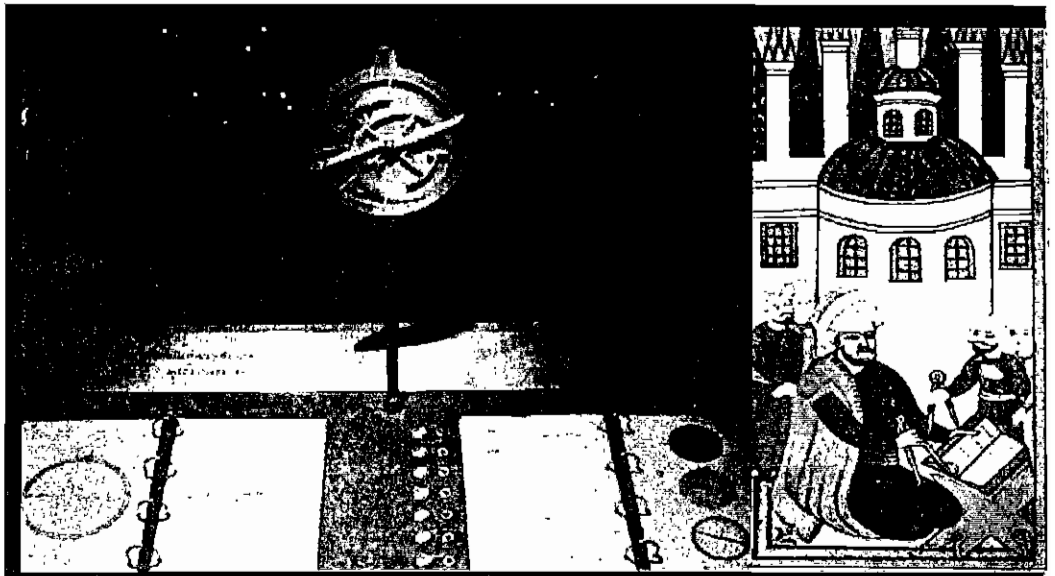
Atatürk Üniversitesi Merkez Kütüphanesi
0152360
255.07.02.01.06.00/10/0152360

9
125
T620

BİLİM TARİHİ

Hüseyin Gazi Topdemir - Yavuz Unat



2. Baskı

PEGEM AKADEMİ

TÖLOAV

PEGEM AKADEMİ

Prof. Dr. Hüseyin Gazi TOPDEMİR ve Prof. Dr. Yavuz UNAT

BİLİM TARİHİ

ISBN 978-605-8558-02-1

Kitapta yer alan bölümlerin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.

© 2009, Pegem Akademi
Bu kitabın basım, yayın ve satış hakları
Pegem Akademi Yay. Eğt. Dan. Hizm. Tic. Ltd. Şti'ye aittir.
Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri,
kapak tasarımı, mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik, kayıt
ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz.
Bu kitap T.C. Kültür bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.
Okuyucularımızın bandrolü olmayan kitaplar hakkında
yayınevimize bilgi vermesini ve bandrolsüz yayınları
satın almamasını diliyoruz.

1. Baskı: Ağustos 2008
2. Baskı: Ekim 2009

Dizgi-Grafik Tasarım: Fikret Kaplan
Kapak Tasarımı: Gürsel Avcı
Baskı: Cantekin Matbaası
(Ankara-0312-3843435)

YAYINEVİ

adakale sokak 4/1 yenişehir-ankara
tel: +90 312 4306750-51 (pbx)
belgeç: +90 312 4354460
gsm: 0506 3451936 - 0541 9104545 - 0533 2055230
e-fileti: pegem@pegem.net

DAĞITIM

sağlık sokak 17/a yenişehir-ankara
tel: +90 312 4345408 - +90 312 4345424
belgeç: +90 312 4313738
gsm: 0506 3451937 - 0541 4345424 - 0533 2055231
e-fileti: siparis@pegem.net

YAZIŞMA

p.k.175 06442 yenişehir-ankara

internet: PEGEM.NET

ÖNSÖZ

Düşünce tarihinin belki de en önemli belirlemelerinden birisi "bilgi güçtür" yargısıdır. İnsanoğlunun Dünya yüzüne atıldığı *andan itibaren* bu sözün bilinciyle hareket ettiğini söylemek olanaklı olmamakla birlikte, yaşamda kalmayı ve yüzyıllar ötesinden bugüne varlığıyla birlikte taşıdığı maddi-manevi kalıtı, bilgiyi üreten bir bilincinin olduğunu ve Dünya'yı paylaşmak durumda kaldığı diğer canlılardan bu yönüyle ayrıldığının en önemli göstergesi olarak karşımızda durmaktadır. Onbinlerce yıl öncesinde barınmak için kullandığı mağaraların duvarlarını büyük bir incelik ve beğeni duygusuyla avladığı hayvanların resimleriyle süslemeye başladığı andan itibaren, artık yeryüzündeki serüveninin yeni bir evresine geçmiş oluyordu. Bu aklını kullanarak çevresini kontrol altına almasını sağlayacak araçları yapmaya başladığı evredir. O yüzden bilim tarihi uzmanları bilimi "çevresi üzerinde kontrol kazanan insanın davranış kalıbı" olarak tanımlamaktadır. Bu bilimin birçok tanımından birisi olmakla birlikte, yukarıda değinilen gerçekliğe vurgu yapması bakımından değerli bir belirlemedir. Çünkü mağaranın karanlığından, aydınlığın konforuna kendisini taşıyan insanın, aslında içinde yaşadığı doğayı daha iyi tanıması sonucu önce onun bilgisini elde ettiği ve ardından bu bilgilerden yararlanarak daha güvenli, daha rahat yaşama olanağına sahip olmayı başardığı anlaşılmaktadır.

İnsanlığın ortak maddi-manevi kalıtı aynı zamanda insanın doğaya yönelmesinin başlangıçta yaşamını sürdürme zorunluluğundan kaynaklandığını, ancak zaman içerisinde çevresini tanımaktan ve sarmalayan uzak yakın ne varsa bilgisini elde etmekten büyük bir keyif aldığını da göstermektedir. Bu keyif alma zaman içerisinde insanda her şeyi bilme ve öğrenme tutkusuna dönüştü ve yeryüzünden gökyüzüne uzanan geniş bir varlık alanını tanıma merakı sardı. Bu aslında bilim denilen özel, özgün ve özgül bir bilgi dalının da doğuşu anlamına geliyordu.

Bilimi yalnızca bir merak ve ilgi uğraşısı olarak betimlemek elbette doğru değildir. Ancak, bu merakın kartopu gibi gittikçe büyüyen ve bu anlamda bir "gelişme"ye yol açtığı ve başlangıçta sadece yonttuğu taş ve sopalarla çevresinde egemenlik kurmaya çalışırken, giderek doğada olmayan ve sadece aklını kullanarak ürettiği araçlarla daha hızlı ve daha kapsamlı bir egemenlik alanı yaratmasını sağladığı da bir gerçektir.

Bir taraftan güçsüzlüğünün bilincinde olarak doğada kendisini koruyacağını düşündüğü şeylere sığınırken, bir yandan da çevresindeki her şeyi tanıması gerektiğinin bilincine varıyordu. Önceleri Dünya'yı aydınlattığı ve ısıttığı için Güneş'e tapınırken, zamanla gözlemleyerek bilgisini edinmesi gerektiği ve tanıma gerçekleştikçe de onun hareketlerin olduğunu ve bunları anlamasının yararına olacağını duyumsamıştır. Böylece Güneş'in ve Ay'ın donanımlarını gözlemlemeye başlayan insan gök nesnelerinin *gizemini*

Resim 129: Galileo Termometresi 270
Resim 130: Guericke'in Termometresi 271
Resim 131: Amonton'un Termometresi 271
Resim 132: Floransa Termometresi 272
Resim 133: Toricelli Barometresi 273
Resim 134: Guericke'nin Fıçı Deneyi 273
Resim 135: Madencinin Dostu 274
Resim 136: Volta'nın Pili 279
Resim 137: Morse'un Telgrafı 280
Resim 138: Edison'un Ampulü 280
Resim 139: Karl Friedrick Gauss 285
Resim 140: Bernhard Riemann 287
Resim 141: Kraliyet Gözlemevi 288
Resim 142: Pulkova Gözlemevi 289
Resim 143: Laplace 290
Resim 144: Güneş'in Tayfında Bulunan Fraunhofer Çizgileri 291
Resim 145: Hertzsprung-Russell Diyagramı 291
Resim 146: Wernher Maximilian Von Braun 295
Resim 147: Sputnik 1 296
Resim 148: Yun Gagarin 296
Resim 149: Edwin Aldrin Ay Yüzeyinde 296
Resim 150: Micheal Faraday 298
Resim 151: James Clerck Maxwell 300
Resim 152: Thomas Young 304
Resim 153: İki Aralık (Double-Slit) Deneyi 310
Resim 154: Max Planck 318
Resim 155: Albert Einstein 326
Resim 156: Dalton 345
Resim 157: Mendelyev'ın Periyodik Tablosu 347
Resim 158: Crookes Tüpü 347
Resim 159: Sadi Carnot ve Rudolf Clausius 349
Resim 160: Micrographia'da Yer Alan Bir Bitki Hücresi 350
Resim 161: Kaptan James Cook 351
Resim 162: Beagle'in Serüveni 351
Resim 163: Karl Linnaeus 352
Resim 164:Georges Cuvier 353
Resim 165: Charles Lyell 354
Resim 166: Jean B. M. Lamarck 354
Resim 167: Erasmus Darwin ve Charles Darwin 355
Resim 168: Türlerin Kökeni 356
Resim 169: Johann Gregor Mendel 357
Resim 170: Carl Benz'in Aracı (1885) 358
Resim 171: Montgolfier Kardeşler'in İlk Uçuş Denemeleri 359
Resim 172: Hezârfen Ahmed Çelebi 360

Giriş

Bilim Nedir?

Gerçekte "bilimin doğası/niteliği", yüzyıllarca bilim adamları, filozoflar, tarihçiler ve diğer ilgili gruplar tarafından yönetilen ve yönlendirilen güçlü bir tartışma konusu olmuştur. Genel bir uylaşım ortaya çıkmamışsa da, farklı bilim kavramları güçlü destekçiler bulmuştur. Farklı görüşlerden birisine göre bilim "kendi çevresi üzerinde kontrol kazanan insanların davranış kalıbı"dır. Bu nedenle bilim geleneksel beceri uğraşları ve teknoloji ile ilgilidir ve tarih öncesi insan metalleri nasıl işleyeceğini ya da tarımda nasıl başarılı olacağını öğrendiğinde, bilimin gelişmesine katkıda bulunacak duruma da gelmiştir.

Almaşık bir görüş ise, bilimi kuramsal bir bilgi kütlesi, teknolojiyi ise kuramsal bilginin kılgısal problemlerin çözümüne uygulanımı olarak görerek, bilim ve teknoloji arasında ayrım yapar. Bu görüşte, otomobil tasarım ve yapım teknolojisi kuramsal mekanik ve aerodinamikten ve diğer yardımcı kuramsal disiplinlerden farklıdır; yalnızca kuramsal disiplinler "bilim" olarak sayılır.

İkinci yaklaşımı benimseyenler, bilimi kuramsal bir bilgi olarak görürken, genellikle içeriği veya karakteri ne olursa olsun, bütün kuramların bilimsel olduğunu kabul etmek istemezler. Bu durumda belirli tür kuramları dışlamak gerekmektedir ve dolayısıyla da bir kuramın bilimsel olduğuna, diğerinin bilimsel olmadığına karar vermeyi sağlayacak bir "ölçüt"e gereksinim olmuştur. Bu yüzden sağlam bir ölçüt oluşturabilmek için de, bilimi kendi anlatımının formuyla –evrensel, kanun türünde anlatımlar, matematiksel olarak ifade edilmiş olmak gibi- tanımlamak çok popüler hale gelmiştir. Ancak bu, zaman içerisinde oldukça sınırlayıcı bir ölçüt olarak görülmüş ve onun yerine bilimi yöntemiyle (metodoloji) tanımlamanın daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Günümüzde özellikle bilimin doğası ve yapısı üzerine yapılan çalışmalar bu yaklaşıma dayanmaktadır.

