çeyreğinde geliştirilmiş, küçük boyutlardaki fiziksel olayların incelenmesinin tutarlı bir biçimde yapılmasını sağlayan, çağdaş fiziğin temel kuramlarından biridir. Newton mekaniğinin ve klasik fiziğin açıklayamadığı bazı deney sonuçları ve olgular, bu kuram ile yeni bir anlam kazanmış ve bu bağlamda açıklanabilmiştir. Bu problemlerin önemlilerinden biri siyah cisim ışıması veya ısı ışımasıdır. Klasik fiziğin anlamlandıramadığı bu olguya ilişkin problemleri çözmek için harekete geçen Max Planck, (1858-1947) aynı zamanda Kuantum Kuramına giden süreçte ilk önemli girişimleri de başlatmıştır. Planck'ın çalışmalarına temel oluşturan olgu, daha sonra bilim dünyasında siyah cisim ışıması olarak adlandırılan ve akkor haline getirilen cisimlerin ışık yaymasıyla ilgilidir.

Mutlak sıfır sıcaklığından daha yüksek sıcaklıklarda bulunan her cisim ısı yayar. Bu olay klasik kuramda, ısı uyarmaları sonucu cisimde bulunan elektrik yüklerinin bir ivme kazanması ve elektromanyetik dalga yayması şeklinde anlatılır. Klasik kurama göre, ivmeli hareket eden elektrik yükleri elektromanyetik dalga yayar. Değişik değerlerde ivmelerin oluşturduğu ısı ışıması, bu ışıma bölgesi için geçerli tüm dalga boyu şeridini içerir. Bu modele göre, birim yüzeyin yaydığı güç, cismin mutlak sıcaklığı ile doğru orantılıdır. Bu olgu $I(T) = e\sigma T^4$ bağıntısıyla açıklanmaktadır. Burada $I(T)$ bir saniye içinde bir cm^2 'lik yüzeyden bütün frekanslarda yapılan enerji ışımasını gösterir. e ışıma katsayısı olup, cismin özelliğine bağlı olarak, sıfırla bir arasında bir değer alır. σ ise Stefan-Boltzman Değişmezi olup, değeri $0.567 \times 10^{-4} \text{ erg cm}^{-2} \text{ derece}^{-4} \text{ san}^{-1}$ 'dir.

İşınım enerjisinin bir yüzey tarafından soğurulması da tartışmanın kapsamı içindedir. Yüzeye ışıma şeklinde düşen enerjinin bir kısmı, yüzey tarafından soğurulur. Soğurulan bu enerji, yüzey üzerindeki yüklü parçacıkların kinetik enerji artışına dönüşür. Bir yüzeyin soğurganlık katsayısı "a", yüzey tarafından soğurulan enerjinin yüzeye düşen toplam enerjiye oranı olarak belirlenir. Bir cisim, üzerine düşen bütün ışınları soğurma özelliği gösteriyorsa, yani soğurganlık katsayısı $a=1$ ise, siyah cisim adını alır. Soğurma ve ışıma katsayıları eşit olduğundan siyah cisim aynı zamanda, yüzey yüklerinde kinetik enerji artışı şeklinde beliren ısı enerjisinin tümünü enerji ışıması şeklinde yayan cisimdir. Diğer bir deyişle siyah cisim, üzerine düşen enerjiyi soğurduğu gibi, soğurduğu enerjiyi de ışıyabilen, yani $e=a=1$ olan cisimdir. $I(T) = e\sigma T^4$ bağıntısında $e=1$ olarak kabul edilirse, tüm siyah cisimlerin ışıma gücünün, her bir cm^2 'lik yüzey için, aynı sıcaklıkta birbirlerine eşit olduğu görülür. Bundan, "ısı ışımalarının tüm özellikleri bütün siyah cisimler için aynıdır" sonucu çıkarılabilir. Siyah cisim ışımasına ait tayf dağılımı $I(T\lambda)$ bağıntısı ile gösterilebilir. $I(T\lambda)$, T sıcaklığındaki cismin cm^2 'lik yüzeyinden bir saniye içinde λ ile $\lambda+d\lambda$ dalga boyu aralığında ışıyan enerjidir. Bu durumda belli bir dalga boyu için, $I(T\lambda)$ bağıntısının sıcaklık yükseldikçe artacağı açıktır.

Bununla birlikte, ısıtılan cisimlerin akkor haline geldikleri zaman kırmızı bir ışık yaydıkları, sıcaklık yükseldikçe bunun turuncuya, sonra sarıya, daha sonra beyaza döndüğü aslında çok önceden beri bilinmekteydi. Buna karşılık, XIX. yüzyılda, böyle ısıtılmış cisimlerin yaydığı ışıma enerjisi miktarının dalga uzunluğu ve bunun ısı ile nasıl değiştiği üzerinde epeyce çalışılmış olmasına karşın, başarılı olunamamıştı. Isıl ışıma denilen bu türden bir ışıma, yukarıda değinildiği üzere, cismin niteliğine ve mutlak sıcaklığına bağlıdır. Düşük sıcaklıklarda ısı ışımasının dalga boyu kızılaltı bölgede bulunduğu gözle görülemez. Buna karşılık, cisim ısıtmaya devam ederse, sıcaklığı artacağından, önce kızarmaya, ardından da beyazlaşmaya başlar, dolayısıyla da görülür hale gelir. Bu durum, ısı ışımasının tayftaki kızılaltı, görünür bölge ve morötesi bölgelerine ilişkin bir dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ancak XIX. yüzyılın egemen fizik kuramı, ısı ışımasının dalga boylarının gözlenen dağılımını açıklayamamıştır. Çünkü bu kurama göre spektrumdaki ışıyan enerji miktarı, enerjiyle birlikte sürekli artış göstermeliydi. Bundan dolayı spektrumun yüksek frekanslı (kısa dalga boylu) kısmında ışıyan enerji miktarının sürekli büyümesi, yani dalga uzunluğunun kısalmasına paralel olarak, ışıyan enerji miktarının sonsuza doğru artması gerekiyordu. Ancak deneyler, ne kadar ısıtılsa ısıtılın hiç bir metalin sonsuz enerji vermediğini gösteriyordu. Durum böyle olunca deneye kuram arasında ciddi bir çelişme ortaya çıkıyordu. İşte Planck'ın Kuantum Kuramını kurmasına yol açan temel başarısı da, bu deney sonuçlarını karşılayan matematiksel bir denklem geliştirmiş olmasıdır: $E = h\nu$. Planck'ın bu denkleme göre ışıma

Böylece, XIX. yüzyılda ışığın parçacık özelliği taşıdığı görüşü yeniden ön plana çıkmaya başladı. Bununla birlikte yeniden benimsenmeye çalışılan parçacık düşüncesinin temel kavramları, daha önce terk edilmiş olan Parçacık Kuramından oldukça farklıdır. Bu farklılaşmayı, yukarıda betimlenen gözlem olgusunu açıklamayı başaran Einstein gerçekleştirmiştir.

Einstein'ın çözümünü dayandırdığı varsayımı aslında son derece basittir ve Planck'ın düşüncesinden türetilmiştir. Ona göre, gözlemlenen bu olguyu açıklayabilmek için, ışığın bütünüyle fotonlardan (kuanta) meydana geldiğini varsaymak gerekmektedir. Çünkü bu olguda bir fotonun bir elektrona çarpması durumu, tıpkı iki bilyardo topunun çarpışmasına benzemektedir. Başka bir deyişle, gözlemlenen durum sanki bir hedefe “gelişigüzel” aralıksız mermi demeti gönderilmesini çağrıştırmaktadır. Bu durumda, ışık taneciklerinden birinin hedefteki parçacıklardan birisini tam isabetle vurması, doğal olarak yalnızca bir rastlantıdır. Buna bağlı olarak, bir parçacığın ilk vuruşa ne zaman uğrayacağı da bir rastlantı olduğu gibi, zayıf bir ışık kullanıldığı halde, bir ışık taneciğinin parçacıklardan birine derhal çarpması, benzer şekilde, kuvvetli bir ışık kullanıldığında ise uzun süre çarpmaması da olanaklıdır. İşte Einstein, ışık kuantaları arasındaki bu farklılığın Planck'ın denklemindeki f 'ye göre değiştiği düşüncesini temele almış ve fotoelektrik etki olgusunu dakik bir şekilde betimlemiştir. Einstein, ayrıca mor ve morötesi fotonlar ile yüksek frekanslı diğer radyasyon fotonlarının, kırmızı ve kızılaltı fotonlardan daha çok enerji taşıdığını; bir elektronun madeni levhadan ayrılma hızının, o elektrona çarpan fotonun enerji yükü ile doğru orantılı olduğunu ileri sürmüş ve bu ilkelerini bir dizi denklemle ortaya koymuştur.

Böylece tanecik ve dalga ikilemi, dalga ve foton ikilemine dönüşmüştür. Einstein bu iki kuramla ilgili olarak şu belirlemelerde bulunmuştur:

Dalga Kuramı	Parçacık Kuramı
Görünen spektrumda değişik boylarda dalgalar vardır.	Görünen spektrumda değişik enerjilerle yüklü fotonlar vardır.
Spektrumun kırmızı ucuna ait dalga boyu, mor ucuna ait dalga boyunun iki katıdır.	Spektrumun kırmızı ucunun foton enerjisi, mor ucunun foton enerjisinin yarısıdır.
Türdeş ışımanın belli bir dalga boyu vardır.	Türdeş ışıma, enerjisi eşit fotonlardan oluşur.

Fizik alanında yeni ve önemli bir ilkeyi ortaya koymakla birlikte, Einstein'ın “foton” tasarımı aynı zamanda, ışığın parçalardan meydana geldiğini varsaymaktadır ki, yukarıda değinildiği üzere, bu varsayım ışığın dalgalarından oluştuğunu öngören Dalga Kuramı ile çatışmaktadır. Gerçekte ışıkla ilgili bazı olguların ancak Dalga Kuramı ile açıklanabileceği daha önce gösterilmişti. Kırınım ve Girişim bu türden ışık olgularıdır ve eğer ışık yalnız parçacıklardan meydana gelmiş olsaydı bunların görülmemesi gerekirdi. Oysa Einstein, Fotoelektrik olgusuyla ışığın fotonlardan meydana geldiğini göstermiştir. Einstein'ın 1905 yılında ileri sürdüğü bu görüşler, 1923 yılında Arthur Holly Compton'un (1892-1962) gözlemleriyle iyice pekişince ışığın tanecik özelliği taşıdığı görüşü tekrar ağırlık kazanmaya başladı. Böylece yeni bir sorun gündeme geldi: Işık dalgalarından mı, yoksa parçacıklardan mı oluşmaktadır?

Işığın hem dalga hem de parçacık özelliği göstermesi Einstein'dan başka pek çok bilim adamının da ilgisini çekti. Bunlardan biri de Louis de Broglie'dir (1892-1987). De Broglie 1925'te, elektronlar tek başına bulunan parçalar olarak değil de, dalga sistemleri olarak düşünülürse, madde ve radyasyonun karşılıklı etkilerine ilişkin olguların çok daha iyi anlaşılabilirliğini öne sürdü. Bundan kısa bir süre sonra Schrödinger (1887-1961) bu düşüncüyü matematiksel bir biçime koydu; proton ve elektronlara belirli dalga nitelikleri vererek kuantum olayını açıkladı. “Dalga Mekaniği” diye bilinen bu çalışmalar, 1927'de Clinton Joseph Davison (1881-1958) ve Lester Halbert Germer (1896-1971) adlı iki Amerikalı bilim adamının, elektronların dalga özellikleri gösterdiklerini deneyle kanıtlamalarıyla birlikte doğrulandı. Daha sonra sürece katılan Werner Heisenberg (1901-1976) ve Max Born'un (1882-1970), kuantumun hem dalgalar hem de parçacıklar açısından doğrulukla tanımlanmasını sağlayan yeni matematiksel araçlar geliştirmesiyle birlikte, kuantum fiziği gelişimini tamamladı. Böylece radyasyon ve maddenin temel birimlerini yöneten matematiksel bağıntılar büyük bir doğrulukla tanımlanmış oldu.

Görelilik Kuramı

Görelilik Kuramının hangi nedenlerden dolayı ve nasıl oluşturulduğunu tam olarak açıklayabilmek için, öncelikle klasik fiziğin yerleşik açıklama modelini betimlemek ve dayandırıldığı temel belitlerin ve ilkelerin neler olduğuna değinmek gerekmektedir. Bu bağlamda yaklaşıldığında, klasik fiziğin ele aldığı bütün olguları ya eylemsiz bir sistemde duran veya bu sisteme göre sabit hızla devinen bir gözlem çerçevesi içerisinde incelediğini söylemek gerekmektedir. Newton fiziğinin dayandırıldığı bu temel, ışığın devinimi de dahil olmak üzere, bütün uygulamalar için geçerlidir. Öyleyse bütün devinim türleri için, kendisi durağan olan bir sisteme (referans noktasına) gereksinim olacaktır. Bu gerçeği kavramış olan Newton, kendisini sanki eylemsiz bir sistemin içerisindeymiş gibi varsayarak, mekanik kanunlarını oluşturabilmiştir. Yukarıda ayrıntısına değindiğimiz Dalga Kuramı da, ışık olgularını Newton gibi mekanik bağlamda açıklamak için durağan esir varsayımını geliştirmişti. Bu varsayım temel alındığında, kısa bir süre sonra acaba Dünya esir içerisinde ne kadar bir hızla hareket etmektedir sorusu gündeme gelmiş ve yine yukarıda değinildiği üzere, Michelson-Morley Deneyi ile esirin olmadığı anlaşılmıştı. Deneyin ortaya çıkardığı bu sonucu verimli bir şekilde yorumlayan ve ulaştığı yargıları Görelilik Kuramını temellendirmekte kullanmayı başaran Einstein'dır.

Albert Einstein

XX. yüzyılın büyük fizikçilerinden Einstein'ın fizik biliminin gelişimini gelecek yıllar boyunca yönlendirecek kuramsal çalışmalarının önemi çok büyüktür. Özellikle ışık da dahil her tür hareketin göreliliğini belirten Görelilik Kuramı, XX. yüzyılın en devrimci kuramsal açıklama modelidir ve bu model bağlamında yapılan çalışmalar günümüz kuramsal fiziğindeki yüksek düzeyli bilgi birikiminin büyük kısmını oluşturmaktadır. Sadece bu kuramın anlaşılmasını sağlamaya yönelik çalışmaların bile büyük bir toplam oluşturduğu göz önüne alındığında bu gerçeği kavramak daha kolaylaşmaktadır.