Bu bağlamda konuya yaklaşıldığında, tarihin değişik dönemlerinde bilimin yöntemi üzerinde durmayı yeğlemiş pek çok bilim ve düşün adamıyla karşılaşılmaktadır. Aristoteles (M.Ö. 384-322), Roger Bacon (1214-1294), Francis Bacon (1565-1626), René Descartes (1596-1650), David Hume (1711-1776), Immanuel Kant (1724 -1804) ve John Stuart Mill (1806-1873) bu alanda çalışanların önemlilerinden bazısıdır. XIX. yüzyıldan itibaren bu

bireysel çalışmalar aynı zamanda ekol düzeyindeki çalışmalara kaynaklık etmiştir. Bu durum özellikle August Comte (1798-1857)'un pozitivizm üzerine yaptığı ayrıntılı çalışmalarla ivme kazanmış ve "Viyana Çevresi"yle çağdaş formuna ulaşmıştır.

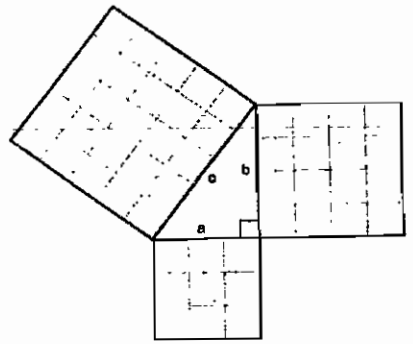
Bilimin tarihte kaydettiği önemli gelişmeler doğal olarak doğasının anlaşılması yönündeki çabaları da ivmelendirmiştir. Bu nedenle hemen tarihin her döneminde bilime ve bilimsel bilgiye ilgi duyan bilim ve düşün adamları ortaya çıkmıştır. Bütün bu tartışmalar sonucunda bilimin ne olduğu konusunda bir uzlaşmaya varılamamış olsa da, bilimin doğası hakkındaki bilgi birikimi de oldukça artmıştır. Bilimin ne olduğu problemine felsefenin yapmış olduğu bu katkının dışında, yine XIX. yüzyıldan itibaren bilimin doğasının en iyi onun tarihsel süreçte ortaya konulmuş örneklerinin incelenmesiyle kavranılabileceğine yönelik anlayış doğmaya başlamıştır. Bu anlayış ise bilim tarihi denilen bir disiplinin ortaya çıkmasına yol açmıştır.

Bugün için bilimi şu şekilde tanımlamak olanaklıdır: Bilim doğada meydana gelen olayların nedenlerini, birbiriyle olan bağıntılarını bulan, onları genelleştiren, kuramsallaştıran ve bu kuramsal bilgi yardımıyla sonradan meydana gelecek olayların nasıl ve ne zaman meydana geleceğini önceden saptayan entelektüel bir uğraştır.

Bilimin Kökenleri

Yukarıda da değinildiği üzere, insan başlangıçta doğa karşısında güçsüz haldeyken, doğayı tanıyarak güçlü hale gelmiştir. Bu tanımada insana yol gösteren en önemli etmen doğada var olan düzenliliklerdir. Homo Sapiens türünün ortaya çıkmasından beri insanoğlu hayatta kalabilmek için bu düzenliliklerden yararlanmıştır. Güneş ve Ay periyodik olarak hareketlerini tekrar ederler. Gece ve gündüz insanın temel ritmini oluşturmaktadır. Mevsimler de hayvanların göçlerini belirleyen bir düzenlilik vardır. İşte bilim, doğada var olan bu düzenliliğin uzun yıllar boyunca gözlemlenmesi ve kayıt altına alınmasıyla ortaya çıkmıştır. Çünkü her şeyden önce bu düzenlilikler olgu bilgisinin birikmesini sağlamıştır. Bu nedenle bilimin basit anlamda doğa dünyasının bilgisi olarak tanımlanması uzun zaman yaygın bir kanaat olmuştur. Ancak elbette ki bilim yalnızca bu düzenlilikten oluşmamaktadır. Aynı zamanda yukarıda da değinildiği gibi, çağlar boyunca izlenmesi gereken etkin bir süreçtir. Öyleyse bu sürecin ne zaman başladığını sorgulamak gerekir.

İlk taş devri insanı öldürdüğü hayvanların eti ile geçiniyordu. Ava bağımlı olması, onu avladığı hayvanların alışkanlıklarını, boyutlarını, şeklini gözlemlemeye itmiştir. Özellikle inandığı büyü ona bu hayvanların olduğu gibi gösterilmesinin onları güçsüzleştireceği düşüncesini telkin etmiştir. Mağaralara çizilen resimlerin güzelliği ve aslına benzerliği biraz da bundandır. Mevsimsiz tropikal ormanın dışına çıktığında ise insan tarımı geliştirmiş ve yerleşik yaşama geçmeye başlamıştır. Bu kez de ne zaman tohum ekmesi ve ne zaman biçmesi gerektiğini bulmak zorunda kalmıştır. Bunun sonucunda avcılıktan sonra, insanın örgütlendiği ve ilk uğraşı olan tarımın gereksinimleri için bilgi birikimi oluşmaya başladı ve genelleştirme süreçleri ortaya çıktı. Yerleşik tarım uygarlığı alete gereksinim duydu. Bu gereksinim teknolojinin doğuşunun da nedeni oldu. Arazi üzerinde yapılan uğraşın önem kazanmasıyla birlikte yer ölçme bilgisi (geometri) gelişti. Mısır ve Mezopotamya uygarlıklarında geometri bilgisinin çok ilerlemiş bir düzeyde olmasının nedeni de budur. Çünkü her iki uygarlık da büyük nehir kenarlarında hayat bulmuştu ve bu nehirler uygarlığın devamı için de yaşamsal önem arz etmekteydi. Nehir kenarlarındaki verimli topraklar yerleşik hayat süren insanların arasında paylaşılmıştı. Ancak nehirler her yıl taşmakta ve çevresindeki tarlaların sınırlarını yok etmekteydi. Halk zorunlu olarak yeniden araziyi ölçerek paylaşmak durumunda kalıyordu. Bu zorunluluk yer ölçüm bilgisinin diğer bilgilere göre daha hızlı gelişmesine yol açmıştır.



Şekil 1: Pythagoras Teoremi

Bir dik üçgende dik kenarların karelerinin toplamı uzun kenarın (Hipotenüs) karesine eşittir. Mısırlıların ve Mezopotamyalıların kullandıkları bu bilgi, günümüzde Pythagoras Teoremi olarak bilinmektedir. Bu bilgiyi bilim tarihi çalışmaları ortaya koymuştur.

Bugün Mısırlıların mühendislik alanındaki en görkemli başarılarının dev piramitler ve sfenksler olduğunu biliyoruz. Bu yapıtlar temelde geometri bilgisini gerektirirler. Nitekim Mısırlılar kenarları 3, 4 ve 5 birim olan bir üçgende en uzun kenarın karşısındaki açının dik açı olacağını biliyorlardı. Bu son derece yararlı bir bilgidir ve özellikle Mısırlılar bu bilgiyi çok sık kullanmak durumundaydılar. Çünkü yukarıda da belirtildiği gibi, Nil nehri her yıl taşıyordu. Bu taşma sonucu büyük bir alan sular altında kalmakta ve

önceden sınırları çizilmiş araziler tahrip olmaktaydı. Arazilerin yeniden sınırlarının çizilmesi için geometriye gereksinim olmaktaydı. Böylece tarımla uğraşma geometri bilgisine, geometri bilgisi de dev fiziksel yapıların inşa edilebilmesine olanak tanıdı.

Tarıma dayalı kalkınma ve gelişmenin sağladıkları elbette yalnızca bunlarla sınırlı değildi. Kalkınma ve gelişmenin ardından ortaya çıkan toplumsal çeşitlilik işbölümünün ve ticaretin gelişmesiyle sonuçlandı ve giderek sayıları yazma sistemi, aritmetik ortaya çıktı. Böylece doğada olup bitenlere ilişkin bilgi yığını oluşmaya ve geçen zaman içerisinde artmaya başladı. Bilginin artması giderek bilgilerin sınıflandırılmasına gereksinim olduğunu ortaya koydu. Bunu fark eden insanoğlu, bilginin doğasını araştırmaya koyuldu. İlk fark ettiği varlık karşısında aldığı tutuma bağlı olarak oluşturduğu bilgilerinin de farklılık gösterdiği oldu. Bu aslında doğayı tanımaya karar verdiği andan sonra edindiği ikinci önemli deneyimiydi. Çünkü böylece artık varlığı tanıdığının açık deliline ulaşmış oluyordu. Bu tanıma ona şunu göstermişti: Varlık türlü şekillerde anlaşılabilmektedir. Böylece insan o ana kadar varlığı kaç türlü anlayabildiğini görmek için dağarcığını sınıflaması gerektiğine karar verdi. Kararın sonucunda ortaya çıkan bilgi türleri aşağı yukarı şöyleydi: Okült (Büyüsel), Din (Dinsel), Sanat (Sanatsal), Felsefe (Felsefi), Bilim (Bilimsel).

Bilimsel İlerlemenin Temel Dönemleri

Bilim tarihi çalışmaları bilimsel gelişmenin Doğu ve Batı arasında zikzak çizen bir etkinlik olarak varlığını sürdürdüğünü göstermektedir. Önce Doğu uygarlıklarında, Mısır, Mezopotamya, Babil, Hint ve Çin'de oluşturulmuş, daha sonra Grek Dünyası'na geçmiş, gelişme hızını kaybetmeye başladığında tekrar doğuya İslâm Dünyası'na, oradan da tekrar Batı'ya geçerek varlığını sürdürmüştür.

Bu gelişim çizgisini dört aşamada ele almak olasıdır:

1. Mısır ve Mezopotamya uygarlıklarına rastlayan deneysel bilgi toplama aşaması.
2. Antik Grek'te evreni açıklamaya yönelik akılcı sistemlerin kurulduğu aşama.
3. Ortaçağ'da bir yandan Grek felsefesi ile dinin dogmalarını bağdaştırmaya çalışan Batı, diğer yandan bilimsel etkinliği parlak başarılara doğru yöneten İslâm Dünyası.
4. Rönesans ve sonrası gelişmelerin yer aldığı modern bilim dönemi.

Yaklaşık 4000 yıl önce ilk bilimsel etkinliklerin yer aldığı bilinen Mısır ve Mezopotamya'da bu etkinliği bütünüyle pratik amaçlar yönlendirmekteydi. Bu temel tutuma bağlı olarak en önemli gelişme de uygulamalı astronomi ve arazi ölçümlerinde kullanılan temel geometri alanlarında gerçekleşti. Babil'de ise ticari aritmetik daha fazla ilerlemişti. Bu durum bütünüyle toplumsal yapıya koşutluk göstermekteydi ve yapılan çalışmalar son derece iyi düzenlenmiş ve kaydedilmişti ki, bu uygarlıklar yoğunluklarını kaybettikten uzun yıllar sonra bile etkinliklerini sürdürebildiler.

Daha önce değinildiği üzere, Nil nehrinin düzenli taşması sadece geometri bilgisinin doğmasında değil, aynı zamanda Mısır astronomisinin gelişiminde de önemli rol oynamıştır. Çünkü Mısırlılar bu taşmanın Güneş'in görünen hareketiyle ve konumuyla da yakından ilgili olduğunu anlamışlardı. Dolayısıyla Güneş'in hareketlerini izlemek gereksinimi duymuşlardır. Aynı zamanda göksel nesnelerin dinsel bir anlamının olması da insanları bu nesnelerin hareketlerini ve konumlarını izlemeye yöneltmiştir. Bu nedenle Mısırlılar ve Babilliler Güneş, Ay ve yıldızların hareketlerini düzenli olarak kaydetmişlerdir. Özellikle Babillilerin kayıtları çok uzun dönemleri kapsamaktaydı ve çok sistematikti. Bu yüzden gelecekte ne zaman Güneş ve Ay tutulması olacağını kestirebilmişlerdir. Bu çaba insanların çok eskiden beri doğada bir düzenliliğin olduğu inancına dayandıklarının açık bir göstergesidir.

Diğer taraftan göksel nesnelerin gerçekte ne olduğu ve uzayda nasıl düzenlenmiş olduğu da merak edilen bir konu olmuştur. Ancak bu uygarlıklarda daha çok birinci konunun ağırlıkla ele alındığı görülmektedir. Gökyüzünün nasıl bir şey olduğu ve göksel nesnelerin mahiyetinin ne olduğu konusu daha sonraki dönemlerde sorgulanan sorunlardır. Bu sorgulama aslında bilime, felsefeye ve inanca yönelik tutum değişiminin de temel nedenidir. Ancak henüz bu uygarlıklarda bu türden bir yaklaşımın bulunduğunu söylemek olanaklı değildir. Öyle ki diğer bir uygarlık olan Çin'de de dinle yakın ilişkisi olması dolayısıyla, ilk ortaya çıkan bilim astronomi olmuştur. Onlara göre de gökyüzünde oluşan değişimler, dünyadaki değişimlerin belirtisidir. Çünkü Çinliler evreni tüm öğeleri birbirine bağlı olan geniş bir organizma olarak kabul etmektedirler. Bu anlamda evren bir takım düzenliliklerin olduğu bir evrendir. Bu düzeni bulup tanımlamak ve kendine göre yararlar sağlamak insanın görevidir.

Benzer şekilde Hindistan'da da zamanın pratik gereksinimleri ve dinsel görevleri düzenlemek amacıyla astronomiye yönelinilmiş, Ay'ın, Güneş'in ve belirli yıldızların hareketlerinin gözlenmesine önem verilmiştir. Diğer taraftan Hint matematiği geometri ve cebir konularında önemli gelişmeler

göstermiştir. Özellikle Hint sayı sisteminin daha sonra Batı'ya geçmesi bu dalın gelişmesinde önemli rol oynamıştır.

Bilimsel Bilginin Genel Özellikleri

Bilimsel bilgi insanlığın üzerinde birleştiği bir bilgidir. Bu nedenle insanlar arasında din, dil, milliyet ve ırk ayrımı söz konusu olmaksızın geçerlidir. Bu özelliği taşıyabilmesi için de bir tür tartışmazlık statüsünü kazanmış olması gerekir. Bu nedenle bilimsel bilgi doğmakta olan bilgiden çok, belirli ölçülerde klasikleşmiş bir bilgidir. Bilimsel bilginin tarihsel gelişimini izlediğimizde bu durumu açıkça görebilmekteyiz. Örneğin Eski Yunanlılar, bu türden nitelik kazanmış Mısır ve Mezopotamya biliminden yeterince yararlanmışlardır. Benzer durum İslâm Dünyası için de geçerlidir. Onlar da Eski Yunanın klasikleşmiş bütün bilgilerini almaktan çekinmemişlerdir. Daha sonraki dönemler için de bu durum örneklenebilir. Öte yandan bu yüksek düzeyli kültürel ilişkiler bilimin uluslararası niteliğini kanıtlayan örnekler olması bakımında da dikkat çekicidir.

Bilimsel bilgi aynı zamanda genel geçer bir bilgidir. Ancak bu genel geçerliği mutlak anlamda anlamamak gerekir. Çünkü ne denli sağlam olursa olsun, bir bilgi belirli koşullar içerisinde incelenmiş, sınanmış ve geçerliliği saptanmıştır. Böyle olunca da bu bilginin o koşullar değiştiğinde, yeniden gözden geçirilmesinin, bir anlamda yeni duruma, eğer uyarlanabiliyorsa, uygun hale getirilmesinin gerekliliği de açıktır. Bilimin genellik niteliğini elde etmesi de aslında bu yoldan olur. Çünkü her düzenleme veya iyileştirme sonucunda bilgiyle doğa arasında daha akılcı ve daha gerçekçi bir yakınlaşma olmaktadır. Doğa biraz daha ayrıntılı kavranabilmektedir.

Bilimsel bilgi ilerleyen ve yığılan bir bilgidir. Ancak, buradaki yığılganlığın kesintisiz, aralıksız bilgi yığılması yerine, bir süre yığılan bilginin zaman zaman yeniden elden geçirilerek temelden değişme ve dönüşmelere yerini bırakabilmesi biçiminde bir süreli yığılma olarak düşünülmesi doğru olur. Bilim tarihi bunun pek çok örneğini bize sağlamaktadır. Aristoteles'in hareket kuramı bütün Ortaçağ boyunca -Doğu ve Batı Dünyası'nda- ve daha sonra modern dönemin başlarında Galileo tarafından önemli değişimlere uğratıldıktan sonra, elde edilen bilgi yığını Newton tarafından köklü bir değişim ve dönüşüme uğratılmıştır. Elbette bu noktada ulaşılan bilgi düzeyi, doğayı daha ayrıntılı ve değişik bir biçimde tanımlamayı ve anlamlandırmayı olanaklı kılmaktadır. Örneğin o zamana kadar Dünya'nın hareket edemeyeceği üzerine kurulu doğa algısı, eylemsizlik ilkesi aracılığıyla devinen bir Dünya algısı üzerine kurgulanmış yeni bir doğa kavrayışına yol açmıştır.

Bilimsel bilgi aynı zamanda ele aldığı konuları bir bütünlük içinde ve geniş kapsamlı bir yaklaşımla ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bundan dolayı da sistemli ve tutarlı bir bilgidir ve bu nedenle doğru çıkarımlara ve akıl yürütmelere olanak tanır. Bilimsel bilginin bu yönü onun kuramsal boyutuna dikkat çekmektedir. Newton biliminin yaklaşık iki yüz yıllık bir dönem boyunca kendine üstünlük sağlamasının temel nedeni de onun sağlam ve tutarlı bir kuramsal yapıya oturtulmuş olmasındandır.

Bilimsel bilginin diğer bir özelliği de belli bir alanı ve uygun bir araştırma ve doğrulama yönteminin bulunmasıdır. Bilimsel yöntem adı verilen bu yöntem, hem bilginin elde edilmesinde, hem de elde edilen bilginin doğrulanmasında kullanılan bir araçtır.

Bilim Tarihinin Tanımı ve Önemi

Bilim tarihi, bilimsel bilginin gelişim sürecini inceleyen bir araştırma etkinliğidir. Bilim tarihi bu süreçte özellikle şu noktalara dikkatini yoğunlaştırmaktadır:

- Bilginin hangi aşamalardan geçerek bugünkü haline ulaştığını belirlemek,
- Bilimsel kuramların doğuşunu ve gelişimini olgusal ve deneysel verilere dayanarak betimlemek,
- Bir toplumun bilime ne zaman ve hangi durumda katkı yapabildiğini örneklerle ortaya koymak,
- Bu katkılar yapılırken bilim adamlarının nasıl bir uğraş verdiklerini, kullandıkları yöntemleri, araç ve gereçleri göz önüne sermek,
- Bilimin değerini ve önemini sorgulayarak, bilimsel etkinliği bütün yönleriyle tanımaya ve tanıtmaya çalışmak,
- Elde edilen bilimsel sonuçların uygulamaya nasıl geçirildiklerini, bunların insan yaşamında ne gibi değişikliklere neden olduğunu incelemek,
- Bir toplumun bilime katkı yapacak düzeye getirilebilmesi için neler yapılması gerektiğini somut örneklere dayanarak göstermek.

Yukarıda sıralanan maddeler bilim tarihinin önemini de aslında yeterince ortaya koymaktadır. Bu açıdan yaklaşıldığında, insanlığın maddi ve manevi ürünlerinin doğru biçimde değerlendirilmesinin ve evrensel boyutta bir toplumun entelektüel kültür açısından yerini ve değerini nesnel olarak ortaya koymanın da en iyi yolunun bilim tarihi olduğunu söylemek yerinde olur. Örneğin neden Antik Helen döneminde parlak bir uygarlık ortaya

çıkmıştır? Bu bir mucize midir yoksa doğal gelişmenin sadece sıradan bir evresi midir? Eğer bilim tarihi çalışmaları yapılmamış olsaydı, bu dönemi mucize olarak değerlendirmekten başka bir seçenek olmayacaktı. Oysa bugün sahip olduğumuz veriler bu dönemin gerçekten parlak bir bilimsel etkinlik evresini oluşturduğunu ve bunu sağlayan temel bilgilerin büyük ölçüde bir önceki uygarlıktan (Mısır ve Mezopotamya) alındığını ortaya çıkarmıştır. Böylece bilim tarihi Sezar'ın hakkını Sezar'a veren bir uğraş olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tarihin çeşitli dönemlerinde, bazı bölgelerde, gerçekten bir altın çağ yaşanmış, bazen de karanlık dönemlere girilmiş, aynı toplumlar adeta çökmüştür. Bilim tarihçilerinin yaptıkları incelemeler, bilgi birikiminin artışı ve azalışı ile toplumun ilerleyişi ve gerileyişi arasında tam bir paralelliğin olduğunu göstermiştir. Farklı dönemlerin siyasi ve ekonomik durumlarını, felsefelerini, dünya görüşlerini inceleyerek bilimin gelişme veya gerilemesine neden olan düşünce ve davranışları saptamak ve bu yolla geleceğe ışık tutmak mümkündür.

Yapılan araştırmalar şunu açıkça ortaya koymuştur. Toplum tutucu, bağnaz bir ortama itilmiş ise gelişmeye kapalı, durağan bir duruma gelir; böyle bir ortamda bilimde gelişme söz konusu olmamaktadır. Eğer ortam tartışmaya açık ve özgür ise, böyle dönemlerde bilimde büyük atılımlar gerçekleşmiştir.

Bu incelemeler sonucunda, altın çağlar diye tanımladığımız dönemlerde toplumların bilim adamlarını desteklediği ve onların çalışmalarını sürdürebilmeleri için gerekli olan bilim kurumlarını, (gözlemevi, kütüphane, laboratuar gibi) açtıkları saptanmıştır. Bunlara okulları ve özellikle de üniversiteleri eklemek gerekir.

Bilim Tarihi, kültürün, özellikle de entelektüel kültürün en temel bileşenidir ve başta bilimsel düşünüş olmak üzere, insanın bütün zihinsel etkinliklerinin tarihsel serüvenini içermesi bakımından ayrıcalıklı bir önem taşımaktadır. Bu bakımdan bilimsel, kültürel ve siyasi boyutlar içermektedir. Çünkü bir ulusun kendi tarihinin görkemini görmek ve göstermek için başvuracağı en iyi alanlardan birisi bilim tarihidir. Bu nedenle uluslar hem genel hem de kendi bilim tarihlerini ve dolayısıyla da tarihte yakalamış oldukları başarıları gün ışığına çıkarabilmek için bu alanda önemli ve köklü çalışmalar yapmak zorundadırlar.