Einstein'ın kuramsal düşünce örgüsünü, kuramın dayandırıldığı bilimsel ilkelerin neler olduğunu ve bu ilkeler bağlamında geleneksel açıklama modeline olan farklılığını anlamak için, onun 1916 yılında kaleme aldığı Görelilik Kuramı adlı çalışmasını incelemek gerekmektedir. Kitapta Eukleides geometrisinden farklı bir geometriyle evrenin betimlendiği, dolayısıyla da “geometrik önermelerin fiziksel anlamının” bütünüyle değiştiği, daha doğrusu bu geometride ortaya konulmuş önermelerin nesnelere ilişkin olanaklı bütün göreliliği durumları anlatacak bir biçime sokulmasının gerekliliği vurgulanmaktadır. Bu açıklamasının ardından Einstein, bu kez nesnelere veya olgulara ilişkin betimlemeleri yaparken dayanmak durumunda olunan ve kendisinin “uzayda herhangi bir nesnenin durumu ya da bir olayın görünüşünün tarifi, o nesnenin ya da olayın çakıştığı sabit bir cisim (referans olarak kullanılan cisim) üstündeki noktanın belirlenmesine dayanır ve bu sadece bilimsel tarif için değil, günlük yaşantı için de geçerlidir” diyerek açıkladığı “koordinatlar sistemi”ni ele almıştır. Bu iki belirlenmesine dayanarak Einstein'ın ulaştığı sonuç şudur: “Uzayda her olayın tarifi, bu tür olayların kendisine göre tanımlandığı sabit bir cismin kullanılmasını gerektirir. Ortaya çıkan ilişki Eukleides geometrisinin yasalarının mesafeler için geçerli olduğunu kabul etmektedir. Mesafe fiziksel olarak sabit bir cisim üstündeki iki işaret tarafından temsil edilir.

Einstein kitabının “Klasik Mekanikte Uzay ve Zaman” adını verdiği bölümünde öncelikle mekaniğin amacının cisimlerin uzaydaki yerlerini zamanla nasıl değiştirdiklerini tanımlamak olduğunu belirterek, klasik fiziğin kullandığı koordinat sisteminin sabit bir referans cismine göre hareketi ele aldığını, oysa hareketin tam bir tarifini verebilmek için cismin durumunun zamanla nasıl değiştiğinin belirlenmesi gerektiğini açıklamıştır. Buradan hareketle referans cismi yerine matematiksel tarif için kullanışlı bir fikir olan koordinatlar sistemini kullanmanın gerekliliğini belirten Einstein, bu bağlamda geliştirilmiş olan koordinat sistemlerinden birinin Galileo Koordinat Sistemi olduğunu ileri sürmektedir. Burada Galileo-Newton mekaniğinin temelini eylemsizlik ilkesi olduğunu açıklayan Einstein, hareketin eylemsizlik ilkesine göre gerçekleştiği koordinat sistemine Galileo Koordinat Sistemi dendiğini, bu yüzden Galileo-Newton mekaniğinin kanunlarının ancak bu sistem için geçerli olduğunu belirtmektedir.

Einstein'a göre elektrodinamik ve optikte son zamanlarda ortaya çıkan gelişmeler göz önünde bulundurulduğunda, klasik mekaniğin tüm doğal olayların fiziksel olarak açıklanmasında yetersiz olduğu giderek anlaşıldı. Çünkü Galileo Koordinat Sistemi'nde gerçekleşen hareketler ve bunların hızları son derece “sınırlı”dır ve bu sistemlerde hızların toplanması diye adlandırılan basit, ancak işlevsel bir ilke geçerlidir. Einstein, bu ilkeyi şöyle betimlemektedir:

“Bir vagonun raylar üzerinde sabit bir v hızıyla gittiğini ve bir adamın da vagonun gidiş yönünde w hızıyla vagonu boydan boya yürüdüğünü varsayalım. Adam bu yürüyüş esnasında Yer’e göreli olarak ileriye doğru ne kadar hızlı gider? Başka bir deyişle W hızı ne olur? Mümkün olan tek cevap şöyledir: Eğer adam bir saniye durmuş olsaydı, Yer’e göreli olarak vagonun hızına eşit bir hızla, v uzaklığı kadar yol almış olurdu. Bununla beraber yürümesinin sonucu olarak vagona ve Yer’e göre w uzaklığı kadar fazla gidecektir ve bu bir saniye içinde w uzaklığı, yürüme hızına sayısal olarak eşit olacaktır. Böylece sözü geçen saniye içinde yere göre toplam $W = v + w$ kadar bir yol alacaktır.”

Klâsik mekanikte kullanılan hızların toplamı ilkesi, olağanüstü hızlarla hareket eden ışık veya radyo dalgaları gibi elektromanyetik olgularda işe yaramamaktadır. Çünkü ışığın yayılım hızı ve klasik mekaniğin hızların toplanması ilkesi uyuşmamaktadır. Einstein’a göre, Michelson-Morley Deneyinin ortaya çıkardığı tartışmasız tek gerçek, ışık hızının Yer’in devinimiyle etkilenmediğidir. Başka bir deyişle, bütün sistemlerde aynı değere sahip olmasıdır: 300.000 km/sn.

Işığın hızının değişmezliğini bir evren kanunu olarak gören Einstein, Yer’in devinimi ne olursa olsun ışık hızı değişmiyor ise, o zaman bu hız Güneş’in, Ay’ın, herhangi bir yıldızın, meteorun ya da evrendeki başka bir sistemin deviniminden de bağımsız olması gerekir. Bu düşüncesinden hareketle de daha geniş bir genellemeye varmıştır: Düzenli devinen bütün sistemlerde doğa kanunları aynıdır. Başka bir deyişle, bütün doğa olayları ve doğa kanunları, birbirine göre düzenli devinen koordinat sistemleri için aynıdır. Dolayısıyla evrende salt ve devinimsiz bir karşılaştırma noktası aramak aslında anlamsızdır. Çünkü evren sürekli devinim halindedir. Bu yüzden devinimler ancak birbirlerine göre anlatılabilir, çünkü uzayda yön ve sınır yoktur. Dolayısıyla uzay gibi zaman da bir algı biçimidir. Uzay maddi varlıkların, zaman ise olayların olası bir sırasıdır. Başka bir deyişle, her koordinat sisteminin kendine özgü zamanı vardır. Öyleyse uzay gibi zaman da, gözlemciye göre değişen göreli bir niceliktir.

Özel Görelilik Kuramı

Einstein’ın Özel Görelilik Kuramı, birbirine göre sabit hızda (ivmesiz) hareket eden sistemlerdeki olayları veya iki olayın birbirine göre durumunu ele almaktadır. K_1 ve K_2 gibi iki farklı sistem olsun ve bunlardan birincisi Galileo ve Newton’un varsaydıkları gibi durağan bir sistemi, ikincisi ise birinciye göre ivmesiz olarak devinen bir sistemi simgelesin. Bu iki sistemde gerçekleşen olgulara ilişkin ortaya çıkan sonuçlar nasıl değerlendirilebilir? Aslında her iki sistemde de Newton Kanunları geçerlidir. Ancak, özellikle yukarıda değinilen ve bütün doğa kanunlarının, birbirine göre düzenli bir biçimde devinen bütün sistemler için aynı olduğu düşüncesi temel alındığında, ister istemez ortaya çıkan bütün olguları her sisteme uyacak biçimde betimlemek ve bunun için de öncelikle zaman ve mekân ölçmelerini değişken nicelikler olarak kabul etmek gerekmektedir. Dolayısıyla bu sistemler arasındaki bağıntıları anlatabilmeyi olanaklı kılacak yeni matematiksel araçlara gereksinim olduğu anlaşılmıştır. Bu durumu şu şekilde betimlemek olanaklıdır: Bir olayın K_1 açısından x_1, y_1, z_1, t_1 büyüklükleri verildiğinde, aynı olayın K_2 açısından x_2, y_2, z_2, t_2 değerlerinin ne olduğunu bulmayı sağlayacak dönüşüm denklemlerine gereksinim vardır. Görelilik Kuramı gereksinim duyduğu bu araçları Lorentz’in Dönüşüm Denklemlerinde bulmuştur. Bugün artık göreliliğin matematiksel kısmının önemli bir parçasını oluşturan bu denklemler, ışık hızını evrensel bir değişmez olarak kabul etmekte, fakat bütün zaman ve mekân ölçmelerini, ilgi kurulan sistemin hızına göre değiştirmektedirler. Böylece aralarında bağıntı kurulan bütün sistemlerde doğa kanunları aynı kalmaktadır. Sonuçta Einstein, 1905 yılında Özel Görelilik Kuramını geliştirdi. Kuramın dayandırıldığı iki temel postula vardır: 1) Görelilik, 2) Işığın hızının değişmezliği

Einstein, bu iki postulaya dayanarak bilimin o zamana kadarki betimlemelerine dayanan mekân, zaman, hareket, kütle ve uzunluk kavramlarına ilişkin yeni anlamlandırmalar ve açıklamalar getirmiştir.

1. Uzunluğun Göreliliği: Bir nesne gözlemciye göre hareketliyse nesnenin uzunluğu hızına bağlı olarak kısalır. Işık hızına yakın hızla hareket eden cisimlerin, hareket yönündeki boyutları kısalır, kütleleri ise artar. Işık hızına ulaşan cismin, hareket yönündeki uzunluğu sıfır, kütlesi sonsuz olur. Böyle bir sonuç tasavvur edilemeyeceğinden, hiçbir şey ışık hızıyla hareket edemez.
2. Kütlenin Göreliliği: Bir nesne bir gözlemciye göre hareketliyse, nesnenin kütlesi artar. Artış, hızla orantılıdır. Bilindiği üzere klasik fizikte kütle değişmeyen bir nitelikti. Ancak görelilik ilkesi hareket eden cismin kütlesinin aynı kalmayacağını, hıza bağlı olarak artacağını öngörmektedir. $v=c$ olduğunda kütle sonsuz büyüklükte olacaktır. Buradan, kuvvet kullanarak bir cismi ışık hızıyla veya ışık hızından daha büyük hızla hareket ettirmenin olanaksız olduğu anlaşılmaktadır.

3. Kütle-Enerji Eşdeğerliği: Madde enerjiye, enerji de maddeye dönüştürülebilir. Einstein, kütlenin görelilik ilkesinden giderek, hareketli bir cismin kütlesi hareketle arttığı ve hareketin bir enerji biçimi (kinetik enerji) olduğuna göre, hareketli bir cismin kütle artışı, o cismin artan enerjisinden gelir. Kısaca, enerji kütleyle eşdeğerdir. Einstein, bu usavurma sonucunda herhangi bir E enerjisine eşdeğer olan m kütlesinin değerini belirlemiş ve bu değeri $m = \frac{E}{c^2}$ denklemiyle göstermiştir. Bu bağıntıdan ünlü $E = m.c^2$ denklemini yazmak artık kolaydır. Bir madde parçasında bulunan enerjinin, onun kütlesinin ışık hızının karesiyle çarpımına eşit olduğunu belirten denklem, aynı zamanda kütle ve enerjinin eşdeğer olduğunu, yani kütlenin yoğunlaşmış enerjiden başka bir şey olmadığını göstermiştir. Başka bir deyişle, kütle enerjiye, enerji de kütleyle eşdeğerdir. Buna göre, ışık hızı çok büyük olduğu için, çok küçük bir kütleden çok büyük bir enerji elde edilebilir. Atom bombası yapımının bu ilkeye dayandığı hatırlanmalıdır.
4. Hızların Göreliliği: Galileo-Newton evreninde Hızların Toplanması İlkesi söz konusuydu. Bütünüyle sağduyuya dayalı bir açıklama olan ve $W = v + w$ biçiminde ifade edilen bu ilkenin ışığın hareketine bağlı olguların açıklanmasına veya olağanüstü hızlarda devinen sistemlerdeki devinimlerin açıklanmasına uygulandığında, yanlış sonuçlara yol açtığı anlaşılmıştır. Şöyle ki: Uzayda bir ışık kaynağına doğru saniyede 200.000 km hızla hareket eden bir roket düşünelim. Hızların Toplanması İlkesi gereği ışığın rokete göre hızının, roket ışığa doğru gelirken $c+v$, yani $300.000+200.000=500.000$ km/sn, roket ışıktan uzaklaşırken ise $c-v$, $300.000-200.000=100.000$ km/sn olması gerektiği sonucu çıkar. Bu sonuçların ise Michelson-Morley Deneyinin kanıtlamış olduğu ve Einstein'ın kendi kuramını dayandırdığı bir postula olan "Işık hızının değişmezliği"yle çeliştiği açıkça görülmektedir.
5. Zamanın Göreliliği: Eğer iki gözlemci birbirlerine göre hareketliyseler, biri diğerinin zaman sürecini yavaşlamış görür. Başka bir deyişle, birbirlerine göre hareket eden iki gözlemci için zaman farklı hızlarda akar. Işık hızına yakın hızla hareket eden sistemlerde zaman yavaşlar. Hareketli sistemdeki saat, duran saate göre daha yavaş işler. Hareket eden saatin periyodu, hareketsiz bir gözlemciye göre, saatin hareket hızı arttıkça uzar ve saatin hızı ışık hızına yaklaştıkça sonsuza gider. Buna göre, uzaya büyük bir hızla fırlatılan bir roketteki astronot geri döndüğünde, Dünyadaki ikiz kardeşinden daha genç olacaktır.

Genel Görelilik Kuramı

Einstein Özel Görelilik Kuramını atom altı dünyaya ilişkin olanlar da dahil olmak üzere tüm fiziksel olguları açıklamak için geliştirmiştir ve söz konusu olayların çoğunu incelemek için de yeterlidir. Buradaki öngörü şudur: Bir koordinat sistemindeki bir olayın uzay ve zaman koordinatları ve bu koordinat sisteminin "görelî" olduğu sisteme göre hızı biliniyorsa, ikinci sistemdeki uzay ve zaman koordinatları da bulunabilir. Daha da önemlisi Özel Görelilik Kuramında söz konusu edilen iki koordinat sistemi birbirlerine "görelî" olarak, "düzgün" bir biçimde hareket etmektedirler. Buna karşılık Einstein'ın, 1916'da bilim topluluklarının gündemine getirdiği Genel Görelilik Kuramı ise, bir başkasına göre hızlanan ya da yavaşlayan, ivmeli nesne ya da sistemleri konu edinmektedir. Bu bakımdan, anlaşılması daha zor pek çok kurgu içermektedir. Bundan dolayı, bu kuramın, gözlemcileri değişen görelî hızlarla hareket ettiklerinde ortaya çıkan olayların açıklanmasına yönelik olarak geliştirildiği anlaşılmaktadır. Başka bir deyişle bu kuramda da iki sistem söz konusudur, ancak burada iki sistemin görelî hareketi sabit hızda değil, birbirlerine göre ivmelidir. Bu nedenle Özel Görelilik Kuramının, Genel Görelilik Kuramının özel bir hali olduğu anlaşılmaktadır. Konuyu yalın olarak şöyle anlatmak olanaklıdır: Genel Görelilik Kuramının söz konusu ettiği sistemler birbirlerine göreceli olarak ivmeli hareket ettiklerinden, bir sistemden diğerine geçebilmek için, bir sistemde gravitasyon alanının belirlenmesini, diğer sistemde ise ortadan kaldırılmasını gerektirmektedir. Başka bir deyişle, görelilik düşüncesi göreceli hareketleri düzgün olmayan sistemleri de inceleme kapsamına alacak şekilde genişletilecek olursa, gravitasyon olgusuna yer vermek gerekmektedir. Gravitasyon, ivmeli (düzgün olmayan) hareket eden sistemler arasındaki ilişkiyi sağlayan bir ögedir ve uygun bir referans sistemi seçerek, gravitasyon alanı ortadan kaldırılabilir veya yaratılabilir.