Bilimin zaman içerisindeki gelişiminin sistemli bir biçimde ortaya konulmasını amaçlayan bilim tarihi, konu, kavram ve yaklaşım bakımından daha çok felsefeye yaklaşmaktadır ve bu bakımdan o felsefi boyutları gerektiren ancak yöntem açısından bilime yaklaşan ve bundan dolayı disiplinler

arası bir çalışmayı zorunlu kılan bir bilim dalıdır. Bu yapısı gereği doğal olarak felsefeyle etkileşimi en fazla olan disiplindir de. Öyle ki günümüzde adeta felsefe olmadan yapılan bilim tarihinin kör, bilim tarihi olmadan yapılan felsefenin ise boş bir girişim olduğu düşüncesi ön plana çıkmıştır. Böylece başlangıçta bilim ve felsefe arasında kurulan birliktelik günümüzde bilim tarihi ve felsefe arasında ve daha da yoğun bir biçimde yeniden kurulmaktadır.

Bilginin üretilmesi yetmez, en az onun kadar önemli olan bir diğer yön de üretilen bilginin toplumsallaştırılmasıdır. Bunun bilinen en sağlam yolu ve yöntemi de, toplumda veya geniş halk kitlelerinde bilimsel zihniyet eğilimlerinin yaratılmasını sağlamaktır. Bunun için de bilim tarihi güvenilir tek araçtır.

Bilim tarihi çok geniş bir bilgi alanını kapsar. İlgi alanı geçmiştedir ve bu nedenle yönelimi de tarihsel olmak durumundadır. Diğer taraftan bir bütün olarak geçmişin bilinmesinin hem bugün ve hem de geleceğin anlaşılmasında önemli rolü olduğundan, insanlar çok sık olarak geçmişe, yani tarihe yönelirler. Ancak tarih denildikçe daima ve ilk önce akla siyasi tarih gelmektedir ve konu genellikle krallar, padişahlar ve kahramanlarla sınırlanmıştır. Bu nedenle de insanın diğer önemli ya da önemsiz etkinlikleri göz ardı edilmektedir. Bilim tarihi bu yanlış bakışı düzeltecek tek etkinliktir.

Benzer şekilde, bilim tarihi genellikle başlı başına bir etkinlik olmaktan çok, felsefe, tarih ya da bilim gibi bir başka disiplinle ilintili olduğundan disiplinler arası bir çalışmayı gerektirmektedir. Buna bir de bilim tarihi metinlerinin yazılmış olduğu Latince, Yunanca, Arapça, Farsça ve Osmanlıca gibi bir klasik dilin öğrenilmesinin zorluğu da eklendiğinde, bilim tarihi araştırmalarının güçlüğü daha da net olarak ortaya çıkmaktadır.

Ancak her şeye karşın bilim tarihi insanın entelektüel etkinliğinin bir serüveni olduğundan, gelinen son noktanın ne olduğunun anlaşılması için tarihsel sürecin tam olarak anlaşılmasına gereksinim vardır. Bu yapılmaz ise tarihteki her parlak başarı ya da bir dönemde ortaya çıkan büyük atılımı doğru olarak anlamlandırmak olanaklı olmaz ve yukarıda değinildiği gibi, Newton'ya da Einstein birer "mucize" olarak nitelendirilebilirler.

Diğer taraftan, bilim tarihi geçmişte ortaya konulmuş olan ve bugünün düşünce, kavrayış ve bakış açısıyla değerlendirildiğinde "aptalcaymış" gibi gelen bilimsel açıklamaların doğru bir bakışla anlamlandırılmasında da tek çaredir. Çünkü eğer geçmiş kuramlar birer "boş inanç" ve "aptalca" açıklamalar olarak görülecekse, o zaman bugün bizim savunduğumuz görüşler de gelecekte aynı biçimde değerlendirilebilecektir. Bu ise insanlığın uzun soluklu deneyimlerinin ve kazanımlarının acımasızca değerlendirilmesi de-

mektir. Buradaki temel zorluk bilimsel etkinliğin sonu olmayan bir bina gibi olmasıdır. Her katta biraz daha yükselirsiniz, ancak bina asla tamamlanmaz. Her aşamada doğa daha ayrıntılı kavranır, ancak oluşturulan her kuramı daha yetkin hale getirmek olasıdır.

Bir Şeyin Bilim Olmasının Koşulları

Bugün bilim dendiğinde amacı insan, doğa ve evrene ilişkin olayları nedensel biçimde betimleyen ve açıklayan bir etkinlik kast edilmektedir. Bilim bütün bunları gerçekleştirmek için nitelikleri belli bir yöntem dahilinde hareket eder. Bilimsel yöntem adı verilen bu yöntemin özü, betimleme ve açıklamanın nasıl ve hangi yollarla yapılacağını belirleyen ve bilimsel bilgiye temel karakteristiğini veren bir dizge olmasıdır.

Bilim, insanın evreni, doğayı ve kendisini anlama ve açıklama çabasıdır; ancak gerçekte bu çaba yalnızca bilim adına yapılmamaktadır. Bilim dışında felsefe, sanat ve din de bu çabanın ortaya konulduğu alanlardan bir kaçıdır. Ancak bu geniş entelektüel çabanın yalnızca bir kısmına bilim denmesinin belirli bir amaca yönelik olduğu açıktır. Çünkü sadece bilim tarih boyunca sonu ilerlemeyle sonuçlanan bir etkinlik olarak kendisini dikte ettirmiştir. Bunu sağlayan da yukarıda da belirtildiği gibi, bilgiyi üretirken kullandığı yöntemidir. Bilime bilimsellik nitelemesini veren de budur.

I. KISIM

ANTİK DÖNEMLERDE BİLİM

1. Bölüm

Rönesans Dönemi'nde Bilim

Giriş

Herkes tarafından aynı şekilde anlaşılmamakla birlikte, "Rönesans"ı Ortaçağ ile Modern Çağ arasında geçen zaman olarak veya Ortaçağ'ın sonu, Modern Çağ'ın başlangıcı olarak tanımlayabiliriz. Ancak kuşkusuz Ortaçağ'ın sona erişi ve Modern Çağ'ın başlangıcı bütün ülkelerde aynı şekilde gerçekleşmemiştir. Genel bir kanıya göre bu süreç en erken İtalya'da XIV. yüzyılın ortalarında "Petrarch zamanı"nda başlamış ve yaklaşık olarak 1350'lerden, Giordino Bruno'nun 1600 yılında ölümüne kadar uzanan döneme kadar sürmüştür. Grosso modo (Büyük Yenilenme) adıyla anılan bu süreci, Galileo'nun ilk büyük kitabı *Dialogo dei due massimi sistemi del mondo*' yu (İki Büyük Dünya Sistemi Üzerine Diyalog) yayınladığı 1632 yılına kadar uzatmak da mümkündür.

Rönesans, diğer bütün özelliklerinin arasında, Ortaçağ'ın kavramlarına ve yöntemlerine karşı bir başkaldırı olması daha çok dikkat çekmektedir. Şüphesiz tarihte hemen her nesil bir öncekine karşı tepki göstermiştir, ancak bu özel durumda yapılan başkaldırı, diğerlerine göre daha sert olmuştur.

Ortaçağ'ın karakteristik özelliklerinden birisi yeniliklere karşı duyulan korkudur. Rönesans yeniliklere karşı daha hoşgörülü olmuştur. Her yenilik sorunlar yaratmış ancak yenilikler insanların karşısına giderek artan bir sıklıkla çıkmaya başlayınca, bunlara alışılmış ve yeniliklere karşı daha az güvensizlik duyulur olmuş; sonunda insanlar yeniliklerden hoşlanır hale gelmişlerdir. Bunlar içerisinde bilim alanında, yapılan yenilikler ise çok büyük, devrim niteliğinde olmuştur. Bu durum cahil insanların neden bilimden korktuklarını ortaya koymaktadır. Çünkü her türlü toplumsal gelişimin kökeninde bilim bulunmaktadır.

Rönesans'ta Matematik

Rönesans Döncmi ticaretin yoğun olduğu bir dönemdir. Bu matematiğe de yansımış ve ticari matematik gelişmiştir. Çok sayıda ticari matematik kitabı yazılmıştır. Bu döneme kadar birinci ve ikinci derece denklemleri, üçüncü derece denklemlerinin bazı özel durumları çözülebiliyordu. Dördüncü ve daha yüksek derece denklemlerinin de çözülme zamanı gelmişti. Ayrıca cebirde iyi bir sembolleşmeye gereksinim vardı.

İtalyan matematikçilerin bu alandaki başarıları büyüktür. Tartaglia (1506-1537), Cardano (1501-1576), Ferrari (1552-1560) ve Bombeli (doğumu 1530) üçüncü ve dördüncü derece denklemlerini çözmüşlerdir.



Resim 64: Tartaglia

Bunlardan Tartaglia, topçuluk ile ilgili problemleri matematiğe uyguladı ve $x^3 + mx^2 = n$ üçüncü derece denklemini çözdü. Onun bu çözümünü Cardano 1545'te *Ars Magna* adlı eserinde yayımladı. Ayrıca Cardano bu eserinde Ferrari'nin dördüncü dereceden bir denklemin genel çözümünü üçüncü dereceden bir denkleme indirgeme yöntemine de yer verdi. Ferrari, $x^4 + 6x^2 + 36 = 60x$ denklemini, $y^3 + 15y^2 + 36y = 450$'ye indirgemişti.

Dönemin en ünlü matematikçilerinden biri Luca Paeioli'dir (1445-1509). Venedik'te zengin bir tacirin çocuklarına matematik dersleri vermiş ve ticaret aritmetiği ile ilgilenmiştir. 1494'te yayımlanan aritmetik kitabının adı *Suma de Arithmetica, Geometrica, Proportioni et Proportionalita* (Aritmetik, Geometri, Oran ve Orantı Üzerine) adını taşır. Kitabın önemi cebir sembolleri içermesidir. Bilinmeyen (cosa) için "co", bilinmeyenin karesi (censo) için "ce" harflerini kullanmıştır.



Resim 65: Pacioli

Dönemin bir diğer matematikçisi Nicolas Chuquet'tir (ölümü 1500). *Triparty en la Sciences des Nombres* (Sayı Bilimi Üzerine Üç Bölümlük Kitap) adlı eserinde Hint-Arap rakamlarını tanıttı. Burada sıfır sayısına da değindi ve onuncu rakamın bir değeri olmadığından bundan dolayı sıfır dendiğinden söz etti. Ayrıca bilinmeyenin katları için, örneğin 5x için ".5.1", $6x^2$ için ".6.2" biçiminde üssel bir gösterim kullandı. Böylece logaritmanın bulunmasında önemli rol oynayacak olan üsler kanununu ortaya koymuştur.



Resim 66: Regiomontanus

Bu dönemin ünlü matematikçilerinden biri de Johannes Regiomontanus Müller'dir (1436-1476). Regiomontanus dönemin tipik bir kişisidir. Hesap ustası, alet yapımcısı, baskı ustası ve bilim adamı olarak karşımıza çıkar. Avrupa'da matematiğin gelişmesinde bir simgedir. Hocası George Peurbaclı'ın çevirilerine yardım etmiş ve Apollonios'tan, Heron'dan ve Arkhimedes'ten çeviriler yapmıştır. 1464'te ünlü eseri *De Triangulis Omnimodus libri Quinque* adlı eserini yayımlayan Regiomontanus, burada trigonometriye ilişkin kapsamlı bir giriş yazmış ve küresel üçgenlerin sinüs yasasından da söz etmiştir. Ayrıca trigonometrinin astronomiden bağımsız olarak gelişmesine katkıda bulunmuş ve trigonometrik tablolar hazırlamıştır.

Rönesans'ta Astronomi

Mikolaj Kopernik

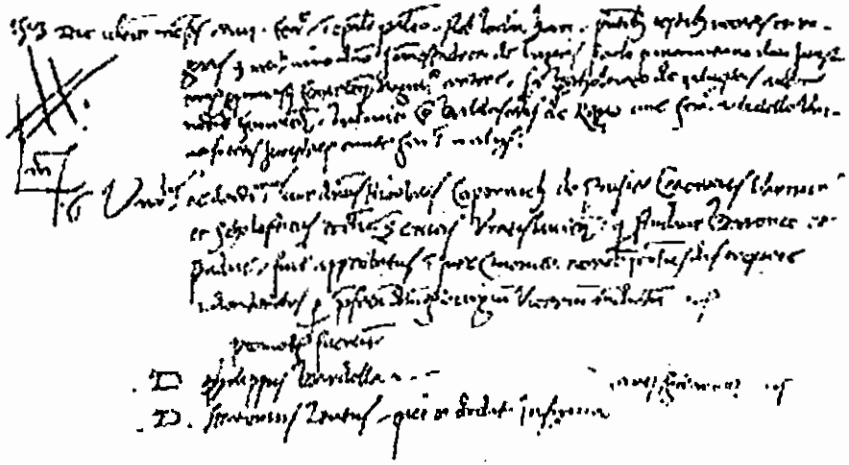
Modern Çağ'ın öncülerinden olan Kopernik, 1473 yılında şimdiki Polonya'nın Torun kasabasında doğdu. Babasını küçük yaşta kaybeden ve papaz olan amcası tarafından yetiştirilen Kopernik, amcasının isteğiyle Torun'da St. John okuluna, daha sonra da Wloclawec'deki Katedral okuluna devam etmiştir. Burada ilk astronomi derslerini Niclıolas Vodka'dan alan Kopernik, orta öğrenimini tamamladıktan sonra Cracow Üniversitesi'ne başlamış ve felsefe, astronomi, coğrafya ve astroloji dersleri almıştır. Cracow'da gezegen kuramlarını çok iyi bilen ve 1482 yılında Peurbach'ın (1423-1461) *Theoricae Novae Planetarum (Gezegenlerin Yeni Kuramları)* adlı eserine yorum yazan Albert Brudzewski'den matematik ve astronomi dersleri aldıktan ve bazı astronomi aletlerini kullanmasını ve gözlem yapmasını öğrenen Kopernik, astronomi ile ilgili kitap koleksiyonuna yapmaya da bu yıllarda başlamıştır.

1496'da tekrar Torun'a döndü ve rahip olmak için beklemeye başladı. Bu bekleme süresini de Bologna'da hukuk öğrenimi ile geçirmeye karar verdi. Burada dönemin önemli astronomları olan Giocomodi di Pietramellaro ve Domenico Maria da Novaro'dan ve matematikçilerinden Scipione del Ferro ve Benedetti Pancarasi'den dersler aldı. Özellikle Maria da Novaro'nun onun astronomi öğreniminde önemli bir etkisi vardır. Hoca Novaro ve öğrenci Kopernik, Ptolemaios sisteminin yetersizliği ve düzeltilmesi konusu üzerinde tartışmalar yaparken, Kopernik bir yandan da Scipione del Ferro'dan da matematik ve geometri dersleri almış, Peurbach ile Regiomontanus'un (1436-1476) görüşlerini de ayrıntıları ile öğrenme fırsatı bulmuştur.



Resim 67: Mikolaj Kopernik

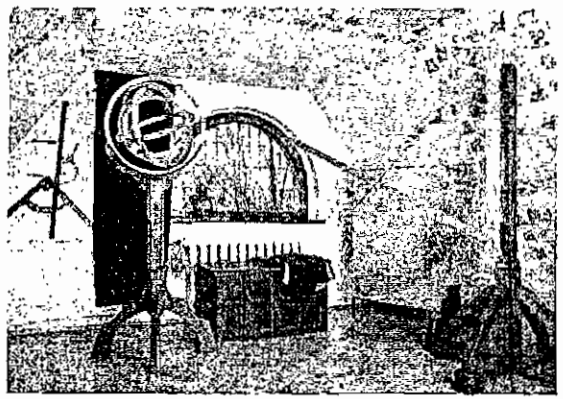
1501 yılında Padua'da rahiplik görevine başlayan Kopernik, 1503 yılında Ferrara Üniversitesi'nden hukuk doktoru payesini aldı. Ferrara'da kaldığı süre içerisinde bazı önemli kişilerle tanıştı. Bunlarında arasında Celio Calcagnini (1479-1539) oldukça önemlidir. Ferraralı olan Calcagnini 1525 yılında kaleme aldığı *Quod Caelum Stet, Terra Moveatur, Uel de Perenni Motu Terra* adlı eserinde, evrenin yirmi dört saatte dolanımının sakıncaları üzerinde duruyor ve dönenin Yer olması gerektiğini savunuyordu.



Resim 68: Kopernik'in 1503 Yılında Ferrara Üniversitesi'nde Aldığı Diploma

1506'ya kadar Padua'da tıp eğitimi de alan Kopernik, 1506'da Frauenburg Katedrali'ne papaz olarak atandı. Katedralin kulelerinden birine konumunun gözlem yapmaya elverişli olması nedeniyle yerleşen Kopernik, bugün "Kopernik Kulesi" adını taşıyan bu kuleye bir kaç gözlem aracı yerleştirmiştir. Gerçekte Kopernik iyi bir gözlemci değildir; Frauenburg'da yirmi yedi gözlem yapmıştır. Bunlar da çoğunlukla, Ay ve Güneş tutulmalarına ve gezegenlerin kavuşumlarına ilişkindir.

Kopernik gözlemciden çok bir kuramsal astronomdur. Çalışmalarını gizli, ama sürekli olarak geliştirmiş, otuz yıla yakın bir süre sistemini ortaya koymak için çalışmalar yapmıştır. Sisteminin ayrıntılarını açıklamadan önce Kopernik, sisteminin ana hatlarını *Commentarious*'da verir. Ona göre, *"34 daire, evrenin tüm yapısını ve yıldızların koro halindeki dansını açıklamak için yeterlidir."* Gerçekte, Kopernik'ten önce, daha az sayıda daire kullanarak gökyüzündeki hareketleri açıklama girişimi vardır. XIII. yüzyılda yaşamış Novaralı Campanus göksel cisimlerin hareketlerini açıklamak için daire sayısını 34'e, yine XV. yüzyılda yaşamış olan John Tolhopf ise bu sayıyı 28'e indirmeye çalışmışlardı. Ancak Campanus'un konuyla ilgili çalışması *The Theory of the Planets (Gezegenler Kuramı)* yayımlanmamıştır; sadece Tycho Brahe tarafından bir kez adı anılmaktadır. Kopernik'in bu çalışmadan haberdar olup olmadığını bilmiyoruz.



Resim 69: Kopernik'in Kullandığı Gözlem ve Hesaplama Araçları

Resimde görülen araçlar özgün örneklerine dayanılarak yapılmış maketlerdir. Yukarıda değinildiği gibi, Kopernik çok fazla gözlem aracına sahip bir astronom değildi.

Kopernik'in bu küçük yapıtı onun kuramı hakkında ön bilgi sağlamakla birlikte, ayrıntı için asıl çalışmasını beklemek gerekmektedir. Ancak dönemin genel entelektüel ikliminin yeniyi aradığı kuşkusuzdur. Nitekim Kopernik'in çalışmalarını merak eden Gemma Frisius, gönderdiği 1541 tarihli mektubunda, yeni bir evren ve yeni bir Dünya ümit ettiğini yazmaktadır. Ona göre hâlihazırdaki astronomik tablolar oldukça yetersizdir. Bu tablolara dayanarak gök cisimlerinin hareketlerine, boylam ve

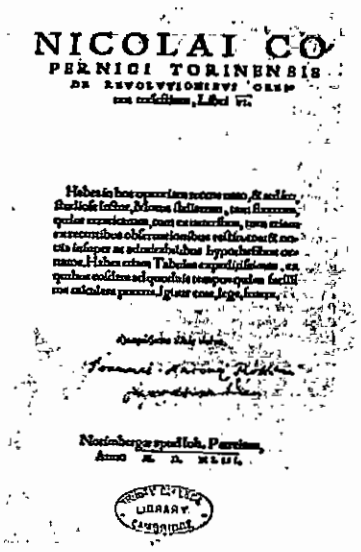
enlemlerine ilişkin herhangi bir şey söylemek imkânsız hale gelmiştir. Kopernik bunları doğru bir şekilde oturtursa *"Yeni bir Dünya, yeni bir gök ve yeni bir evren"* verebilirdi.

1539 yılında Rheticus adıyla tanınan George Joachim (1514-1576) Kopernik'i ziyaret etmiş ve iki sene onun yanında kalarak sistemi hakkında bilgi sahibi olmuştur. Rheticus geri döndüğünde sistemi daha geniş çevrelere tanıtmak için bir makale kaleme almıştır (*Prima Narratio de Libris Revolutionum*, 1540).

1542'de de, Wittenberg'de astronomi ve matematik profesörü olan Reinhold, Peurbach'ın *Gezegenlerin Yeni Teorileri* adlı eserinin yeniden basımının önsözünde, bir kaç eğitimli kişinin astronomik tablolardaki hataları düzeltmek üzere olduğundan söz ederek şunları söyler: *"Astronomiyi düzeltmeye çalışan bütün insanlar arasında en son ve en seçkin mucidin büyük bir mirasla yükseleceği muhakkaktır."*

Artık Kopernik'in Güneş'i merkeze alan, Yer'i de bir gezegen gibi Güneş çevresinde dolandıran bir sistem kurduğu söylentileri bütün Almanya'da yayılmıştı. Ancak Kopernik çok yaşlanmış ve son zamanlarında da hastalanmıştı. Titizlikle koruduğu müsveddelerini basılmak üzere Piskopos Gies'e gönderdi. Basım işini ise Rheticus üstlendi. Ancak dinî çevreler Kopernik'i hoş görü ile karşılamıyorlardı. Özellikle Protestanlardan sert tepkiler geliyor ve Papa'yı İncil'e sadakat göstermemekle suçluyorlardı. Bunların başında Luther ve Melanchton yer almaktaydı. Rheticus zor durumdaydı; bu yüzden eserin basım işini Nurenberg'de Rahip Andrea Osiander'e (1498-1552) bıraktı. Ancak tepkilerden korkan Osiander kitaba bir önsöz ekledi ve bu önsözünde şunları yazdı; *"Bu çalışmanın varsayımlarıyla ilgilenen okuyucuya; Yer'e hareket veren ve Güneş'in evrenin merkezinde hareketsiz olduğunu beyan eden bu çalışmanın tuhaf varsayımlarının getirdiği yenilik hemen her tarafta duyuldu. Bazı bilim adamlarının tepki göstermiş ve uzun zaman önce sağlam temeller üzerine kurulmuş olan özgür sanatlar arasında bir kargaşalık yaratmanın doğru olmadığını düşünmüş olduklarına hiç kuşkum yok. Ne var ki konuyu yakından incelerlerse bu yapıtın yazarının suçlanacak bir şey yapmamış olduğunu göreceklerdir. Zira bir astronomun görevi, göksel hareketlerin tarihini dakik ve özenle toplamak ve bu hareketlerin nedenlerini ya da onlara ilişkin varsayımları düşünmek ve tasarlamaktır. Onların gerçek nedenlerine hiçbir zaman ulaşılamayacağına göre geçmişte olduğu gibi gelecekte de geometri prensiplerinden yararlanılarak bu hareketler hesap edilebilir. Yazar bunda mükemmel bir başarı göstermiştir. Bu varsayımların doğru hatta olası olması gerekmez. Bu varsayımlar gözlemlere uygun düşen bir hesaba ulaşırlarsa bu kâfidir."*

Bu anıtsal yapıt *Nicolai Copernici Tormensis de Revolutionibus Orbium Coelestium Libri VI* (kısa adıyla *De Revolutionibus, Gök Kürelerinin Hareketi*) adıyla 1543 yılında basıldı. Söylendiğine göre ölümünden birkaç saat önce de bir kopyası Kopernik'e yetiştirildi (24 Mayıs 1543).