Einstein konuyu irdelemeye şu soruyu sorarak başlar: Elimize alıp, sonra da bıraktığımız taş neden yere düşer? Genellikle verilen cevap şudur: Çünkü Dünya tarafından çekilmektedir. Einstein’a göre, modern fizik, şu nedenlerden dolayı bu soruya değişik bir cevap vermektedir. Elektromanyetik olayların daha dikkatli incelenmesiyle, herhangi bir ara ortam işe karışmadığı sürece, uzakta bir etkinin oluşmadığı anlaşılmıştır. Örneğin bir mıknatıs, bir demir parçasını çekiyorsa, bu olay mıknatısın boş uzay aracılığıyla demir parçasını etkilemesi olarak açıklanamaz. Mıknatısın, etrafındaki uzayda, fiziksel olarak gerçek olan ve bizim “manyetik alan” diye adlandırdığımız bir şey oluşturduğunu düşünmek zorundayız. Bu manyetik alan, demir parçası üstünde öyle bir etki yapar ki, demir parçası mıknatısa doğru hareket eder. Benzer bir durum, diğer çekim etkileri için de geçerlidir. Dolayısıyla, Dünya’nın taş üstündeki etkisi de dolaylı olarak oluşur. Dünya, etrafında taşa etki eden ve onun düşme hareketini oluşturan bir çekim alanı yaratır. Bir cisme uygulanan çekimin şiddeti de, Dünya’dan uzaklaştıkça azalmaktadır.

Einstein’ın bu yorumunun ortaya çıkardığı en belirgin sonuç, “bir cismin niteliğinin, duruma göre ‘eylemsizlik’ ya da ‘ağırlık’ olarak kendini gösterdiğidir.” Bu bağlamda değerlendirildiğinde, kuramın üç önemli sonucundan söz etmek gerekmektedir:

1. Kütle çekimine ilişkin geliştirdiği sonuçlar,
2. Kütlenin ışık demeti üzerindeki etkisiyle ilgili bulgular,
3. Kütlenin zaman üzerindeki etkisiyle ilgili bulgular.

1. Kuramın Kütle Çekimine İlişkin Geliştirdiği Sonuçlar: Gezegen yörüngeleri dönen birer elipstir. Newton’un hareket kanunlarına göre: $Kuvvet = eylemsizlik \text{ kütlesi} \times ivme$ ’dir. Burada eylemsizlik kütlesi, ivmelenmiş cismin özel bir sabitidir. Eğer çekim, bir alanın etkisinin sonucuysa, o zaman şöyle denilebilir: $Kuvvet = Çekim \text{ Kütlesi} \times Çekim \text{ Alanının Şiddeti}$. Burada çekim kütlesi, yine cisme özgü bir sabittir. Bu iki bağıntıdan ise şu denklem yazılabilir: $İvme = Çekim \text{ Kütlesi} / Eylemsizlik \text{ Kütlesi} \times Çekim \text{ Alanının Şiddeti}$.

Deneyle kanıtlandığı üzere, eğer ivme cismin durumundan ve cinsinden bağımsızsa ve belli bir çekim alanı için hep aynıysa, o zaman çekim kütlesinin, eylemsizlik kütlesine oranı da, bütün cisimler için aynı olmalıdır. Birimlerin uygun bir biçimde seçilmesiyle, bu oran 1’e eşitlenebilir. O zaman ortaya şu kanun çıkar: Bir cismin çekim kütlesi, eylemsizlik kütlesine eşittir.

Einstein’ın ulaştığı bu sonuç, Genel Görelilik Kuramının temel dayanağıdır. Çünkü bu sonuca dayanarak birbirlerine göre düzgün değil, ivmeli hareket eden cisimleri de kapsayacak şekilde görelilik ilkesi genelleştirilmiş olmaktadır. Burada dikkat çekilmesi gereken bir durum da, genel görelilik ilkesinin her tür hareketi bir “çekim alanı” varsayımıyla açıklamasıdır. Buna izin veren de, eylemsizlik ve çekim kütlelerinin eşitliğini öngören kuraldır (eşdeğerlik ilkesi). Buna göre, uzayda, kütle çekimi ile hızlanma hareketinin etkileri eşdeğerdir ve birbirlerinden ayırt edilemez.

Kütle çekiminin gözlemlendiği bir diğer durum da Güneş’in gezegenleri sürekli olarak çevresinde dolanır durumda tutmak için kuvvet uygulamasıdır. Bilindiği üzere, Kepler, gezegenlerin yörüngelerinin elips olduğunu bulmuş, ama neden elips olduğunu belirleyememişti. Çözüm 1687’de Newton’un şimdi evrensel kütle çekimi olarak bilinen yasasını yayınlamasıyla ortaya çıktı. Bu yasa, evrendeki her nesnenin

bir başkasını $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ denkleminde ifade edildiği biçimde, kütle çekim kuvvetiyle çektiğini belirtmektedir. Burada, m_1 bir nesnenin kütlesi, m_2 diğer nesnenin kütlesi, r aralarındaki uzaklık, G kütle çekim sabitidir.

Einstein da gezegen yörüngelerini elips biçiminde kabul etmektedir, ancak Merkür’ün yörüngesi belirli bir farklılık göstermektedir. Bu farklılık elips biçimindeki yörüngenin (aslında diğer yörüngelerin de) durağan değil, dönmekte olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer taraftan, öngörülen dönme de öylesine küçüktür ki, birçok gezegen için belirlenebilmesi oldukça zordur. Bu durumda Newton’un denkleminin

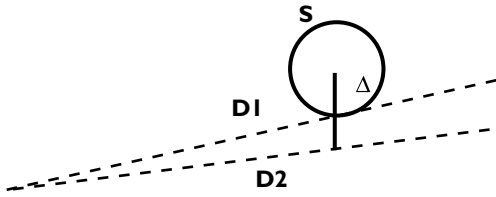
düzeltilmesi gerekmektedir. Einstein kendi kütle çekim kuramında bu düzetmeyi $F = \frac{G \cdot m_1 \times m_2}{r^{2,00000016}}$

şeklinde yapmıştır. Genel Görelilik Kuramının öngördüğü bu sonuç, gezegenlerin yörüngelerinin durağan bir elips değil, dönen bir elips olduğunu göstermiş olmaktadır.

2. **Kütlenin Işık Demeti Üzerindeki Etkisi:** Işık demeti, bir kütlenin yakınından geçerken belli miktarda sapar. Genel Görelilik Kuramına göre bir çekim alanından geçerken ışık eğrilir ve bu eğri çekim alanına atılan bir cismin izlediği yola benzer. Bu anlatıma dayanarak, Güneş'e Δ kadar bir uzaklıktan geçen bir ışık ışınının eğrilme açısı α 'nın değeri, $\alpha = \frac{1.7}{\Delta}$ kadardır.

Kurama göre bu eğrilmenin yarısı Güneş'in Newton çekim alanı tarafından oluşturulmakta, diğer yarısı da Güneş'in etkisi altında uzayın geometrik değişimi (eğrilmesi) sonucu olmaktadır. Bu sonuç, tam bir güneş tutulması sırasında yıldızların yerlerinin fotoğraflarla tespit edilmesiyle araştırılabilir. Kuramın öngörüsünü şekille açıklamak olanaklıdır (Resim 15): Eğer Güneş (S) olmasaydı hemen hemen sonsuz uzaklıktaki bir yıldız, dünyadan D_1 yönünde görülecekti. Ama ışığın Güneş tarafından eğilmesi sonucu yıldız D_2 yönünde, yani Güneş'in merkezine göre gerçek yerinden daha uzak bir yerde görülecektir.

Burada Einstein'ın belirlemelerinden birine daha dikkat çekmekte yarar vardır. Einstein ışığın eğrilmesinin yarısının Güneş'in Newton çekim alanı tarafından oluşturulduğunu, diğer yarısının da

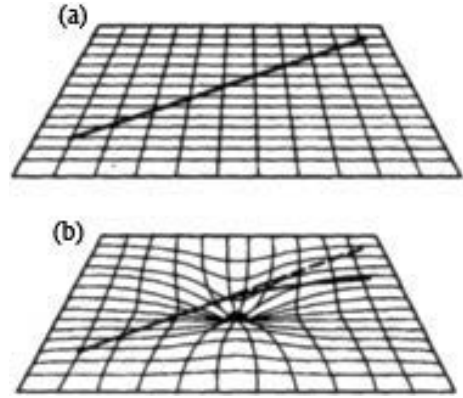


Resim 8.15: Işığın Çekim Alanınca Eğrilmesi

Güneş'in etkisi altında uzayın geometrik değişimi (eğrilmesi) sonucu olduğunu ileri sürmektedir. Işığın kütle çekim merkezlerince eğrildiği artık kanıtlanmış bir doğruluk olarak karşımızda durmaktadır. Ancak cümlelerin ikinci kısmındaki ifade uzayın da eğrildiğini belirtmektedir ki, asıl dikkat çekici belirleme budur. Uzayın kendi içine bükülmüş olduğu fikri pek çok bakımdan önemli sonuçlara yol açan bir belirlemedir (Resim 8.16).

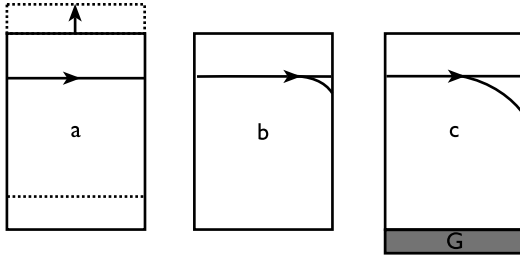
Bu durumda ışık ışınlarının Genel Görelilik Kuramına göre hangi yolu izleyeceği sorulabilir. Eukleides geometrisinde ışık düz bir çizgi üzerinde ilerler. Işığın izlediği bu düz çizgi, uzayın düz oluşunun bir kanıtıdır. Özel Görelilik Kuramında da ışık düz bir çizgi üzerinde ilerlediğine göre, özel kuramda da uzay düz kabul edilmektedir. Ne var ki, Genel Görelilik Kuramı ivmelendirilmiş hareketlere ya da yerçekimsel etkilerin söz konusu olduğu hareketlere uygulanmaktadır. Böyle bir durumda ışığın izlediği yol ne olacaktır?

Bu soruyu yanıtlamak için düşünce deneyine gereksinim olacaktır. Bunun için herhangi bir yerçekimsel kuvvet kaynağından uzakta, uzay boşluğunda olan bir asansör olduğunu ve asansörün içerisine bir duvardan diğerine ışın gönderen bir lazer cihazının yerleştirildiğini varsayalım (Resim 8.17). Asansör hareketsizse veya sabit bir hızla hareket ediyorsa, lazer ışını karşı duvara, yani bulunduğu noktanın tam karşısına isabet edecektir. Özel Görelilik Kuramının öngörüsü de böyledir. Fakat şimdi, asansörün bir roketle bağlı olduğunu ve roketin ateşlendiğini varsayalım. Asansör bu durumda yukarıya doğru ivme kazanır. Asansörün dışında duran hareketsiz bir gözlemci ise, asansörün yukarıya doğru hareket ettiğini kaydeder. Aynı gözlemci, asansörün içini de görebilirse, lazer ışınının düz bir çizgi üzerinde hareket ettiğini gözlemler. Çünkü dışarıdaki gözlemci hareketsiz olduğundan, bu örnekte Özel Görelilik Kuramı geçerlidir. Hâlbuki aynı asansörün içinde bulunan bir fizikçi, farklı bir gözlemdedir. Lazer ışını bir duvardan ötekine giderken geçen kısa süre içinde, asansör bir miktar yol kat edecektir. Sonuçta, lazer ışınının karşı duvarda düştüğü noktanın, çıkış noktasının bu miktar kadar altında olacağı açıktır. Bu deneyde ivmelendirme ışığı aşağıya doğru "eğmiştir". Şimdi, ivmelendirmenin olmadığını, fakat buna karşılık asansörün yerin kütle çekiminin etkisi altında sabit durduğunu düşünelim. Bu durumda ışık demeti, eşdeğerlik ilkesi gereği, yukarıya doğru ivmelenen asansördekiyle aynı sonucu vermeli, yani aşağıya doğru eğilmelidir. Demek ki yerçekimi ışığı eğmektedir. Işığın izlediği yol düz bir çizgi değil de eğik olduğuna göre, uzay da düz değil, büküktür.



Resim 8.16: Bükülmüş Uzay ve Işığın Eğrilmesi

Einstein, 1907’de ışığın eğrilmesi konusunda çalışmaya başlamıştır. Einstein, eşdeğerlik ilkesinin ışığın yerçekimsel cisimler tarafından eğrilmesini gerektirdiğinin farkına varmasına karşın, bu etkinin pratikte ölçülemeyecek kadar küçük olduğunu düşündüğü için, üzerinde fazla durmamıştır. Ancak, 1911’de, henüz genel kuramını tamamlamamışken, bu soruna tekrar geri dönmüştür. Bu dönüşündeki temel fark şudur: Işığın eğrileceği öngörüsünü Newton’un kuramına dayanarak irdelemek, aynı zamanda



Resim 8.17: Işığın Eğrilmesi

da geliştirdiği $E = m.c^2$ ’nin etkilerini de göz önünde bulundurmak suretiyle, kütle (m) ile enerji (E) arasındaki eşdeğerlikten yararlanmak. Fotonların kütlesi olmasa da enerjilerinin olduğu varsayımından hareketle Einstein, ışığın eğilmesini artık deneysel olarak ölçmenin de mümkün olabileceğini düşünmeye başlamış ve Güneş’in arkasına denk düşen yıldızlardan gelen ışığın Güneş tarafından eğilmesini hesaplamaya girişmiştir. Bulduğu değer, Newtoncu değerle neredeyse eşittir.

- Kütlenin Zaman Üzerindeki Etkisi:** Güçlü kütle çekim alanı, zaman sürecini yavaşlatır. Genel kuramın bir başka sonucu, çekim özellikli bir kütlenin zaman üzerindeki etkisidir. Büyük bir kütle üzerinde tüm zaman süreçlerinin, daha küçük bir kütle üzerinde olduğundan yavaş yürüyeceği, ya da zamanın, görece büyük Jüpiter gezegeninde Dünya’dakinden yavaş geçeceği öngörülmektedir. Dünya’da belli bir hızla işleyen saat, Jüpiter’de daha yavaş, Güneş’te ise çok daha yavaş işleyecektir. Einstein, Güneş’teki 1 saniyenin, Dünya üzerinde 1,000002 saniyeye karşılık olacağını bulmuştur. Daha açık söylersek, zamanın akış hızlarındaki fark nedeniyle, 500.000 saniye ya da yaklaşık 6 gün sonra, Güneş’teki saat Dünya’dakinden 1 saniye geri kalmış olacaktır. Genel kuramın bu öngörüsü, Güneş’te bulunan “atom saati” yardımıyla denetlenebilir. Güneş’ten gelen ışıklar, çok farklı türden titreşen atomlardan kaynaklandığından, bu titreşimlerin sıklıkları, yani frekansları deneysel yollarla belirlenebilir ve buradan da titreşim başına geçecek süre, yani periyot hesaplanabilir. Dünya’da aynı atomlar için titreşim sıklıkları ve karşılığı oldukları titreşim başına süreler de ölçülebilir. Sonra bunlar öbürleriyle karşılaştırılabilir. Eğer Güneş’teki atomların titreşim sıklıkları, Dünya’daki aynı atomların titreşim sıklıklarından daha az olursa, bunun anlamı titreşim başına geçen sürelerin arttığı, ya da Güneş’te zamanın yavaşladığı olacaktır.