NICOLAI CO
PERNICI TORINENSIS
Norimbergæ apud Iob. Petreium,
Resim 70: De Revolutionibus

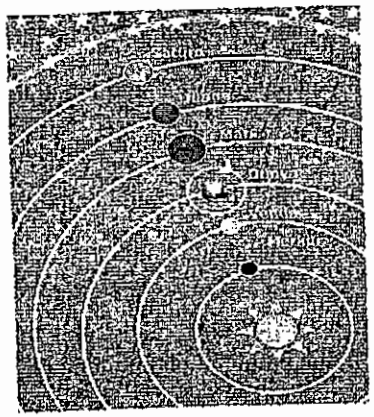
De Revolutionibus altı kitaptan oluşmaktadır. Eserin I. Kitabında temel varsayımlarını ortaya koyan Kopernik burada ayrıca bir kirişler tablosu verir. Kitap II, ekvator, meridyen, deklinasyon (dikaçıklık) gibi astronomik kavramların açıklanmasına ayrılmıştır. Burada ayrıca bir de yıldız katalogu yer alır. Bu katalogda, 1024 yıldızın konumları verilmiştir. Bu 1024 yıldızdan 15'i birinci parlaklık derecesinden, 45'i ikinci parlaklık derecesinden, 206'sı üçüncü parlaklık derecesinden, 476'sı dördüncü parlaklık derecesinden, 217'si beşinci parlaklık derecesinden, 49'u altıncı parlaklık derecesindendir. 11 yıldız sönük, 5'i ise bulutsu (nebulae) olarak verilmiştir. Kitap III'de ekinoksların presesyonu konusu ele alınmış ve Yer'in ekvator düzleminin değişmesinin koni hareketi oluşturduğu öne sürülmüştür. Kitap IV'de ise Ay'ın hareketi, Güneş ve Ay'ın Yer'e uzaklıkları ele alınmıştır. Kitap V'de, gezegenlerin ortalama hareketleri, paralaksları ve gezegenlerin düzensiz hareketlerinin (ileri-geri hareketler) Yer'in hareketine göre açıklanması verilmiştir. Kitap VI'da ise gezegenlerin enlemsel hareketleri ele alınmıştır.

Kopernik'in temel prensipleri, Ptolemaios'un Yer Merkezli Kuram için kabul ettiği temel prensiplerle karşılaştırıldığında tek önemli değişiklik evrenin merkezinde Güneş'in bulunmasıdır. Kopernik de tıpkı Ptolemaios gibi, evren ve Yer'in küresel olduğunu kabul etmiş ve kanıtlamalarını aynen Ptolemaios gibi vermiştir; Evren küreseldir, çünkü küre en mükemmel şekildir, en çok şeyi içine alır, gibi. Yer'in küreselliğini ise yine eski kanıtlamalara dayanarak açıklamıştır. Kopernik'e göre de gök cisimlerinin hareketi dairesel, muntazam ve sonsuzdur. Zira dairesel hareketin başı ve sonu yoktur. Ancak böyle bir hareket geçmişi geri getirebilir. Gök cisminin gayri muntazam hareket ettiğini kabul etmek Tanrı'nın gücünden kuşkulanmak demektir. Bu ise olanaksızdır.

Bu savların eskiden beri kullanılmakta olduğu açıktır. Bu bağlamda irdelendiğinde, Kopernik'in Güneş Merkezli Sistem'inin Yer Merkezli Sistem'den tek farkının, Güneş'in evrenin merkezinde yer alması olduğu görülmektedir. Kurama göre, Yer de dâhil olmak üzere bütün gezegenler Merkür, Venüs, Yer, Mars, Jüpiter, Satürn sırasıyla Güneş'i merkeze alarak dolanırlar. Ay ise Yer'in çevresinde dolanır. Evrenin sonunda ise, tüm evreni saran Sabit Yıldızlar Küresi vardır.

Kopernik'in ortaya koyduğu Güneş merkezli bu sistemin en temel özelliği ve diğer sistemlerden farkı, Yer'in hareketli olduğu düşüncesidir. Kopernik'e göre otoritelerin birçoğu Yer'in evrenin merkezinde ve hareketsiz olduğunu kabul ederek aksinin düşünülemeyeceğini ve saçma olduğunu ileri sürerler; oysa bu yanıtlandırılmamış bir sorudur. Her görünen hareket ya gözlemcinin hareketinden ya da gözlemlenenin hareketinden veya her ikisinin hareketinden meydana gelir. Eğer her ikisi aynı yönde ve aynı hızla hareket ediyorsa hareket gözlemlenmez. Günlük harekette bütün evrenin Yer'in çevresinde yirmi dört saatte bir dolanım yaptığı kabul edilebileceği gibi, evrenin hiç hareket etmediği, yalnızca Yer'in ekseni çevresinde doğudan batıya döndüğü kabul edilebilir; her iki durumda aynı hareket gözlemlenir. Evren her şeyi içine alandır; hareketin neden içine alana değil de içe alınana, başka deyimle her şeye mekân sağlayana verildiğini anlamak ise olanaksızdır. Aynı nedenlerden ötürü Pythagorasçılar, Herakleideides ve Ephantus, Çiçero'nun bildirdiğine göre Hicetas'da Yer'in evrenin merkezinde döndüğünü ve bu hareket sonucunda yıldızların doğuyor ve batıyor gibi göründüklerini kabul etmişlerdi.

Kopernik'e göre, eskilerin Yer'i evrenin merkezinde ve hareketsiz olarak kabul etmelerinin nedeni ağırlık ve hafifliğe ilişkin görüşlerdir. Buna göre ağır olan şeyler merkezde hareketsiz kalırlar. Bir diğer neden de basit öğelerin basit hareket yapmalarının ön görülmüş olmasıydı. Toprak ve su gibi ağır olanlar merkeze, hava ve ateş gibi hafif olanlar ise çevreye doğru, gök cisimlerini oluşturan öğe olan eter ise dairesel hareket yapmaktadır. Bu koşullar altında, Yer'in günlük hareket yapabileceğini düşünmek olanaksızdır. Çünkü dört öğe doğalarına uygun olmayan hareket yapmaya zorlanmış olurlar. Ayrıca Yer böyle bir hareket yapmış olsa, bunun kor-



Şekil 47: Kopernik'in Evren Modeli

kunç hızlı hareket olması gerekecek ve bu hızın etkisiyle parçalanarak dağılıp gidecektir. Ayrıca yukarı doğru atılan bir taş aynı yere düşmeyecek, bulutlar hep batıya doğru hareket edecek ve büyün fırtınalar meydana gelecektir.

Ancak neden hızı çok daha fazla olması gereken evrenin hareketinden korkulmuyor da, hızı çok daha az olan Yer'in hareketinden korkuluyor? Oysa merkez kaç kuvvetinin etkisiyle evren her an büyüyecek, sonunda hız ve evren sonsuz olacaktır. Fizik prensiplerine göre de sonsuzun hareketi yoktur. Sonunda evren hareketsiz kalacaktır. Sınırları bilinmeyen evrene hareket verileceğine, sınırı bilinen Yer'e hareket verilmesi daha akla yatkındır.

Kopernik'e göre, Yer'e günlük hareket dışında yıllık hareket de verilebilir. Böylece gezegenlerde görülen ve Yer merkezli sistemlerde anlaşılması olanaksız olan düzensizlikler de bir çırpıda açıklanmış olur. Yer evrenin merkezi değil, yalnızca bir gravitasyon merkezidir. Gravitasyon, başka bir deyişle ağırlık, nesnelerin bir araya gelerek bir küre meydana getirmelerini sağlayan, doğa tarafından nesnelerin içlerine konulmuş bir istektir.

Kopernik, sisteminin ana hatlarını açıklamış olduğu *Commentarious*'da gök olaylarını açıklamak için Güneş'i referans noktası olarak seçtiğini belirtmekte ve sanki onun evrenin fizik bünyesine uygun olup olmadığı problemi ile ilgilenmiyormuş izlenimini uyandırmaktadır. Böylece Kopernik, Yer'den başka bir referans noktası seçilip seçilemeyeceğini sorgular.

XV. ve XVI. yüzyıllarda, Avrupa'da Pythagorasçı görüşün ve Platon felsefesinin egemen olduğu görülür. Nitekim Güney İtalya'da Floransa'da, Medici ailesinin himayesinde kurulan akademide Kopernik'in çok yakından tanıdığı ve etkilendiği bazı astronomlar ve matematikçiler bu görüşü benimsediler ve onun savunucusu oldular. Pythagorasçı felsefeye göre nesnelerin matematik oran içinde bulundukları evren sonsuz bir harmonidir ve bilgi ölçü olduğundan, yaratıcının zihninde şeylerin ilk modeli sayılardır. Bir kelime ile söylemek gerekirse, insan için olanaklı bilgi matematiksel bilgidir. Mademki astronomi matematiğin bir koludur, şu halde matematik değerlerin göreliliğini paylaşması gerekir. Matematik açıdan bu iki sistemden hangisi doğrudur sorusu anlamsızdır. Ancak bu sistemlerden hangisi basit ve harmonik ise Pythagorasçılara göre onun evrenin gerçek bünyesine uygun olması gerekir.

XIV. yüzyıldan sonra astronomlar Ptolemaios sistemini daha anlaşılır bir hale getirmek için çok uğraştılar, bu konuya ilişkin yapıtlar kaleme aldılar. Bu çalışmalar sırasında Regiomontanus'un (1436-1475) tamamlayıp bastırdığı Peurbach'ın (1423-1461) *Epitome in Ptolemai Almagest Magestum* adlı yapıtında ilk defa olarak gezegen hareketleriyle Güneş'in hareketi arasında bir bağ olduğu ortaya atıldı. Daha açık bir deyimle Ptolemaios sisteminde Güneş'in müstesna bir yeri olduğu meydana çıktı. Zira Ptolemaios, gezegen hareketlerini açıklarken Güneş'e özel bir önem atfetmekteydi. Daha açık bir ifade ile gezegenlerin hareketleri Güneş'in hareketi ile ilişkilendirilmişti. Ptolemaios astronomisinde iç gezegenlerde, çembermerkezlinin dolanım periyodu, Güneş'in ortalama hareketine eşitti. Böylece iç gezegenlerin Güneş'ten belli bir açıdan fazla uzaklaşması önlenmiş olmaktaydı. Dış gezegenlerde ise, gezegenin çembermerkezli üzerindeki hareketi Güneş'in ortalama hareketine eşitlenmekteydi. Bu da, gezegenlerin ileri geri hareketlerindeki Güneş'e bağlı periyodik değişimleri açıklıyordu. Ancak Ptolemaios bu zorlamaların nedenini asla verememekteydi. Diğer taraftan, neden Güneş'in iç gezegenlerle her türlü açıyı yapamadığını ve neden gezegenlerin zaman zaman durup, ileri ve geri hareket yaptıklarını da açıklayamıyordu. Ptolemaios'un yanıtlayamayacağı bütün bu soruları, Güneş'i merkeze almak ve Yer'i de bir gezegen gibi Güneş'in çevresinde dolandırmak suretiyle bir çırpıda çözümlemek mümkündür.



Resim 71: 1853 Yılında Yapılan Kopernik Heykeli

Heykelin kaidesinde şunlar yazmaktadır:
Torunlu Kopernikus, Dünya'yı hareket ettirdi, Güneş'i ve gökyüzünü durdurdu.