XIX. VE XX. YÜZYILLARDA KİMYA

Modern kimyanın temeli XVIII. yüzyılda ortaya atılmıştır. Modern anlamda “element” kavramı Robert Boyle (1627-1691) tarafından yapılmış ve bu tanım Lavoisier (1743-1794) tarafından kimyada kullanılmıştır. XIX. yüzyılda kimya hızla gelişmiş ve temel yasaları belirlenmiştir. 1808’de John Dalton (1766-1844) atom kuramını ortaya atmış, buna bağlı kimyasal teknoloji hızla gelişmiştir.

Modern kimyanın temelinde Lavoisier’in geliştirdiği nicel kimya yatar. Lavoisier sonrasında kimyasal bileşiklerdeki nicel bağıntılar saptanabilmiş Eşdeğer Oranlar Yasası, Sabit Oranlar Yasası, Katlı Oranlar Yasası gibi yasalar bulunmuştur.

Elektrokimya

XIX. yüzyıl sonlarında Cavendish ve Colomb’un çabalarıyla dinelgin (statik) elektriğin ölçülebileceği anlaşılmış, akım elektriğinin bulunmasıyla 1793 yılında Alessandro Volta bataryayı (pil) yapmayı başarmıştır. Elektrokimya çalışmalarının temeli Volta’nın çalışmalarına kadar gider. Volta çalışmasında iki farklı metal arasında yer alan sıvı (genelde tuzlu su) ile metaller arasında belirli bir potansiyel farkın (elektrik gücü) oluşacağını kanıtladı. Bu çalışma XIX. yüzyılda elektroliz (elektrikle ayırıştırma) çalışmalarını ortaya çıkardı. Volta’nın keşfinden hemen sonra Charles Nicholson (1808-1903) Volta pilini kullanarak sudaki hidrojenle oksijeni, hemen ardından Sir Humphry Davy (1778-1829) de potas ve sodayı ayırıştırdı. Böylece elektroliz çalışmaları doğdu. Humphry Davy ayrıca potası ayırıştırarak potasyumu, sodayı ayırıştırarak da sodyumu keşfetti.

XIX. yüzyılın ortalarında Thomas Seebeck (1770-1831) Volta pilinde ortaya çıkan potansiyel farkın sadece metallerin cinsine değil sıcaklığa da bağlı olduğunu keşfetti (termoelektrik). Böylece ilk termoelektrik pili yapmayı başardı. 1841’de James Joule (1818-1889) bu konuyla ilgilendi ve iletkenlerden geçen akımın ortaya çıkardığı ısıyı iletkenin direncine, akımın karesine ve zamana bağlı olduğunu keşfetti ($J = R \times I^2 \times t$; Joule Yasası). Bu çalışmalardan sonra elektrik kimya arasındaki ilişki saptanmış oldu ve elektrokimya adlı yeni bir dal ortaya çıktı.

Atom Kuramı

Atom kavramı Antik Grek’e kadar gitmesine karşın, bilimsel olarak ele alınması ve bir kuram olarak ortaya çıkması XIX. yüzyılda John Dalton (1766-1844) sayesinde. Dalton, kimyasal elemanların atomlardan oluştuğunu bulmuş ve atomların hidrojene oranla ağırlıklarını belirlemeye çalışmıştır. Dalton’un ortaya koyduğu Atom Kuramına göre;

- Bütün maddeler, atom adı verilen son derece küçük parçacıklardan oluşur.
- Belirli bir elementin bütün atomlarının, büyüklük, kütle ve diğer özellikleri eşittir.
- Atomlar bölünemezler; ezeli ve ebedidirler.
- Farklı elementler, atomların orantısız bileşiminden oluşur.
- Kimyasal reaksiyon, atomların birleşmesi, ayrışması ve yeniden düzenlenmesidir.

Dalton’dan sonra Gay-Lussac (D. 1778-Ö. 1850) da gazların kimyasal bileşikler olduğunu belirledi ve atomların belirli oranlarda birleştiklerini buldu, sonuçta eşit hacimdeki bütün gazların benzer koşullarda eşit sayıda atom gruplarını içerdiğini kurala (Avogadro Yasası) bağladı. 1815’te William Prout (D. 1785-Ö. 1850) elementlerin atomik ağırlıklarını hidrojenle bağlantılı olarak verdi, 1869’da ise John Newlands (D. 1837-Ö. 1898) elementlerin atom ağırlıklarına göre sekizli gruplar oluşturduklarını buldu, Mendelyev (1834-1907) de bilinen elementleri atom ağırlıklarına göre sekizer elemanlık gruplar şeklinde sıraladı. Boş kalan yerler ise 1875’de galyum, 1879’da skandiyum, 1886’da germanyumun keşfiyle dolduruldu.

Bu çalışmalar sonunda atomun yapısı araştırılmaya başlandı. İlk çalışmalar elektronun keşfine aittir. XIX. yüzyılın ortalarında havası alınmış cam tüplerle yapılan deneyler fizikçilerin ve kimyacıların ilgi odağıydı. Gazlara ve atomun yapısına ilişkin çalışmalar bu tür tüplerle yapılan deneylerle gelişti. İlk olarak Johann Hittorf (D. 1824-Ö. 1914) bir tüp içerisine seyrek bir gaz yerleştirdi ve içinden elektrik akımı geçirmeyi denerdi, ancak başarılı olamadı. Onun bu çalışmasını William Crookes (D. 1832-Ö. 1919) Crookes Tüpleri denilen tüplerde tekrar denerdi. Tüpe elektrik verildiğinde tüpte, bir plakadan diğerine doğru bir ışın oluşuyordu. Jean Perrin (1870-1942) bu ışınların negatif yüklü olduklarını keşfetti ve bu keşifle birlikte bunlara “elektron” adı verildi. Ardından J.J. Thompson (D.1856-Ö. 1940) bu parçacığın ağırlığını ölçmeyi başardı. 1910 yılında da Lord Ernest Rutherford (1871-1937) pozitif yüklü protonu keşfetti ve bir atom modeli önerdi. Ona göre atom, proton (çekirdek) etrafında dönen elektrondan oluşan bir yapıydı. Atom yüksüzdü; öyleyse elektronun ve protonun yükleri birbirine eşit olmalıydı. Ancak bir süre sonra yüksüz parçacıkların yani nötronun keşfi işleri karıştırdı. W. Bothe (1891-1957) ve H. Becker bazı hafif elementlerde protonu hızla fırlatan yeni bir radyasyon etkisi keşfettiler. 1932’de James Chadwick bunun nötr taneciklerden oluşan bir demet (nötron) olduğunu belirledi. Aynı yıllarda negatif yüklü elektronlar dışında pozitif yüklü elektronların (pozitron) bulunmasıyla atom modeli çetrefilli bir hal aldı ve 1911’de Niels Bohr (D. 1885-Ö. 1962) yeni bir atom modeli oluşturdu ve Kuantum Kuramına giden yolu açtı.

Bohr, elektronların çekirdek etrafındaki hareketinin, farklı yörüngelerde olduğunu öne sürdü. Bu modelde elektronlar Rutherford’un modeli gibi çekirdekten herhangi bir uzaklıkta bulunan bir yörüngede değil, belirli sayıda elektron tutan belirli yörüngelerde dolanıyorlardı. Aynı zamanda model 1900 yılında Max Planck’ın “bir atomun enerjiyi sürekli olarak değil de kesik kesik yaydığı” belirlemesine de uyuyordu. Zira Bohr’un modelinde, Rutherford’ın aksine elektronlar enerjiyi yörüngede dolanırlarken değil, bir yörüngeden diğerine sıçarlarken yayıyorlardı. Yani elektron bir yörüngeden başka bir yörüngeye geçtiğinde bir enerji paketi (kuanta) fırlatıyordu.

1930'lara gelindiğinde, proton ve nötronu bir arada tutan *piyon* adı verilen yapılar keşfedildi. 1950'lerden sonra ise nükleer güçten sorumlu olan *hadron*lar keşfedildi. O halde madde çekirdekle son bulmuyor hadronlara kadar küçülüyordu. 1960'larda hadronları bir arada tutan "kuark" adlı oluşumlar keşfedildi. 1995 yılında son olduğu varsayılan altıncı kuark keşfedildi. Artık bilim insanlarının sorduğu soru şudur: Maddenin temel parçacıkları hangisidir? Bu, soru yanıt beklemektedir.

Isı ve Enerji

XVIII. yüzyıl sonlarında Benjamin Rumford (D. 1753-Ö. 1814) top namlularının oyulması sırasında açığa çıkan ısıyı inceledi ve ortaya çıkan ısıyı titreşimle açıkladı. Deneylerinde metal bir silindiri bir matkap yardımıyla dakikada 34 devir yapacak şekilde döndürdü. Silindiri içinde buz parçalarının yüzdüğü su dolu bir fıçıya koydu. Oluşan ısı buzları eritiyor hatta suyu kaynatabiliyordu. Böylece ısıнын maddesel bir şey olduğu sonucuna vardı. Bundan birkaç sene sonra Sir Humphry Davy (D. 1778-Ö. 1829) iki buz parçasını birbirine sürterek oluşan suyun buzdan daha sıcak olduğunu kanıtladı. Bu deneyler ısı ile mekanik iş arasında bir ilişki olduğunu gösteriyordu.

XIX. yüzyılda konuyla Sadi Carnot (D. 1796-Ö. 1831) ilgilendi. Isı, kaynaktan toplayıcıya geçerken yüksek sıcaklıktan daha alçak bir sıcaklığa düşmekte ve iş ortaya çıkmaktaydı. O halde mekanik iş kalori kaybindan değil, yalnızca sıcaklıktaki düşüşten meydana geliyordu. Öyleyse ısı yoktan var edilemiyor ve varken de yok edilemiyordu. Carnot bu sonuçları 1824'te yayımladı. Notlarda termodinamiğin hem birinci hem de ikinci yasaları yer almaktaydı. 1841 yılında Robert Mayer, kinetik enerjinin ısıya, ısıнын da kinetik enerjiye çevrilebileceğini gösterdi. 1847'de de Joule, bir elektrik devresinde bataryadan harcanan enerjinin devrede oluşan ısıya eşit olduğunu kanıtladı ve Joule Yasası'nı sundu. Öyleyse enerji kaybolmuyor başka bir çeşide dönüşüyordu. 1847'de Hermann Helmholtz'un (D. 1821-Ö. 1894) ulaştığı sonuç termodinamiğin birinci yasası ya da Enerjinin Korunumu İlkesidir. Buna göre enerji yoktan var edilemez ve varken de yok edilemez. Sadece başka bir biçime dönüşebilir.

Termodinamiğin ikinci yasası yine Carnot'un çalışmalarıyla ortaya çıkmış ancak Lord Kelvin (D. 1824-Ö. 1907) ve Rudolf Clausius (1822-1888) tarafından ifade edilebilmiştir. Buna göre, soğuk bir cisimden sıcak bir cisme ısı akışı dışında bir etkisi olmayan bir işlem elde etmek imkânsızdır. Başka bir deyişle, enerji yok edilemese de harcanabilir.

XIX. ve XX. Yüzyıllarda Biyoloji

Hücre Çalışmaları

Hücreye ilişkin ilk bilgiler XVII. yüzyılda mikroskopu kullanan mikroskobistlerin çalışmalarıyla elde edilmiştir. 1831 yılında John Brown hücrenin bağımsız bir yapı oluşturduğunu buldu ve hücreyi en küçük bağımsız yapı olarak tanımladı. Brown'dan sonra Mathias Jacop Schleiden (D. 1804-Ö. 1881) hücrenin oluşumunu tuz kristallerine benzer olarak açıkladı (Kristalizasyon Kuramı). Schleiden'a göre bitkilerin temeli hücredir, ancak hücre bağımsız değil yapının bütününe katılmaktadır.

Aynı dönemde Theodor Schwann bitki ve hayvan hücrelerini inceledi ve aralarında fark olmadığını belirledi. Her iki hücre de zar, protoplazma ve çekirdek bulunmaktaydı. Hücrenin bitki hücresi mi yoksa hayvan hücresi mi olacağını protoplazma belirliyordu. Aynı zamanda protoplazma hücrede üremeyi, beslenmeyi ve gelişmeyi sağlamaktaydı. Schwann yaptığı bu çalışmalarla Hücre Kuramı'nın kurulmasını sağlamıştır. Onun belirlemelerine göre hücre, canlıda en küçük bağımsız birimdir. Bütün canlılar hücreden oluşur. Hücre bağımsız birim olmasına karşın bütüne katılırlar ve bütün içerisinde belirli fonksiyonları yerine getirirler.

Değişim Kuramları ve Sınıflama Düşüncesi

XVIII. yüzyılda araştırma gezileri ile doğa üzerine çalışanlar yeni bitki ve hayvan türleriyle karşılaştılar. Bu sayede canlıların yapılarına ve oluşumuna ilişkin çeşitli görüşler ortaya atıldı. 1801 yılında yapılan bir araştırma gezisinde Robert Brown birçok bitki örneği topladı. Bu örneklerin 4000'i ilk defa tanınıyordu. Biyoloji araştırmalarının en kapsamlısı ise 1872-1876 yılları arasında yapıldı ve bu gezinin sonuçları 50 cilt olarak yayımlandı. Ayrıca bu gezi sayesinde oşinografi kuruldu. Bu geziler ve keşiflerle elde edilen yeni bilgiler bu yüzyılda biyolojinin gelişmesini sağladı. Elde edilen verilerle biyologlar organizma çeşitleri ve arasındaki bağı araştırmaya yöneldiler ve canlıları sınıflama düşüncesi gelişti.

Canlıların sınıflandırılmasında canlı organizmanın değişik karakterleri temel alınmıştır. Örneğin aralarında Darwin'in de bulunduğu Toksonomistler adı verilen bir grup bilim insanı yaşayan canlıları dış görünüşlerine göre sınıflandırmıştır. Morfolojistler ise organizmanın içyapısını esas almıştır. Paleontolojistler ise fosil türlerini esas almışlardır. Sınıflamaya ilişkin en başarılı çalışma ise Karl Linnaeus'a (D. 1707-Ö. 1778) aittir. Linnaeus, sınıflama sisteminde türleri¹ cinslere,² cinsleri takımlara,³ takımları sınıflara⁴ ayırdı.⁵ Hayvan sınıflaması en yüksek canlıdan en düşük canlıya doğru şöyleydi: Memeliler, Kuşlar, Sürüngenler, Balıklar, Böcekler ve Solucanlar. Linnaeus bu sınıflamasında dış görünüşleri esas almıştı. Ancak ona göre türler değişmiyordu ve sabitti. Bir başka sınıflama ise Georges Cuvier'ye (D. 1769-Ö. 1832) aittir. Cuvier'nin yaklaşımı Linnaeus'un aksine içyapıları esas almaktaydı. Cuvier hayvanları dört gruba ayırdı: Omurgalılar (Vertebrata), Yumuşakçallılar (Mollusca), Eklemliler (Articulata), Işınsılar (Radiata).