Ne var ki, Kopernik, Ptolemaios'un sadece verilerini kullanmakla kalmamış, dışmerkezli ve çembermerkezli modelleri kullanmasına gerek olmasa bile kullanmıştır. Kopernik, kendi yeni kuramının Ptolemaios'un kuramından daha iyi bir biçimde "dairesel hareket prensibi"ni koruduğunu ifade eder; ona göre çembermerkezli ve dışmerkezli modeller muntazam hareketle bağdaşmamaktadır. Fakat buna rağmen, gezegenlerin hız ve mesafe değişimlerini açıklamak için bu modelleri kullanmak zorunda kalmıştır. Üstelik Ay'ın hareketini açıklamak için iki çembermerkezli kullanma yoluna gitmiştir. Bu yüzden de kuramı büyük ölçü de Ptolemaios kuramına yakındır. Güneş, Yer dâhil bütün gezegenler için tam merkezde değil, merkezden kaydırılmıştır. Üstelik tüm gezegenler için bir ortak merkez yoktur. Bu yönden bakıldığında sistem Yer merkezli olmadığı gibi, tam olarak Güneş merkezli de sayılmaz. Ptolemaios sistemi hareketsiz bir gözlemciye göre tasarlanmıştı ve XVI. ve XVII. yüzyılda bile usturlaplar Yer merkezli sisteme göre yapılıyordu. Bu durumda Ptolemaios sistemini jeostatik (hareketsiz Yer), Kopernik sistemini de jeodinamik (hareketli Yer) bir sistem olarak nitelemek olasıdır.

Buna karşın, geri ve ileri hareket meselesi ise Kopernik Kuramı ile daha iyi aydınlanmıştır. Bunlar artık Ptolemaios Kuramı'ndaki gibi gezegenlere ait olgular değil, Yer'in hareketiyle ortaya çıkan bir takım görüntü aldanmaları haline gelmiştir.

Kopernik sistemini kurarken çok büyük engellerle karşılaşmıştır. Bunların başında teoloji gelir. Ptolemaios-Aristoteles kozmolojisi Hıristiyanlığın ilk zamanlarında büyük tepkilerle karşılaşmış olmasına rağmen zamanla Hıristiyan dininin evren görüşü haline gelmiş ve Yer merkezli sisteme karşı çıkmak dine karşı çıkmak olarak algılanmıştır. Diğer taraftan kullanılagelmekte olan Ptolemaios sisteminin hesabını veremeyeceği hiç bir gök olayı yoktu. Yeni sistemin böyle denenmiş bir sisteme karşı başarı şansı çok zayıftı. Oysa Kopernik, Ptolemaios'u eleştirirken dakiklik yönünden ondan daha fazlasını yapabilmek şöyle dursun, onun kadar yaklaşık değerler verebilmeyi büyük başarı sayacağını açıklıyordu. Yine algılarımız da Yer'in evrenin merkezinde hareketsiz olduğuna ve göğün yirmi dört saatte çevremizde döndüğüne tanıklık ediyordu.

Yer'in hareketi kabul edildiği takdirde öyle sorunlar ortaya çıkıyordu ki Kopernik döneminde bunların açıklamasını yapmak da olanaksızdı. Bunların en önemlisi yukarı doğru atılan bir taşın yine aynı noktaya düşmesi idi. Galileo gelmeden bunun kanıtlanması mümkün değildi. Kopernik, sistemiyle Aristoteles fiziğine karşı çıkarken, diğer taraftan kendini savunmak için Aristoteles fiziğinin verilerini kullanmak zorunda kalıyor bu nedenle de inandırıcı olamıyordu.

Kopernik, Güneş'in merkezde olmasının fiziksel izahını da veremiyordu. Bunun için verdiği açıklamalar bilimsel olmaktan çok mistik açıklama-

lardı. Konuyla ilgili olarak Trimegistus'u ve Sophocles'in *Electra*'sını söz konusu ediyordu. Ona göre Güneş bütün evreni aydınlatıcısıydı.

Bir diğer olay da sabit yıldızlarda paralaks görünmemesidir. Eğer Yer yörünge hareketi yapıyorsa, bunun sabit yıldızlara da yansıması, başka deyimle sabit yıldızlarda paralaks görünmesi gerekir. Oysa 1838'de F. W. Bessel'in (1784-1846) paralaksı ölçmesine kadar kullanılan araçlar böyle çok küçük değerleri ölçecek dakiklikte değildi. Sabit yıldızlarda paralaks görünmemesi Ptolemaios sistemini desteklemek için kullanılan en önemli delil idi. Bütün bunlar göstermektedir ki Güneş merkezli sistemi gözlemsel olarak desteklemek Kopernik dönemi için olanaksızdı.

De Revolutionibus'un yayınlanması Avrupa'da büyük bir heyecan yaratmadı. Astronomlar da dahil olmak üzere çok az kişi onun değerini kavramıştı. Genellikle kitap, gezegen kataloglarının hazırlanmasına yardımcı olacak yeni bir yöntem olarak kabul edilmişti. Erasmus Reinhold (1511-1553) 1542'de daha Kopernik'in yapıtı basılmadan önce onu yeni bir çağın başlangıcı olarak karşıladı ve hemen Güneş sistemini temele alan bir gezegen katalogu hazırladı; *Tabulae Prutenica*. Ancak bu katalog, kullanımda olan *Alfonsine Katalogu*'na göre başarılı sayılsa da, beklenileni vermemişti. Bütün bu olumlu davranışlarına ve Kopernik'i "İkinci Ptolemy" diye adlandırmasına karşın Reinhold'un Güneş merkezli sistemin evrenin gerçek bünyesini temsil ettiğine inanıp inanmadığını bilmiyoruz.

1550 yılında Rheticus, Leipzig'de profesör iken, 1551 yılı için Kopernik Kuramı'nı temele alan bir *Ephemeris* hazırladı. 1556 yılında da John Field adlı bir astronom tarafından yine Kopernik ve Reinhold temelli, 1557 yılına ilişkin bir *Ephemeris* hazırladı. Bunlara Thomas Digges'i de eklemek gerekir. 1576'da o da bir *Ephemeris* yayımlamış ve burada Kopernik sistemini savunmuştur.

Rheticus ayrıca Kopernik Kuramı'nın astrolojik boyutlarını da ele alır. Yine Reinhold da, Kopernik Kuramı'nda tutulmalar ve kavuşum konumlarının astrolojik açıdan büyük önem taşıdığını ve gelecekten haber verdiğini söz eder. Zwinger (1533-1588) ansiklopedik eseri *Theatrum Vitae Humanae*'de (1571), Kopernik'in, Reinhold'un ve Stadius'un (1527-1579) Güneş'in apsislerinin Yer'e olan uzaklığını Ptolemaios zamanında olduğundan daha yakın bulduklarını ve bunun da Melanchthon tarafından göksel ve yersel cisimlerin yıkımıyla ilişkilendirildiğini yazar. Daha sonra da William Postel bundan, yeryüzünün ateşle sona ereceği zamana yaklaşıldığını ileri sürer. Ne var ki, Kopernik'in bu olgudan herhangi bir astrolojik sonuç çıkardığına ilişkin bir kanıt yoktur. Muhtemelen kuramı bu sonuçlara yol açmış olmalıdır.

Bazı astronomlar ise Kopernik'ten biraz daha ileri gitmişlerdi. Batitista Benedetti (1530-1590), gezegenlerin meskûn olabileceğini öne sürüyordu. Giordano Bruno (1548-1600) ise Güneş'in rotasyon hareketi yaptığını, kutuplarda basık olduğunu, sabit yıldızların birer Güneş olabileceğini, evrenin sonsuz olduğunu varsayıyordu. Ancak Bruno dinsizlikle yargılandı ve 1600 yılında bu görüşlerinden ötürü yakıldı.

Özellikle dinî çevreler Kopernik'i hoş görü ile karşılamıyorlardı. En sert tepkiler Protestanlardan geliyordu ve Papa'yı İncil'e sadakat göstermemekle suçluyorlardı. Bunların başında Luther ve Melanchton geliyordu. Böyle bir ortam Kopernik ile İncil'i uzlaştırma çabalarına yol açtı. İspanyol Didacus a Stunica *İncil*'deki *"Kim Yer'i yerinden oynattı ve bunun etkisiyle sütunlar sarsıldı."* cümlesine dayanarak Yer'in hareketini kabul edilebileceğini ifade etti.

Bruno'nun yakılmış ve Galileo'nun da engizisyon tarafından cezalandırılmış olmasının etkisi çok büyüktü. Nitekim Pierre Gassendi, kutsal kitapla uyuşmuş olsaydı, Kopernik sistemini tercih edeceğini söylüyordu.

Kopernik'in yapıtını ve sistemini konu alan kitaplar 1882 yılına kadar kilisenin yasakladığı kitaplar listesinde yer aldı ve ancak bu tarihten sonra Kardinaller Koleji, Katolik çevrelerinde Kopernik'in okutulabileceğini ilan etti.

Yeni sistemin bazı sorunların yanıtını verememesi, gelişmesini engelleyen en önemli etkendi. Bu çatışmalar Galileo'nun modern fiziğin temellerini atmasıyla son buldu. Böylece düşünce tarihinde, yeni atılımlara sahne olacak, yepyeni bir ufuk açılmış oldu.

De Revolutionibus'un 1543 yılında yayınlanması Rönesans'ın en önemli olaylarından biridir. Bunun özellikle astronomide, genellikle de tabii bilimlerde ve tüm insan düşüncesindeki etkileri çok derindir. Her ne kadar bazı noktalarda eskiye bağlı kalmışsa da Kant'ın (1724-1804) belirttiği gibi, getirdiği görüş kökten bir değişikliğin sembolüdür. Bu yüzden bilim tarihi açısından bu yapıt Ortaçağ ile Modern çağı birbirinden ayıran gerçek bir hudut taşı olarak kabul edilir.

Tycho Brahe

Daha önce değinildiği üzere, Kopernik'in Güneş merkezli sistemi, Yer merkezli sistemden çok daha başarılı değildi. Ayrıca henüz yeni fizik kurulmadığından, Güneş'in evrenin merkezinde ve Yer'in de bir gezegen gibi onun çevresinde döndüğünün kanıtı da verilemiyordu. Bu nedenle, astronomlar Kopernik'i hemen kabul etmediler. Ancak Kopernik Kuramı'yla

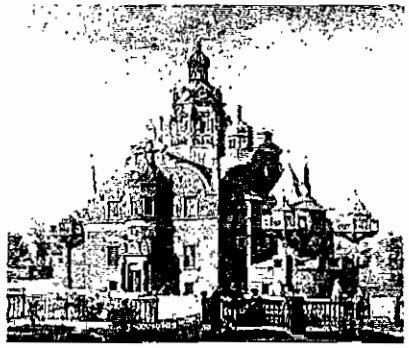
birlikte astronomların karşısına gök olaylarının hesabını verebilen iki sistem çıkmıştı. Bunlardan hangisinin evrenin gerçek yapısını yansıttığının bilinmesi gerekiyordu. Bu da doğru gözlemler yapmakla mümkün olacaktı.

İşte bu görevi Tycho Brahe (1546-1601) yüklendi. Brahe teorik astronomdan çok bir gözlemcidir; Danimarka kralı Frederick II'nin maiyetindeki soylulardan biriydi. Kral, kendisine Hveen adındaki bir adayı bağışlamış ve Brahe bu adada kurduğu gözlemevinde (Uranienborg Gözlemevi, 1576), mükemmel aletlerle hayatı boyunca gözlemler yapmıştır. Bu gözlemevinde, o zamana kadar Batı Dünyası'nda karşılaşılmayan büyük boyutlu gözlem araçları inşa edilmiş, özellikle duvar kadranı çok ilgi çekmiştir. Bu aracın çapı oldukça büyük olmasına karşılık, bununla yetinmeyen Brahe, gözlemlerde daha küçük bölümlerin verilebilmesi için İslam Dünyası'nda XI. yüzyılda Beyrunî arafından bulunan ve kullanılan transversal bölümlemeyi, ilk defa olarak Batı Dünyası'nda kullanmıştır.