Cuvier'in 1798'de ortaya attığı Parçaların Korelasyonu ilkesine göre bir organizmanın yapıları ve bölümleri arasında belirli bir korelasyon vardır. Örneğin, bir kuşun kanat yapısı o kuşun türüne özgüdür. Bu kanat yapısı belirli bir göğüs yapısı demektir. Bu da belli bir nefes fonksiyonunu gerektirir. Kuşun bütün vücudu baştan aşağı böyle şekillenir. Öyleyse bir tek tüy ile bu tüyün sahibini yeniden şekillendirebiliriz. Cuvier bu prensibiyle paleontolojinin kurucusudur. Ancak o da Linnaeus gibi türlerin değişmediğine inanmıştır. Buna karşın çalışmalarında yok olmuş türleri de belirlemiş bunların yeryüzündeki felaketlerle yok olduklarını ileri sürmüştür (Katastrof Kuramı, 1796).

Sınıflama çalışmasında bir başka önemli isim Jean Baptiste Monet de Lamarck'tır (D. 1744-Ö. 1829). Lamarck'a göre canlılar en yüksek canlıdan en düşük canlıya doğru bir iniş gösterirler. En yüksek canlılar memelilerdir. Bunlarda iskelet sistemi tam oluşmuştur. Sınıflama sistemi şöyledir: Omurgalılar, Memeliler, Kuşlar, Sürüngenler, Balıklar, Omurgasızlar, Tek hücreliler, Ahtapotlar, Işınsılar, Kurtlar, Böcekler, Örümcekler, Kabuklular, Solucanlar, Su böcekleri, Yumuşakçalar. Lamarck'a göre insan gelişmiş değildir. Zira hala ilkel kavimler vardır. Birbirimizi öldürmemiz de gelişmemişliğimizin bir kanıtıdır. Lamarck aynı zamanda türler arasında bir sınırın olmadığını ileri sürer.

Lamarck, "evrim" kelimesini klasik Evrim Kuramında kullanıldığı biçimde ilk defa kullanmıştır. Buna göre evrim organik bir tipten, uzun bir süre sonra diğer tiplerin gelişmesidir. Bu anlamı daha sonra Charles Darwin geliştirmiştir. Örneğin evcil hayvanlar insanların seçici beslenmesiyle üretilir. Evcil hayvanlar doğadaki yaban hayvanları ile birlikte ortak atadan gelirler. Bu farklılığı yaratan çevredir. Çevre değişiklikleri yeni türler oluşturur. Bu değişikliklerle organlarda özel istemler meydana gelir. Oluşan bu organlar kullanılarak gelişir. Bu değişim bir sonraki nesle aktarılır. Örneğin yeşilliğin çok az bulunduğu bir çevrede yaşamak için hayvan ağaçların yapraklarını yemek zorundadır. Bu ise hayvanın boynunu uzatan bir etkidir. Ona göre zürafalar böyle bir çevrede ortaya çıkmıştır. Ya da karanlıkta yaşayan hayvanlar gözlerini kullanmaya gerek duymazlar ve giderek gözleri körelir. Bu karakterler ise sonraki nesle aktarılır. Tüm bu çalışmalar Evrim Kuramına giden yolu açması bakımından önemlidir.

Yaşayan organizmaların evrimi düşüncesine ilk şekil veren Buffon'dur. Buffon organizmalar arasındaki küçük farklılıklara dikkat çekmiş ve zaman zaman türlerin tiplerinin değişebileceği sonucuna ulaşmıştır. Bu düşünceleri daha sonra Darwin'in dedesi Erasmus Darwin (1731-1802) geliştirmiş ve organizmaların çevrelerine uyum gösterdiği sonucuna ulaşmıştır.

Charles Darwin ve Evrim Kuramı

Doğa bilimci Charles Darwin (D. 1809-Ö. 1882) bu düşünceleri geliştirdi ve özellikle 1831-1834 yılları arasında Gallapagos Adaları'na yaptığı gezi sırasında elde ettiği verileri değerlendirerek Evrim Kuramını ortaya attı. Onun ortaya attığı bu kuram bugün biyoloji biliminin temelini oluşturur.

¹ Tür: Ortak özellikleri taşıyan ve kendi aralarında döllenerek üreyebilen akraba canlıları içeren biyolojik grup, örneğin İnsan.

² Cins: Birbirine benzeyen ve ortak birçok karakterleri olan türler topluluğu. Kayın, Meşe, Kestane gibi.

³ Takım: İki veya daha fazla familyanın (aile) birleşimiyle oluşan biyolojik grup, Kuşgiller, Kayıngiller gibi.

⁴ Sınıf: Takımların birleşmesiyle oluşan biyolojik grup, örneğin Kuşlar, Böcekler gibi.

⁵ Örneğin meyve sineği türünü alalım. Meyve sineğinin sınıfı Böcekler, takımı Sinekler, ailesi Meyve Sineğigiller, cinsi Meyve Sinekleri ve türü Meyve Sineğidir. İnsanı ele alalım. İnsanın sınıfı Memeliler, takımı Primatlar, ailesi İnsangiller, cinsi Homo, türü İnsan'dır (Homo Sapiens).

Darwin, kuramı üzerinde 1837’de çalışmaya başladı ve 1842’de ilk taslağını, 1844’te de ikinci taslağını sundu. 1859 yılında da kuramını açıkladığı ünlü *Türlerin Kökeni*’ni yayımladı. Kurama göre belirli bir cinsin mükemmel hale gelmesi için bir organ ya da içgüdü kusursuzlaşır. Bu organizma için bir kazançtır ve organizma bu kazancı korumalıdır. Bu kazanç miras olarak sonraki nesle aktarılır. Öyleyse canlı organizma koşulların değişimine göre değişim gösterir. Zira organizmalar arası hayatta kalma savaşı vardır. Eğer değişmezse yaşam şansını kaybeder; hayatta kalmak için çevreye uymak zorundadır. Bu uygunluk biyolojik uygunluktur. Uygun olan hayatta kalır. Eğer yaşam şartları değişmişse canlı da değişmelidir. Böylece canlı organizma, işe yaramayan organlarını köreltir. Eğer bunları beslerse gereksiz enerji sarf eder; bu da organizmanın yaşama şansını düşürür. Öyleyse gerekli organlar tutulur, gereksizler atılır. Bu da nesilden nesile miras olarak aktarılır.

Evrin Kuramında tartışılan bir tür vardır: İnsan. Darwin’den önce de anatomistler insanın diğer primatlarla olan anatomik benzerliğine dikkat çekmişlerdi. Darwin gerçekte insanı da bu düşünce içerisinde ele alarak *Türlerin Kökeni*’nde bir ayrım gözetmedi. Ancak insana ilişkin fikirlerini 1871’de *İnsanın Türeyişi* adlı ayrı bir kitapta ayrıntılı olarak tartıştı ve insanın diğer primatlarla aynı ortak atadan geldiğini ileri sürdü. Ancak o dönemde kuramın en önemli eksikliği türlerin kazanılmış değişimlerini miras olarak nasıl aktardıkları idi. Genetik ile ilgili çalışmaların eksikliği nedeniyle Darwin bu soruyu yanıtsız bırakmıştı. Problem Johann Gregor Mendel (D. 1822-Ö. 1884) mirasın aktarımının kalıtımla olduğunu belirledi ve bu kuramı destekleyen en önemli bilimsel kanıt olarak tarihe geçti.

Mendel ve Kalıtım Kuramı

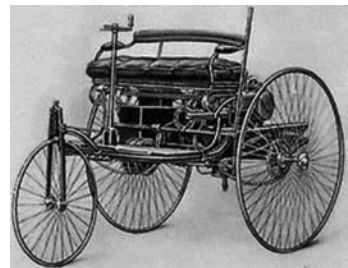
Bebeklerin cinsiyeti, kime benzeyeceği, vücut kusurlarının neden kaynaklandığı insanların eskiden beri ilgilendikleri konulardır. Ancak konuya ilişkin kesin sonuçlar Mendel tarafından elde edilmiştir. Mendel bitkiler üzerine yaptığı çalışmalarla bir türün özelliklerinin kalıtım yoluyla sonraki kuşaklara aktarıldığını buldu. Mendel küçük yaştan beri bahçe işleri ile uğraşıyordu. Darwin’in doğal ayıklanma görüşü yayılmaya başladığı sıralarda lisede öğretmenlik yapıyordu. Biyologlar bir türün özelliklerinin miras olarak nasıl aktarıldığı sorunuyla ilgileniyorlardı. Mendel de 1858’de aynı problem üzerinde çalışmaya başladı ve bezelyelerle deneyler yaptı. Bitkinin uzun boylu ya da cüce, çiçeklerin ve yaprak koltuklarının renkli ya da renksiz, tohumlarının sarı ya da yeşil, düzgün ya da buruşuk olması gibi karşıt özelliklerden birini kuşaklar boyu taşıyan saf soylar elde etmeyi başardı. Sonra bunları kendi aralarında çaprazladı. Böylece bu iki seçenekli özelliklerin saf soylar ile melez döllerde ortaya çıktığını buldu ve istatistiksel yöntemle ifade etti. Örneğin başat olan sarı bezelyeler (SS) ile çekinik olan yeşil bezelyeleri (ss) çaprazladığında, birinci nesilde yani F(1)’de başat olan sarı renk nedeniyle bütünüyle sarı bezelyeler meydana geldi. F(2)’de (ikinci nesil) çekinik olan karakter 1/3 oranında görüldü. Saf başat karakter taşıyanların oranı da 1/3’tür. İkinci deneyinde sarı ve yeşil bezelyelerin düz ve pürtüklü oluşuna da dikkat etti. Çaprazlanma sonucunda F(1)’de bütün bezelyeler sarı ve düz bezelyelerden oluşuyordu. F(2)’de ise bireyler arasındaki oran 9, 3, 3, 1 şeklinde belirleniyordu. (Bağımsız Kalıtım Yasası, Mendel Yasası).

XIX. VE XX. YÜZYILLARDA TEKNOLOJİ

XIX. ve XX. yüzyılda teknolojik gelişmeler o kadar hızlı olmuştur ki bilim adamlarının bile hayal gücünü aşmıştı. Örneğin ilk lokomotiflerin yapıldığı 1850’lerde, saatte 50 kilometrelik bir hıza insan bünyesinin dayanamayacağını ve boğulma tehlikesi ile karşılaşacağı ileri sürülmüş, hatta uçak gibi havadan ağır olan bir cismin asla yükselmeyeceği, yükselse bile uzun süre havada kalamayacağı savunulmuştur. Ancak kısa bir süre içinde bilim adamları yanlışlıklarını anladılar.

Otomobil

1860 yılında Étienne Lenoir, elektrik ateşlemeli bir gaz motoru yaptı. 1876’da ise Nikolaus August Otto, Lenoir’in aygıtını geliştirdi ve üçte bir yakıt harcayan atmosferik bir gaz motoru yaptı. Otto Makinesi adı verilen bu aygıt pompalarda ve basımevlerinde kullanılmaya başlandı. Ancak alet çok gürültülüydü. 1876’da Otto bunu bertaraf etmek için dört zamanlı motoru geliştirdi. Böylece gürültü önlendi ve motor hacmi de küçüldü. 1883’de Gottlieb Daimler bu motorda yakıt olarak benzin kullanmaya başladı. 1886’da ise bu motoru bir at arabasına taktı.



Resim 8.19: Carl Benz’in aracı (1885)

Aynı yıllarda Carl Benz de ilk motorlu aracı gerçekleştirdi. XIX. yüzyılın sonlarında Diesel motorda benzini yakma amacıyla yağ kullanmaya başladı (1893-1897). Benzin ve yağın motorlarda kullanımı yaygınlaştı ve hammadde olarak petrol üretimi birinci sıraya yükseldi.

Uçak



Basit makinelerle ilk uçuş planını Leonardo da Vinci yapmıştır. Ancak ilk ciddi uçuş denemeleri XVIII. yüzyılda yapıldı. 4 Haziran 1783'te Montgolfier Kardeşler, sıcak hava ile şişirilmiş kâğıt bir balonla 1860 metre yükseldiler. Aynı yılın sonunda ise yolcu taşıyarak uçmaya başladılar. Makineli ilk uçuş denemesi ise 1896'da Otto Lilienthal tarafından yapıldı. Otto, basit bir planörle uçtu ancak yaşamını yitirdi.

1900 yılında Grafen Ferdinand Von Zeppelin iki Daimler motoru ile donatılmış ilk hava gemisi Zeplin'i yaptı ve uçtu. 1903'de ise Wright Kardeşler bir pervaneli uçak yaptılar ve ilk kontrollü uçuşu gerçekleştirdiler. Uçak 355 kg ağırlığındaydı ve benzinli motorla çalışıyordu. I. ve II. Dünya savaşlarında uçaklar kullanıldı. 1939'da ilk jet uçağı yapıldı. 1947'de ise ilk roket uçağı yapıldı ve ses duvarı aşıldı.

Resim 8.20: Montgolfier Kardeşler'in İlk Uçuş Denemeleri

Atom Enerjisi

1895'te X ışınlarının bulunmasıyla nükleer çağa adım atılmıştır. 1938'de atom çekirdeğinin parçalanması sonucunda açığa çıkan muazzam enerjinin kullanım şekilleri, bilim adamlarının topluma karşı sorumluluğu konusunu gündeme getirdi. Enrico Fermi'nin 1942'de Şikago Üniversitesi'nin spor sahasında kurmuş olduğu küçük bir reaktörde, zincirleme çekirdek reaksiyonlarının denetimini başarması, elektrik enerjisi üreten reaktörleri gündeme getirmişken, 6 Ağustos 1945'te Hiroşima'ya atılan atom bombası, insanların bilim ve teknolojiye bakışlarını ciddi şekilde sarstı. Ancak bilimsel ve teknolojik bilginin üretilmesi ile kullanılmasının farklı olduğunun anlaşılmasıyla, çalışmalara devam edildi.

Bilgisayar

İnsanoğlunun ilk hesap makinesi abaküslerdir. Abaküse benzer ilk araçlar bundan 3000 sene önce kullanılmaya başlanmıştır. Otomatik hareketlerden yararlanarak ilk toplama yapan makineyi bulan bilim adamı Blaise Pascal'dır. Pascal bu makineyi, bir tarafa doğru döndürülen dişli çarkların hareketinden faydalanarak icat etmiştir. Daha sonra Leibniz (D. 1646-Ö. 1716) aynı prensiple çarpma işlemi de yapabilen bir makine geliştirmiştir.

Hesaplama elektronik sistemin öncüsü İngiliz bilim adamı Charles Babbage'dir (D. 1792-Ö. 1871). Onun Analitik Motor adını verdiği cihaz belli bir programlama içinde hesapları otomatik olarak yapabilmekteydi. Gerçek anlamda bilgisayarlar 1941 yılında Berlin'de Konrad Zuse tarafından geliştirilmiştir. Onun yaptığı bilgisayar elektron lambalarından oluşuyordu.

1946'da, Amerika'da yüksek işlem hızına sahip tam elektronik ilk sayısal bilgisayar geliştirildi. 30 ton ağırlığındaki bu dev makine, on haneli beş bin sayıyı bir saniye içinde toplayabiliyordu. Sonraki yıllarda inanılmaz bir süratle geliştirilen bilgisayarlar, bilgiyi çabuk ve doğru bir şekilde işleme ve saklama özellikleri nedeniyle, kısa sürede günlük hayatın ayrılmaz bir parçası haline geldiler. Bilgi üretimi ve dolaşımı hızlandı. Bu gelişmeler sayesinde, bir toplumun bütün bireylerinin bilgiye kolayca ulaşmaları ve onu tüketmeleri mümkün oldu. Bilgi toplumunun oluşumunu hızlandıran bu gelişmelerin yanı sıra, basımevlerinden uzay gemilerine kadar hemen bütün makine ve araçların kontrolünü de bilgisayarlar üstlenmeye başladı. Böylece insanlar uzun süre alan ve oldukça karmaşık olan yorucu ve bıktırıcı işlerden kurtuldular.

CUMHURİYET DÖNEMİ'NDE TÜRKİYE'DE BİLİM

XIX. yüzyıl, hem Doğu hem de Batı için, özellikle entelektüel kültür açısından, dev dönüşümlerin yaşandığı bir dönemdir. Bu dönemde bilim ve onun uygulama boyutu olan teknolojiye hemen hemen tarihin hiçbir döneminde görülmedik ölçüde hızlı gelişmeler ortaya çıkmış ve bunun doğal bir sonucu olarak, toplum yaşamında da köklü değişimler yaşanmaya başlanmıştır.

Batı'da bu dönemde ortaya çıkan gelişmeler, aslında XV. yüzyılda ortaya çıkan Rönesans ve Reform hareketlerinin ve daha sonra da Aydınlanmanın yarattığı “yeni” düşünsel, kültürel ve sanatsal anlatım ve yaratıcılığın dominant konuma geçtiği bir ortamın ürünü olarak doğmuştur. Bu dönemin düşünsel kavrayışına egemen olan etmen “bilgi” ve “daha çok bilgi” üretmektir.

Batı'da bu değişimler yaşanırken Osmanlı Devleti'nde henüz bu gelişmenin farkına varıldığına ve sonunun nereye varacağını kestirilmesine yönelik düşünce ve bunun gerçekleştirilmesine yönelik atılımlarla karşılaşmamaktadır. Yeniye bulup çıkarmaya yönelmiş, köklü ve devrimci atılımlarla kendini ortaya koyan Rönesans düşüncesi ise, Osmanlı Devleti'nde ancak XVIII. yüzyılda yankı bulabilmiştir. Çünkü bu dönemde, belirgin bir şekilde, özellikle askeri alanlarda geleneksel anlayışın değiştirilmesinin gerekliliğine yönelik düşünceler ön plana çıkmaya başlamış ve bu anlayış diğer alanlara da yayılmıştır. Ancak, yine de geleneksel bilgi üretme yollarına dayanan, otoritelerin söylediklerinin basit tekrarlanması türündeki çalışmalar henüz bütün canlılığını korumaktadır ve daha da önemlisi hâlâ otoritelere güvenerek Batı karşısında varlık gösterilebileceği inancı devam etmektedir.

Osmanlı'da yenileşme hareketlerinin önemli bir boyutunu oluşturan Batı biliminin aktarılması askeri okullar aracılığıyla olmuştur. 1773 yılında İstanbul'da Avrupa'yı örnek alarak bir denizcilik mühendisliği askeri okulunun, Mühendishâne-i Bahrî-i Hümayûn ve daha sonra da 1789 ile 1795 arasındaki sürede kara askeri mühendislik okulunun, Mühendishâne-i Berrî-i Hümayûn, birkaç aşamada kurularak faaliyete geçirilmiş olması süreç açısından çok önemlidir. Eğitim alanında XVIII. yüzyılda başlayan bu yenileşme hareketleri, XIX. yüzyılda Askeri Tıp Okulu (1827), Dârülfünûn, Maden Mektebi (1858) ve Sivil Tıp Okulu'nun kurulmasıyla devam etmiştir.

Böyle bir yapı içerisinde XIX. yüzyıla giren Osmanlı Devleti, sadece bilim ve kültür alanında değil, fakat aynı zamanda, siyasal ve toplumsal alanlarda da yenilikler yapması gerektiğinin bilinciyle, Tanzimat (3 Kasım 1839) ve Birinci Meşrutiyet'in (23 Aralık 1876-13 Şubat 1878) ilanını gerçekleştirmiştir. Böylece, askerlik, adliye, maliye, eğitim ve devlet yönetimine ilişkin konularda düzenleme ve yeniliklere gidilmeye çalışılmıştır. Yapılan uygulamaların ekonomik, siyasal ve toplumsal istikrarsızlıkların giderilmesinde başarısızlığa uğramasıyla, Birinci Meşrutiyet ilan edilmek durumunda kalmıştır. Ancak kısa süre içerisinde ülke sınırları içerisinde ortaya çıkan huzursuzluk, başıboşluk ve özellikle dış güçlerin ülke işlerine kolay müdahale etmesiyle ortaya çıkan kargaşa bir kez daha istibdat yönetiminin ön plana geçmesine yol açmış ve bu yönetimin yarattığı baskı ve katı yönetimin yarattığı olumsuz koşullardan kurtulmak için de, daha sonra 23 Temmuz 1908 yılında İkinci Meşrutiyet ilan edilmek durumunda kalmıştır. Daha çok toplumsal ve siyasal amaçlarla gerçekleştirilmiş reformlar olmalarına karşın, her üç hareketin de, ister istemez bilimsel etkinlik üzerinde derin izleri olmuştur.

Böylece son derece hızlı bir toplumsal, siyasal ve entelektüel değişim ve oluşum ortamında doğmuş ve yetişmiş olan Cumhuriyetin kurucusu Mustafa Kemal Atatürk, Türkiye Büyük Millet Meclisi'ni kurduğu 23 Nisan 1920 tarihinden itibaren, aynı zamanda, bir ülkenin savaş alanlarında kazandığı başarıyı, bilim ve kültür alanında ortaya koyacağı başarılarla taçlandırmadığı sürece, varlığını uzun yıllar korumasının olanaklı olmadığı gerçeğinden hareketle, bir yandan yeni siyasal yapıyı biçimlemeye çalışırken, bir taraftan da bilim ve kültür alanında dayanılması gereken temellerin neler olması gerektiği konusunda da çalışmayı ihmal etmemiştir.

Batı'nın gelişmişliğinin altında yatan temel motivasyonun bilim ve bilime dayalı aktiviteler olduğunu çok iyi fark etmiş olan Atatürk, bu gerçekliği tüm halka anlatabilmek için ünlü “Hayatta en hakiki yol gösterici ilimdir, fendir.” sözünü söylemek gereksinimini duymuştur. Bu söz aslında Cumhuriyet'in dayandırılacağı esasları da özetleyen bir belirlemedir.

İçinde bulunulan çağın ve getirdiği yaşam biçiminin bilimsel bilgiye dayandığını ve gerçek gücün bu bilgi olduğunu her fırsatta vurgulayan Atatürk, “Türk milletinin yürümekte olduğu ilerleme ve medeniyet yolunda, elinde ve kafasında tuttuğu meşale müspet ilimdir” diyerek Cumhuriyet’in ilanından sonra, bu düşüncelerini uygulamaya geçirecek kurum ve kuruluşların hızla kurulmasına yönelmiştir. Bilgiyi taşıyan ve yaygınlaştıran en önemli araç olan alfabenin yenilenmesi ve buna bağlı olarak dilin gelişmesinin sağlanması gerektiğini çok iyi anlamış olan Atatürk öncelikle Harf Devrimi’ni gerçekleştirmiştir.

Bilimin üretildiği ve sürdürüldüğü kurum olan üniversitenin, çağdaş uygarlık düzeyini belirleyen ulusların sahip olduğu kurumsal niteliklerle birlikte ülkede kurulması amacıyla, Cumhuriyet Dönemi’nde, öncelikle Osmanlı Devleti’nin bir bilim ve kültür kurumu olan Darü’l-Fünûn, Almanya’dan Türkiye’ye gelen bilim adamlarının yardımıyla yeniden yapılandırılarak, 1924 yılında İstanbul Üniversitesi adıyla öğretime açılmış, aynı tarihte Ankara’da da Yüksek Ziraat Enstitüsü kurulmuştur.

1933 Üniversite Reformu’yla birlikte, 1 Temmuz 1933’de, Dârü’l-Fünûn yerine İstanbul Üniversitesi kurulmuştur. Gerçekleştirilen bu reformla birlikte, İstanbul Üniversitesi’nde yeni bir yönetim yapılmasına gidilmiş, bilim dalları modern esaslara oturtulmuş, eğitim ve öğretimde çağdaş atılımlar gerçekleştirilebilmesinin önü açılmıştır.

İleriye yönelik son derece doğru kararlar verdiği kısa süre içerisinde anlaşılan ve reformun gerçekleştirildiği dönemde Batılı pek çok bilim adamını ülkeye getirmeyi başaran Atatürk, çok az bir zaman dilimi içerisinde, bilgiye dayalı bir toplum yaratma idealine ulaşmayı başarmıştır. Öyle ki, İstanbul Üniversitesi’nin ardından, 12 Temmuz 1944 tarihinde İstanbul Teknik Üniversitesi, 13 Haziran 1946 tarihinde Ankara Üniversitesi, 25 Şubat 1953 tarihinde Atatürk Üniversitesi, 20 Mayıs 1955 tarihinde Karadeniz Teknik Üniversitesi ve Ege Üniversitesi, 15 Kasım 1956 tarihinde Orta Doğu Teknik Üniversitesi ve 1 Ekim 1967 tarihinde Hacettepe Üniversitesi Türk toplumunu bir bilgi toplumu yapma idealini gerçekleştirmek amacıyla açılmışlardır. 2012 yılı itibariyle ülkemizdeki üniversite sayısı 170’i geçmiştir.

Bilginin üretilmesinde ve geliştirilmesinde, en az üniversiteler kadar önemli görevleri olan başka kurumlara da gereksinim vardır. Bu nedenle genç Cumhuriyet’in gelişim çizgisine koşut bir biçimde, bilimin yerleşmesini, yaygınlaşmasını ve toplumsallaşmasını, aynı zamanda bilim ve teknoloji alanında gerekli olan atılımların yapılmasını sağlamak amacıyla Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK, 1963), Refik Saydam Merkez Hıfızısıhha Enstitüsü (RSHM, 1988), Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü (MTA, 1935) ve Kandilli Gözlemevi (1911) gibi çeşitli araştırma ve geliştirme kurumu kurulmuş ve Türk insanın yararlanmasına açılmıştır.

Bilimlerdeki Gelişmeler

Cumhuriyet döneminde yaratılan olumlu koşullara bağlı olarak, üstün nitelikli, bilimin pek çok dalında yaptıkları çalışmalarla katkıda bulunmuş ve bu katkılarından dolayı, uluslararası bilim ödüllerine lâyık görülmüş çok sayıda Türk bilim adamı yetişmiştir. Cumhuriyet’in kurulmasıyla birlikte büyük önder Mustafa Kemal Atatürk’ün kalkınma stratejisiyle başlayan canlılık bir süre sonra kendini bilim alanında da hissettirmeye başlamış, dönemin yarattığı ivmelenmeyle, Cahit Arf, Ahmet Cemal Eringen, Ratip Berker, Mustafa İnan, Turhan Onat, İhsan Ketin, Sırrı Erinç, Feza Gürsey, Asım Orhan Barut, Behram Kurşunoğlu, Oktay Sinanoğlu, Gazi Yaşargil gibi dünya bilimine damgasını vuran çok önemli bilim insanı yetişmiştir.

Özellikle kuramsal fizik ve atom-molekül fiziği sahalarında yukarıda adı geçen Türk fizikçileri, dünya fiziğinde çok önemli bir yer işgal etmişler, yaptıkları çalışmalarla büyük yankılar uyandırmışlardır. Özellikle Feza Gürsey, Asım Orhan Barut, Cavid Erginsoy ve Oktay Sinanoğlu fizikte temel problemlerle uğraşan en önemli bilim insanları arasına girmişlerdir. Bu fizikçilerimiz, Türk fiziğinin en parlak devrini yaşadığı 1960-1973 döneminde yaptıkları kuramsal çalışmalarla adlarının bilim dünyasına yerleşmesini sağlamışlardır. Feza Gürsey SU6 Kuramı, Asım Orhan Barut Dinamik Simetriler-Dinamik Gruplar Kuramı, Cavid Erginsoy katı hal fiziğinde Kanallama Kuramı, Oktay Sinanoğlu atom-molekül fiziği ve kuantum kimyasında Çok Elektron Kuramı ile haklı bir ün elde etmişlerdir. Kuramsal fizikteki bu başarıların benzeri ne yazık ki, deneysel fizik sahasında elde edilememiştir. Bunun yanında, cumhuriyetin ilk kuşak fizikçilerinin elde ettiği bu büyük başarılar daha sonraki genç kuşak fizikçiler tarafından aynı ölçüde tekrarlanamamıştır.

Matematik alanındaki gelişmeler açısından da durum aynıdır ve gerçek anlamda atılımın yapılması için 1933 Üniversite Reformu'nun getirdiği olumlu koşulları beklemek gerekmiştir. Cumhuriyet öncesi dönemde Baş Hoca İshak Efendi, Vidinli Tevfik Paşa ve Salih Zeki matematik alanında sayabileceğimiz en önemli araştırmacılarıdır. Bunların yaptıkları çalışmalar da daha çok Batı'da ortaya konulmuş başarıları Türkçe'ye aktarmak ya da güncelleşmesini sağlamaktan ibaret kalmıştır.

Matematik konusunda Cumhuriyet dönemindeki ilk araştırmaları 1928 yılında, Kerim Erim ve Hüsnü Hamid İtalya'da yayımladıkları makaleler ile gerçekleştirmişlerdir. Hüsnü Hamid makalesinde Osmanlı matematik tarihini ele almış, Kerim Erim ise Erlangen Üniversitesi'nde 1919 yılında yapmış olduğu Doktora tezinin sonuçlarını açıklamıştır. Bunları Ratip Berker'in çalışmaları izlemiştir.

1935-1945 yılları arasında İstanbul Üniversitesi'ne çağrılan yabancı matematikçilerin çalışmalarıyla, bu dönemde daha çok akışkanlar mekaniği, elastisite gibi konular ön plana çıkmıştır. Bu arada yetişen Orhan Alisbah ve Nazım Terzioğlu'nun çalışmalarıyla gerçel ve kompleks analiz konuları, Cahit Arf ile cebir, Kerim Erim, Lütü Biran, Ferruh Şemin ve Feyyaz Gürsan ile de diferansiyel geometri çalışmaları ağırlık kazanmıştır.

Cumhuriyet dönemi kimya bilimi açısından da bir atılım dönemi olmuştur. Ülkemizde ilk defa 1918 yılında İstanbul Üniversitesi çatısı altında bir Kimya Enstitüsü'nün kurulmasıyla başlayan kimya çalışmaları 1933 Üniversite Reformuna kadar geçen süre içerisinde bu konuda etkinlikte bulunmuş tek birim olarak kalmıştır. Bunun ardından Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi (1943), Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi (1958), Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi (1961), İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya Fakültesi (1963) ve Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi (1964) kimya çalışmalarının yürütüldüğü merkezler olarak devreye girmişlerdir.

Astronomi konusunda yapılan çalışmaların en fazla ivmelendiği dönem, 1933 Üniversite Reformu'na bağlı olarak İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi Enstitüsü'nün kurulduğu dönem olmuştur. Berlin Postdam Gözlemevi'nde çalışmakta olan E. F. Freundlich bu enstitünün başına getirilmiş ve onun çabalarıyla Üniversitenin bahçesinde bir gözlemevi kurulmuştur. Freundlich'den sonra Rosenberg ve daha sonra da Gleissberg ve Royds'un Enstitü yöneticiliği yaptıkları 1933-1950 yılları arasında Nüzhet Gökdoğan, Okyay Kabakçıoğlu, Edibe Ballı, Metin Hotinli, Adnan Kırıl, Kamuran Avcıoğlu, Fatma Yılmaz ve Salih Karaali gibi astronomlar yetişmiştir.

1944 yılında Ankara Üniversitesi, Astronomi Enstitüsü, 1962 yılında Ege Üniversitesi, Astronomi Bölümü, aynı yıl Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Astrofizik Anabilim Dalı, 1987'de de İnönü Üniversitesi, Astronomi Bölümü kurulmuş ve araştırmaların yanında pek çok araştırmacının yetişmesine olanak sağlanmıştır.

On dokuzuncu yüzyılda önem kazanmış olan ve ilk eserlerin Osmanlı İmparatorluğu zamanında kaleme alındığı Jeoloji konusunu Cumhuriyet dönemi Türkiye'sinde ciddi bir biçimde ele alan resmi kurumlar kurulmuş -Maden Teknik Arama Enstitüsü gibi- ve bu alanda birçok bilim adamı yetişmiştir. Jeoloji konusu ile ilgilenen bilim adamları arasında Şevket Ahmed Birand, Ahmed Canokay, Bedri Güneri, Fahriye Atıf, Hamid Nafiz Pamir'in adlarını saymak mümkündür. Bu arada daha çok morfoloji ağırlıklı olarak da Cemal Alagöz ve Sırrı Erinç çalışmışlardır.

Aynı şekilde, biyoloji ve tıp alanında da Cumhuriyetle birlikte önemli adımlar atılmıştır. Daha önce, 19. yüzyılın ikinci yarısında tıp eğitiminde biyoloji programa girmiştir. Cumhuriyetten sonra ise diğer disiplinler gibi, biyoloji de yeniden ele alınmıştır. Bu konuda hizmet verenler arasında Hikmet Birand, Suavi Yalvaç, Yusuf Vardar gibi öğretim üyelerinin adlarını sayabiliriz. 1933 yılındaki üniversite reformundan biyoloji de etkin olmuştur. Bunu takip eden yıllarda yurdumuza gelen ve üniversitemizde hizmet eden Alman bilim adamları arasında biyoloji konusunda hizmet verenler nispeten ağırlık taşır. Bunlar arasında Alfred Heilbronn ve Kosswig örnek olarak verilebilir.

Daha sonraki yıllarda araştırma ağırlıklı çalışmalar yapılmaya başlanmış, botanikte Türkiye fauna ve florası, zooloji alanında ise Kelaynak kuşları ve deniz kaplumbağalarına ilişkin önemli çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Bu alanlarda çalışan nispeten geç tarihli araştırmacılar arasında botanikle ilgili olarak Sara Akdik, Şevket Akalın, Hikmet Birand'ı, zooloji ile ilgili olarak Ahmed Mithad Tolunay, Selahattin Okay, Bekir Alkan, Refik Erdem, Hasan Rüştü Oytun ve Bekir Alkan'ı sayabiliriz.

Bu dönemdeki hayvan araştırmaları özellikle bölgesel çalışmalarla zenginleşmiştir. Çeşitli hayvanların farklı bölgelerdeki dağılımı ve onların bölgesel özellikleri konusunda araştırmalar yapılmıştır. Bunlar arasında çeşitli böceklerle ilgili çalışmalarla (Tevfik Karabağ), bazı memeli hayvanlar üzerinde (tilkiler gibi) yapılan araştırmalar örnek olarak verilebilir (Bahtiye Mussuoğlu).

Darwinizmin yoğun olarak etkisini sürdürdüğü bu dönemde özellikle Darwinizm ve filogeni konusunda yoğun araştırmalara rastlamaktayız. Bu konuda düşünürlerimizin araştırmalarının yanı sıra, biyolojik çalışmalar da vardır (Nihat Şişli'nin çalışmaları gibi). Ayrıca bu konunun antropolojik boyutu ile ilgili çalışmalar da yine bu dönemde yer almıştır.

Cumhuriyet Dönemi'nde önemli ilerlemelerin kaydedildiği bir diğer alan olan Veteriner hekimlikle ilgili ilk ciddi teşebbüsler Osmanlılar döneminde başlamıştır. İlk bilimsel veteriner hekimlik eğitimi 1842 yılında Askeri Veteriner Hekimlik Okulu'nun kuruluşu ile başlamıştır. 1914 yılında bu konuda atılan adımlar tekrar gözden geçirilerek, Dr. Thieme'in gözetiminde yeni bir yapılanmaya gidilmiştir. Ancak 1914-1918 yılları arasındaki Birinci Dünya Savaşı, diğer birçok bilimsel ve teknik gelişimin durmasına sebep olduğu gibi, veteriner hekimlik de bu yıllar arasındaki olaylarda etkilenmiştir.

Cumhuriyetin ilanı ile yeniden ele alınan veteriner hekimlikle ilgili yapılanma çalışmaları, savaş sonrasının zor şartlarına rağmen, devletin ve başta Atatürk'ün bu konuya da diğer ulusu ilgilendiren önemli konular kadar önem verdiğini göstermektedir. Başta ordu veteriner hekimlik görevleri başta olmak üzere, yeniden ele alınan konuyla ilgili ilk atılan adımlar arasında Askeri Tatbikat Mektebi ile Serum Aşı Evi'nin açılması sayılabilir.

Veteriner hekimlik 19. yüzyılda tıptan ayrı bir dal olarak belirlenmiştir. Cumhuriyet döneminde kurulan Yüksek Ziraat Okulu içindeki bu okulla birlikte bu alanda sistemli bir eğitim ve öğretimin başladığını söylemek mümkündür.

Veteriner hekimlik her zaman ordu için önemli olmuştur. Bundan dolayı Cumhuriyet Dönemi'nde kurulan Veteriner Akademisi, 1968 yılında okula dönüştürülmüş ve Hastalıklar ve Nal Tekniği, Biyokimya, Bulaşıcı Hastalıklar, Mikrobiyoloji, Dış Hastalıklar, Gıda Kontrolü ve Teknolojisi, Zootečni, İç Hastalıklar, Patoloji, Radyoloji ve Fizik Tedavi, Veteriner Görevleri belli başlı şubeleri olarak belirlenmiştir. Bu kurum sadece veteriner hekim yetiştirerek, ülkeye yararlı olmamış, aynı zamanda çıkardığı Türk Askeri Veteriner Hekimleri dergisi ile de yapılan araştırmaları tanıtmıştır.

Veteriner hekimlik sadece hayvan hastalıklarıyla ilgili çalışmaları içermez; aynı zamanda, insanlardaki bazı hastalıkların ajanlarının belirlenmesi açısından da hayvan araştırmaları önem taşır. Bunlara Batı'da ve Doğu'da örnekler vermek mümkündür. Dolayısıyla birçok veteriner hekim, tıbbı da hizmet etmiştir. Bunlardan biri de Behçet hastalığı diye bilinen Hulusi Behçet'tir. (1889-1948). Deri hastalıkları konusunda çalışmalar yapmış olan bu bilim adamımızın kendisi de bu hastalığa yakalanmaktan kurtulamamış ve bu hastalık onun hayatının son bulmasına sebep olmuştur. 1947 yılında tanısını verdiği bu hastalık daha sonra onun adıyla anılmıştır.

Cumhuriyet ile birlikte önemli gelişmelerin kaydedildiği bir diğer alan da tıptır. Tıp genellikle, diğer disiplinlere oranla daha erken gelişen ve diğerlerine göre daha geniş bir araştırmacı kitlesine sahip bir disiplindir. Ayrıca tıpla ilgilenenlerden bir kısmı, sadece tıpla değil, disiplinin ve çalıştıkları alanın gösterdiği niteliklere bağlı olarak, başka disiplinlerle de ilgilenmişlerdir. Bunlar arasında fizik ve kimyanın belli dalları nispeten daha önde gelmektedir.

Diğer bilim dallarında da görüldüğü gibi, hemen Cumhuriyetin ilanından sonra, Osmanlı döneminde doğmuş ve Atatürk döneminde görev yapmaya başlamış birçok hekim bulunmaktadır. Cumhuriyetin ilk yıllarında hizmet veren bu hekimlerimiz arasında Besim Ömer, Mashar Osman, Akil Muhtar, Saim Dilemre, Haydar İsmail Gaspıralı, Fahreddin Kerim Gökay, Muzaffer Dilemre, Reşit Galip, Kemal Akay ve Süreyya Tahsin Atademir'in adları sayılabilir. Cumhuriyetin ilerleyen yıllarında sayıları gittikçe artan hekimlerimiz arasında, Tevfik Sağlam, Nurettin Berkol, Muhiddin Dilemre, Kemal Cenap Berksoy, Melahat Terzioğlu, Sadi Irmak, Saip Ragıp Atademir gibi isimler katılmışlardır. Bu isimlere ek olarak

günümüzde halen hizmet vermeye devam eden doktorlar arasında ise Ekrem Kadri Unat, Kemal Beyazıd (Türkiyede ilk kalp ameliyatını yapan doktor), Aykut Kazancıgil, Hatemi Hüsrev, Besim Türkan, İhsan Günalp, Ali Rıza Akısan, Kazım Arısan, Muammer Bilge, Orhan Andan'ı saymak mümkündür.

Cumhuriyetle birlikte sadece tıp bilimi değil, aynı zamanda sağlık kurumları da önemli gelişme göstermiştir. Cumhuriyet Dönemi'nde, daha önce Osmanlı Dönemi'nde işlerliğini sürdüren birçok hastane görevini, çeşitli yenilenmelerle sürdürmüştür. 1920'de Büyük Millet meclisini izleyen dönemde kurulan Sağlık Bakanlığı 1930 yılında yeniden yapılanmıştır. Bu yapılanma içinde salık, sağlığı korumak ve tedavi ile ilgili yapılanmaların hemen tamamı ona bırakılmıştır. Mevcut işleyen hastanelerin yanı sıra, Cumhuriyetten sonra açılan sağlık kurumları arasında Haydarpaşa Numune Hastanesi, Heybeliada Sanatoryumu, İstinye Devlet Hastanesi, Ankara Numune Hastanesi, Yüksek İhtisas Hastanesi, Ankara Hastanesi ve Sosyal Sigortalar bağlamında kurulan hastaneler (Sanatoryumlar ve cezaevi hastaneleri vb) bunlara örnek olarak verilebilir. Bunların bir kısmı, örneklerden de anlaşılacağı gibi, Cumhuriyetten sonra yoğun şekilde görülen verem tedavisi için açılan prevantoryum ve sanatoryumlar ve son elli yılda gittikçe yoğunlaşan onkoloji hastaneleri bize Türkiye'de Cumhuriyet sonrası ne gibi hastalıkların spesifik olarak görüldüğünü de göstermektedir. Yine bu hastanelerin sayıca artışı, bunların Türkiye sınırları içinde yayılışı ve teknik olarak göstermiş olduğu gelişim de Cumhuriyeti izleyen yıllarda konunun ele alınışındaki ciddiyeti göstermektedir. Her ne kadar daha pek çok yapılacak iş varsa da, özellikle bu kurumların Türkiye sınırları içinde farklı şehirlere yayılmış olması sağlık hizmetlerinin belli merkezlerin dışında verilmesi ve de mümkün olduğunca yurt sathına yayılmağa çalışılması bu konuda sadece uygulama değil, zihniyet olarak da önemli bir gelişme olduğunu göstermektedir.

Tıp ve sağlıkla yakından ilişkili olan eczacılık alanı da gerçek anlamda yapısına Cumhuriyet ile birlikte kavuşmuştur. Cumhuriyet ile birlikte yeni bir yapılanma içinde daha önceki yüzyılda genellikle azınlıklar elinde olan eczacılık, ecza ticareti, depoculuk ve ilaç ve galenik preparat yapımının Yunanistan'la yapılan nüfus değişimi ve 1928'de uygulanan eczanelerin sınırlandırılması yavaş yavaş Türklerin eline geçmiştir. Bu dönemde Türk eczacılar gayret ve istekle çağdaş eczacılığın Türkiye'de temellerini atmışlardır. Bunlar arasında Hüseyin Hüsnü Arsan, Kemal Atabay, Hasan Derman, Ferit Eczacıbaşı, M. Nevzat Pisak, Ethem Ulagay ve İsmail Yeşilyurt önderlik etmişlerdir. Bunların yanı sıra bazı hekimlerin de bu çabayı destekledikleri görülür. Bunlar arasında Dr. Neşet İrdelp, Dr. Akil Muhtar Özden ve Dr. Tefik Sağlam başta gelmiştir.

Cumhuriyet döneminde tıpta ortaya çıkan yepyeni konulardan birisi de yirminci yüzyıl hastalığı diyebileceğimiz kanser araştırmalarıdır. Her ne kadar tarihin çeşitli dönemlerinde de bu konuda çalışmalar varsa da ve kanser adı altında bu hastalık belirlenmişse de, Dünyadaki kanser araştırmalarının tedavi ağırlıklı olarak gelişmesi röntgen aletinin bulunmasından sonraya rastlar. Türkiye'de ise bu 1925 sonlarından itibaren mümkün olabilmektedir. Bu konuyla ilgilenen bilim adamları arasında Hamdi Suat Bey, Remzi Kazancıgil, Ahmed Burhaneddin Toker, Müfide Hanım, Eyüp Sabri Bey, Röntgenci Selahaddin Mehmed Bey, Perihan Çambel, Üveis Mazkar, Besim Turhan, Sati Eser'in adlarını sayabiliriz. Bu isimlerden de anlaşılacağı gibi, dönemin doktorları konuya büyük ilgi göstermişlerdir. Zaman içinde onkoloji konusunda yapılan çalışmalar ayrıntı kazanmış ve teşhisin yanı sıra, özellikle erken teşhis üzerinde durulmuş ve tedavi konusu üzerinde yoğunlaşmıştır.

Özet

XIX. ve XX. yüzyıl bilimsel gelişmelerin çok daha hızla ilerlediği ve özellikle toplumsal hayata etkisinin diğer dönemlere göre daha yoğun olarak hissedildiği bir dönemdir. Önceki dönemlerle kıyaslandığında, bu dönemi teknik ve icatlar yüzyılı olarak nitelendirmek yerinde olur. Özellikle XVIII. yüzyılda başlayan ilerlemelerle birlikte XIX. yüzyılda fizik biliminde büyük atılım gerçekleşmiş ve bu atılım çeşitli teknik icatların ortaya çıkarılmasına yol açmıştır. Buhar makineleri, elektrik motoru, telgraf, telefon, röntgen cihazı vb. yoğunlaşan teknik icatlar her zamankinden çok daha fazla insan hayatını etkilemiş ve kökten değiştirmiştir. Bu gelişme bilim ve tekniği önceki dönemlerde olmadığı kadar birbirine yakınlıştırmış, neredeyse bazı bilimsel kuramlar anında teknik araçlara çevrilebilmiştir. Bu gelişmenin yönteminin devlet destekli büyük laboratuvarlar olduğu anlaşılınca, Almanya, Amerika, Japonya gibi ülkelerde XX. yüzyılda dev laboratuvarlar inşa edilmiştir. Böylece üniversite-sanayi işbirliği artmıştır.

Rönesans'tan itibaren bilim dinden, XVII. yüzyılda da felsefeden ayrılmıştı. XIX. ve XX. yüzyılda ise bilimin dinden ve felsefeden ayrılması daha kesin bir hal almış, özellikle gittikçe artan bir dirençle dinin karşısına çıkan bilim, artık bu yüzyılda dinin karşısına felsefeden ayrı, tek başına göğüs gerecek güçte bir kurum olarak ortaya çıkmıştır. Bu dönemde anlaşıldı ki bilim ve din ayrı dillerden konuşmaktaydı ve her ikisi de birbirleriyle çatışmadan yollarına devam edebilirlerdi.

Bu yüzyılda bilim diğer dönemlere göre daha fazla kurumsallaşmış ve kurumsallaşmanın bilimdeki önemi giderek anlaşılmıştır. Bu da çeşitli ülkelerde uluslararası merkezlerin oluşmasını sağlamıştır. Örneğin Fransa'da Ecole Polytechnique ve Normale Supérieure teknik anlamda bilimin merkezi olmuş, İngiltere'de Oxford ve Cambridge okulları birer ekol haline gelmişlerdir.

XIX. ve XX. yüzyıl biliminde geniş kapsamlı kuramların geliştirildiği bir dönemdir. Hatta XX. yüzyılda tüm bilimlere içine alabilecek geniş kapsamlı kuramların da ortaya çıktığını görmekteyiz. Fizikte Görelilik Kuramı, Kuantum Kuramı, kimyada Enerjinin Korunumu Yasası, Atom Kuramı, biyolojide Hücre Kuramı, Evrim Kuramı, astronomide Büyük Patlama Kuramı gibi kuramlar bu dönemin ürünüdür. Özellikle fizik alanındaki kuramlar daha geniş kapsamlı olduklarından fizik adeta bir üst bilim kimliğine bürünmüştür. Yine astronomide ortaya atılan ve evrenin oluşumuna ilişkin Büyük Patlama Kuramı sadece astronomiyi etkilememiş, kimyada, fizikte hatta biyolojideki kavramlarımızı neredeyse kökten değiştirmiştir.

XVII. ve XVIII. yüzyılda bilimdeki hızlı gelişmelerle birlikte özellikle de pozitivizmin etkisiyle bilime olan güven aşırı derecede artmıştır. Ancak XX. yüzyılda İkinci Dünya Savaşı'nda atom bombasının kullanılmasıyla bilimin etik tarafı tartışmaya açılmış, bu tartışmalar sonucunda bilimin kendisinin etik bir değer taşımadığı, bilimsel bilginin kullanımı sırasında etik faktörlerin ortaya çıktığı anlaşılmış ve bilime olan aşırı güven makul seviyelere çekilebilmiştir. Bu ise bilimin önemini daha da arttırmış ve “bilgi güçtür” anlayışının yerleşmesini ve ülkelerin gelişmek için bilime daha fazla pay ayırmalarını sağlamıştır. Nitekim Cumhuriyetimizin kurucusu Atatürk de bunun önemini kavramış, Cumhuriyetimizin temelini bilimi koymayı hedeflemiş ve “Hayatta en hakiki mürşit bilimdir ve fendir” görüşü ile bunu ifade etmiştir.

Kendimizi Sınavalım

1. XIX. ve XX. yüzyılda matematikte ortaya çıkan en önemli gelişme nedir?

- a. Cebirin sistemleşmesi
- b. Geometrinin çeşitlenmesi
- c. Uzmanlaşmanın gerçekleşmesi
- d. Sayı kuramının öne çıkması
- e. Tümdengelimnin etkinleşmesi

2. Neptün gezegenini kim keşfetti?

- a. François Wartman
- b. Le Verier
- c. C. W. Tombaugh
- d. Johamm Galle
- e. Alexis Bouvard

3. Evrenin hâlihazırdaki durumunu en iyi açıklayan kuram hangisidir?

- a. Kozmik patlama
- b. Kozmik yayılım
- c. Evrensel şişme
- d. Büyük çökme
- e. Büyük patlama

4. Dünyanın ilk yapay uydusu hangisidir?

- a. Roket-V2
- b. Sputnik-1
- c. Vostok-1
- d. Apollo-L2
- e. Apollo-8

5. Elektrik ve manyetizma arasındaki yakın ilişkiyi gösteren kimdir?

- a. Hans Christian Oersted
- b. Franz Ulrich Aepinus
- c. Pierre Simon Laplace
- d. Siméon Denis Poisson
- e. Augustin de Coulomb

6. Elektrik kuvveti nesnenin izlediği yolun tamamında nesneye etki ediyorsa, bu durumda, nesne üzerinde yaptığı işin toplamına ne denir?

- a. Elektromotive kuvvet
- b. Elektrokinematik
- c. Elektrolitik etki
- d. Elektromotive yegînlîk
- e. Manyetik akım

7. Bir kaynaktan çıkan ışık demetinin dar bir aralıktan geçirilmesiyle, aralığın ötesine sızan ışık demetinin içerisinde, oluşan aydınlık ve karanlık saçaklanmalara ne ad verilir?

- a. Kırılma
- b. Girişim
- c. Kırınım
- d. Yansıma
- e. Daralma

8. Akkor haline getirilen cisimlerin ışık yaymasına ne ad verilir?

- a. Elektriklenme
- b. Işık salınımı
- c. Isıl ışıma
- d. Işıklanma
- e. Kendinden ışıma

9. Metal bir yüzeyin ısınlanmasıyla serbest hale geçen elektronlara ne denir?

- a. Işık saçılım
- b. Metal ışıma
- c. Foto kinetik
- d. Foto elektrik
- e. Foto elektron

10. “Eşit hacimdeki bütün gazlar benzer koşullarda eşit sayıda atom gruplarını içerir” ifadesi aşağıdakilerden hangisidir?

- a. William Prout Kuralı
- b. John Dalton Kuramı
- c. Gay-Lussac İlkesi
- d. Avogadro Yasası
- e. James Joule Yasası

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. c Yanıtınız yanlış ise “XIX. ve XX. Yüzyıllarda Matematik” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
2. d Yanıtınız yanlış ise “XIX. ve XX. Yüzyıllarda Astronomi” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
3. e Yanıtınız yanlış ise “Evrenin Oluşumu” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
4. b Yanıtınız yanlış ise “Uzayın Keşfi” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
5. a Yanıtınız yanlış ise “Elektrik ve Elektromanyetik Kuram” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
6. a Yanıtınız yanlış ise “James Clerk Maxwell” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
7. b Yanıtınız yanlış ise “Thomas Young” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
8. c Yanıtınız yanlış ise “Kuantum Kuramı” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
9. e Yanıtınız yanlış ise “Fotoelektrik ve Foton Kuramı” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.
10. d Yanıtınız yanlış ise “XIX. ve XX. Yüzyıllarda Kimya” başlıklı konuyu yeniden gözden geçiriniz.

Yararlanılan Kaynaklar

- Abetti, G. (1954). *The History of Astronomy*. London: Sidgwick & Jackson.
- Adnan, A. A. (1982). *Osmanlı Türklerinde İlim*. İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Barnet, L. (1982). *Evren ve Einstein*, Çeviren: Nail Bezel, İstanbul: Varlık.
- Bernstein, J. (1982). *Einstein*, Çeviren: N. Hekim & R. Canbeyli, İstanbul: Yazko.
- Boll, M. (1991). *Matematik Tarihi*, Çeviren: B. Gözkan, İstanbul: İletişim Yayınları.
- Boorse, H. A. & L. Motz, (1966). *The World of the Atom*, Cilt I, New York: Basic Books.
- Born, M. (1995). *Görelilik Kuramı*, Çeviren: C. Kapkın, İstanbul: Evrim.
- Coleman, J. A. (1987). *Herkes İçin Görelilik*, Çeviren: Osman Gürel, Ankara: V Yayınları.

Coles, P. (2000). *Einstein ve Tam Güneş Tutulması*, Çeviren: K. H. Öktem, İstanbul: Everest.

Einstein, A. ve L. Infeld, (1976). *Fiziğin Evrimi*. Çeviren: Ö. Ünalın, Ankara: Onur.

Einstein, A. (1976). *İzafiyyet Teorisi*, Çeviren: N. Fındıklı, İstanbul: Denis Kitapları.

Feynman, R. P. (1997). *Kuantum Elektrodinamiği*, (Çeviren: R. Ö. Akyüz), İstanbul: Nar.

Gür, H. (1989). “Kuantum Fiziği Çağı”, *Bilim ve Teknik*, Sayı 256, Ankara: TÜBİTAK.

Gürel, O. (2001). *Doğa Bilimleri Tarihi*, Ankara: İmge.

Hooft, G. (2000). *Maddenin Son Yapıtaşları*, (Çeviren: M. Koca & N. Özdeş Koca). Ankara: TÜBİTAK.

Hooke, R. (1961). *Micrographia, or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries*, New York.

Infeld, L. (1980). *Albert Einstein, Bilimsel Kişiliği ve Dünyamıza Etkisi*, (Çeviren: Cemal Yıldırım). Ankara.

Kaufmann, W. (1980). *Rölativite ve Kozmoloji*, Çeviren: S. Tameroğlu, Ankara.

Kocaturk, U. *Atatürk'ün Fikir ve Düşünceleri*, Ankara 1984.

Maxwell, J. C. “A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field” ED. William Francis Magie, *A Source Book in Physics*, Cambridge, Massachusetts 1965.

Maxwell, J. C. *A Treaties on Electricity and Magnetism*, New York 1954.

North, J. (1995). *History of Astronomy and Cosmology*, New York: Fontana, London Elsevier.

Özemer, A. Y. *XX. Yüzyılda Fiziğe Yön Verenler*, İstanbul 2005.

Özgüç, N. ve Tümerterkin, E. *Coğrafya, Geçmiş, Kavramlar, Coğrafyacılar*, İstanbul, 2000.

Parker, B. *Kuvantumun Anlamak*, Çeviren: E. Alkın, İstanbul 2005.

Peierls, R. E., "Field Theory since Maxwell", *Clerk Maxwell and Modern Science*, Bristol 1963.

Penrose, R. (1989). *Fiziğin Gizemi*, Çeviren: T. Dereli, TÜBİTAK, İstanbul.

Rae, A. I. M., *Kuantum Fiziği: Yanılsama mı, gerçek mi?*, Çeviren: Yurdahan Güler, İstanbul 2000.

Ronan, C. (2003). *Bilim Tarihi, Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişmesi*, Çevirenler: E. İhsanoğlu ve F. Günergun, Ankara: TÜBİTAK.

Ronchi, Vasco, *The Nature of Light*, (Storia della Luce) İngilizce'ye Çeviren: V. Barocas, Harvard 1970.

Saçlıoğlu, Cihan, "Felsefenin Kuantum Mekaniksel Temelleri", *Bilim Teknik*, Sayı 395, Ankara 2000.

Saçlıoğlu, Cihan, "Kuantum Teorisine Mucitlerinden İtirazlar", *Bilim ve Teknik*, Sayı 325, Ankara 1994.

Sayılı, A. *Hayatta En Hakiki Mürşit İlimdir*, Ankara 1948.

Schaffner, Kenneth F., *Nineteenth-Century Aether Theories*, Oxford 1972.

Schilpp, Paul Arthur, *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, New York 1951.

Singer, C. *A Short History of Scientific Ideas to 1900*, Oxford 1960.

Struik, Dirk J., *Kısa Matematik Tarihi*, İstanbul 1996.

Taton, René, *History of Science, The Beginnings of Modern Science*, İngilizce'ye Çeviren: A.J. Pomerans, New York 1967.

Tekeli, S. vD. (1999). *Bilim Tarihine Giriş*. Ankara: Nobel.

Tekeli, Sevim, "Meçhul Bir Yazarın İstanbul Rasathanesinin Tasvirini Veren 'Âlât-ı Rasadiye Li Zic-i Şehinşahiye' Adlı Makalesi," *Araştırma*, Cilt I, Ankara 1963, s. 71-122.

Tekeli, Sevim, "Takiyüddin'de Güneş Parametrelerinin Hesabı," *Necati Lugal Armağanı*, Ankara 1968, s. 703-710.

Tekeli, Sevim, *16'ncı Asırda Osmanlılarda Saat ve Takiyüddin'in "Mekanik Saat Konstrüksiyonuna Dair En Parlak Yıldızlar" Adlı Eseri*, Ankara 1966.

Tez, Zeki, *Kimya Tarihi*, Ankara 2000.

Tez, Zeki, *Ortaçağ Müslümanları*, Ankara 2001.

Topdemir, Hüseyin Gazi, *Işığın Öyküsü*, TÜBİTAK, Ankara 2007.

Topdemir, Hüseyin Gazi, *Takiyüddin'in Optik Kitabı*, Ankara 1999.

Unat, Yavuz, "Çağdaş Astronominin Türkiye'ye Girişi", *Türkler*, Cilt 14, Yeni Türkiye Yayınları, Editörler: Hasan Celâl Güzel, Kemal Çiçek, Salim Koca, Ankara 2002, s. 906-914.

Unat, Yavuz, "Cumhuriyet Döneminde Türkiye'de Astronomi Çalışmaları", *Türkler*, Cilt 17, Yeni Türkiye Yayınları, Editörler: Hasan Celâl Güzel, Kemal Çiçek, Salim Koca, Ankara 2002, s. 901-910.

Unat, Yavuz, "Osmanlı Astronomisine Genel Bir Bakış", *Osmanlı*, Cilt 8, Yeni Türkiye Yayınları, Editör: Güler Eren, Ankara 1999, s. 411-420.

Unat, Yavuz, "Osmanlı Teknolojisine Genel Bir Bakış", *Osmanlı*, Cilt 8, Yeni Türkiye Yayınları, Editör: Güler Eren, Ankara 1999, s. 627-654.

Unat, Yavuz, *İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*, Nobel, Ankara 2001.

Unat, Yavuz, İnan Kalaycıoğulları ve Mehmet Fatih Engin, "Tarih Boyunca Türklerde Gökbilim-1", *Bilim ve Teknik*, Mart 2005, Sayı 448, Ankara 2005, s. 52-53.

Unat, Yavuz, İnan Kalaycıoğulları ve Mehmet Fatih Engin, "Tarih Boyunca Türklerde Gökbilim-2", *Bilim ve Teknik*, Nisan 2005, Sayı 449, Ankara 2005, s. 44-45.

Unat, Yavuz, İnan Kalaycıoğulları ve Mehmet Fatih Engin, "Tarih Boyunca Türklerde Gökbilim-3", *Bilim ve Teknik*, Mayıs 2005, Sayı 450, Ankara 2005, s. 18-19.

Unat, Yavuz, *Seyyid Ali Paşa, Mirat el-Alem (Evrenin Aynası), Ali Kuşçu'nun Fethiyye Adlı Eserinin Çevirisi*, Kültür Bakanlığı Yayınları: 2696, Kültür Eserleri Dizisi: 314, Ankara 2001.

Ünver, Süheyl, *İstanbul Rasathanesi*, Ankara 1985.

Whittaker, E. T., *A History of the Theories of Aether and Electricity*, 1910.

Yıldırım, C. (1992). *Bilim Tarihi*, İstanbul: Remzi Kitabevi.

Yıldırım, C. (1995). *Bilimin Öncüleri*, Ankara: TÜBİTAK.