Resim 72: Tycho Brahe

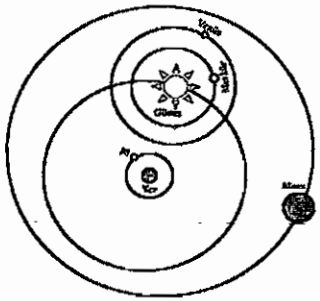
Oldukça dikkatli ve özenli bir gözlemci olan Brahe, kullandığı aletlerin de zamanının çok ötesinde olması dolayısıyla dakik sonuçlara ulaşmayı başarmış, konumunu hesapladığı ve bir katalogda topladığı 777 yıldızın konumlarında bir ya da iki dakikadan fazla hataya izin vermemiştir. Kopernik'in çalışmasını incelemiş olmasına karşın, evrenin merkezine Güneş'i koyan bu sisteme bazı gerekçelerle karşı çıkmak durumunda kalmıştır. Ona göre Kopernik Sistemi, hem fizik yönden hatalı, hem de kutsal kitaba aykırıdır. Dolayısıyla Yer'in durağanlığını savunan Yer Merkezli Model seçilmelidir. Ancak o zamana kadar yapılan çalışmalar bu modelin de birçok eksikliğinin bulunduğunu ortaya koymuş olması nedeniyle Brahe, yeni bir model önermesi gerektiğine karar vermiş ve Antikçağ'da Pontuslu Herakleides'in önerdiği modeli esas alan yeni bir model geliştirmiştir. Bu modelin esası başat konumda bulunan Kopernik ve Ptolemaios sistemlerini bir arada barındırmasıdır.



Resim 73: Uranienborg Gözlemevi

Böylece Brahe'nin Herakleides'in modelini canlandırmasıyla Antikçağ'daki iki aykırı model de Modern Dönem'in başlarında yeniden hayat bulmuş olmaktadır. Bu benimseme aynı zamanda Rönesans'ın ne denli Antik kültüre bağlı olduğunu da ortaya koymaktadır. Bilindiği üzere, Eudoksos ve Aristoteles'in ortaya koyduğu Ortak Merkezli Küreler Sistemi karmaşık ve kullanışsızdı. Dolayısıyla astronomlar hala iyi bir matematiksel sisteme sahip değillerdi ve yeni sistem arayışları içerisindeydiler. Diğer taraftan Merkür ve Venüs'ün yeri meselesi de gündemdeydi. Bu iki gezegen Güneş'in altında mıydılar yoksa üstünde miydiler? M.Ö. IV. yüzyılın başlarında Pontus'ta doğan Pontuslu Herakleides (ölümü M.Ö. yaklaşık 318-310 yılları arası) bu problem üzerinde çalıştı ve Tycho Brahe'den çok daha önce Yer-Güneş merkezli bir evren modeli (geobeliocentric) geliştirdi.

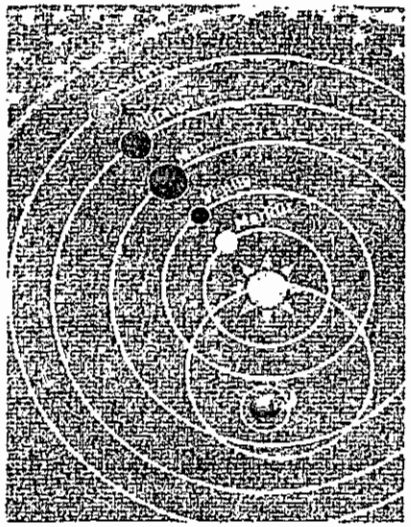
Herakleides, daha önce Philolaus ve Hiketas tarafından gündeme getirilen Yer'in hareketi meselesini de ele aldı ve Yer'in kendi etrafında dolandığını varsaydı. Yine o dönemde yaşamış olan Ecphantus da (M.Ö. 4. yüzyılın ilk yarısı) bu görüşü savundu ve Yer'in evrenin merkezinde bulunduğunu ve kendi etrafında doğuya doğru döndüğünü ileri sürdü. Önerdiği Yer-Güneş merkezli evren modeline göre Yer, Güneş sisteminin merkezinde bulunmaktadır. Güneş, Ay ve dış gezegenler (Mars, Jüpiter ve Satürn) Yer'in çevresinde dairesel yörüngeler üzerinde dolanırken, iç gezegenler (Merkür ve Venüs), Güneş'in çevresinde dolanırlar. Herakleides'in kuramı, aslında, Yer'i merkeze alan ve onun devinimini yadsıyan görüşle (yani sonradan Ptolemaios aracılığıyla son biçimini alan yaklaşımla), Güneş'i merkeze alan ve Yer'in devinimini benimseyen görüş (yani Kopernikçi yaklaşım) arasındaki geçiş aşamasını temsil etmektedir. Bu özelliğiyle Herakleides, gezegenlerin ve yıldızların günlük hareketlerinin, Yer'in kendi ekseni etrafındaki dolanımdan kaynaklandığını söyleyerek, 24 saatlik günlük değişimleri doğru bir biçimde açıklayabilmiştir.



Şekil 48: Pontuslu Herakleides'in Evren Modeli

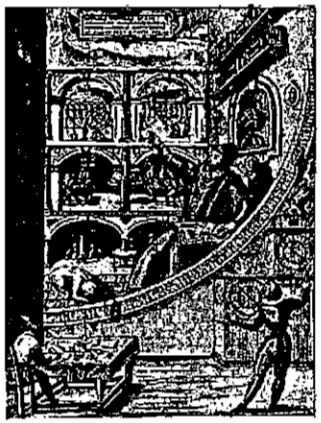
Brahe'nin sisteminde de, Yer merkezdedir, Ay, Güneş ve diğer gezegenler Yer'in etrafında dolanırlar; Merkür ve Venüs ise Güneş'in etrafında dolanmaktadır. Böylece Brahe, hem Kopernik'e, hem Ptolemaios'a hem de Aristoteles'e sadık kalmayı amaçlamıştır.

Bu açıdan değerlendirildiğinde, Brahe'nin sisteminden çok, yaptığı gözlemlerin önemli olduğu anlaşılmaktadır. Gözlemleri sayesinde Aristoteles fiziği ve kozmolojisi büyük darbeler almıştır. 1572 yılında, Cassiopea (Koltuk) Takımyıldızı'nda yeni bir yıldız ortaya çıkar. Yaptığı hesaplamalarla Brahe, bu gökcisminin sabit yıldızlar bölgesinde yeni bir yıldız olduğunu ortaya çıkardı. Aristoteles fiziğine göre eterden yapılmış olan bu bölge mükemmeldi ve burada yeni hiçbir şey varlığa gelemeyeceği gibi, var olan bir şey de yok olamazdı. Oysa bu 1572 yıldızı (bugünkü deyimi ile nova) Aristoteles'in temel prensiplerine karşıydı. Tycho Brahe bu gözlemini *De Stella Novis* (Yeni Yıldız Üzerine) adlı eserinde kaleme almıştır.



Şekil 49: Tycho Brahe'nin Evren Modeli

Brahe, 1577'de ise, bir kuyruklu yıldız gözlemledi ve bu yıldızın Ay küresinin dışında, çok uzağında olduğunu saptadı. Bu da Aristoteles kozmolojisine aykırıydı. Çünkü Aristoteles'e göre, kuyruklu yıldızlar Ay küresinin altındaydılar.



Resim 74: Brahe'nin Kullandığı Kadran

Brahe'nin diğer bir gözlemi de Mars'a ilişkindir. Mars'ın Yer'e, bazen Güneş'ten daha yakın olduğunu bulan Brahe, bu gözlemleri sonucunda sisteminde Mars'ın yörüngesini Güneş'in yörüngesiyle iki noktada kesiştirir. Onun yaptığı bu gözlemler sayesinde Aristoteles kozmolojisi büyük darbeler almıştır. Eski sistemin tamamen ortadan kaldırılması için Kepler'i beklemek gerekecektir.

Yeryüzü atmosferinin gökcisimlerinden gelen ışınları kırdığı ve bunun da gökcisimlerinin konumları üzerinde etkide bulunduğu konusunda çalışan ilk kişi Brahe'dir. Bu konu geçmişte biliniyordu, ancak ciddiye alınmamıştı.

Brahe yaptığı çalışmalarını üç ciltlik bir kitapta yayımlamayı planlamıştır. Buna göre kitapta sırasıyla 1572 yıldızı, 1577 kuyruklu yıldızı ve diğer kuyruklu yıldızlar ve gezegenler, Ay ve Güneş'e ilişkin kuramlar yer alacaktır. Birinci cildin adı *Astronomiae Instauratae Progymnasmata*, ikinci cildin adı *De Mundi Aetherei Recentionibus Phanenomenis Liber Secundus* ve üçüncü cildin adı ise *Astronomiae Instauratae Mechanica*'dır. Ancak Brahe 1588 yılının başlarında yazımına başladığı bu kitabını bitiremeden ölünce 1602 yılında Kepler tarafından tamamlanmıştır.

Rönesans'ta Coğrafi Keşifler

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 dolaşılmış, 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 dek yansıyan gelişmelerin yaşanmasına yol açılmıştır. Bunun en önemli nedeni XV ve XVI. 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 dolaşılmıştı.



Resim 75: Gemici Henry Vasco da Gama Kristof Kolomb

Keşifler Çağı'nda denizlerde sağlanan bu egemenlik sonucu Avrupa'nın hemen bütün kıtalara kalıcı şekilde sömürgeciliğe dayanan bir baskı kurma-

sına yol açmıştır. Avrupa'nın coğrafi bilgisinin büyümesini, Avrupa ticaretinin ve karasal kontrolünün hızla genişlemesi izledi. 1600'e kadar Portekiz, Brezilya ve Batı Afrika'dan Çin Denizi'ne uzanan bir deniz imparatorluğu kurmuştu. İspanya'nın Amerikan İmparatorluğu da, Teksas'tan Şili'ye kadar uzanıyordu ve öteki Avrupalılar (Hollandalılar, İngilizler ve Fransızlar), İberyalıların bu başarılarını dikkatle izlemekteydiler.

XV. ve XVI. yüzyıllardaki Keşifler Çağı ile ilgili en belirgin özellik, İberyalılarla Avrupalıların gösterdiği yakın işbirliğidir. Portekiz ve Kastilya İspanyası, okyanus araştırmaları için ideal bir coğrafi konuma sahiptiler. Fakat bir bütün olarak Avrupa, İtalya'nın önderliğinde, denizciliğin ve haritacılığın geliştirilmesine, gerekli mali desteklerin sağlanmasına ve İberya gemileriyle Avrupa'ya getirilen baharatın, altının ve öteki mamullerin pazarlanmasına katkıda bulundular. Özel olarak İberya'ya ilişkin faktörler Portekiz'i ve Kastilya'yı yayılmacılığın öncüsü yaptı; fakat 1600'den sonra yayılmacılık sürecini devam ettiren ve genişletenler, başta Hollanda, İngiltere ve Fransa olmak üzere öteki Avrupa devletleri oldu. Keşiflerle edinilen dev servet aynı zamanda, doğrudan ya da dolaylı olarak, kapitalizmin ve sanayi devriminin daha da gelişmesi aracılığıyla, on dokuzuncu ve yirminci yüzyılların dünyada hemen hemen el değmemiş herhangi bir alan bırakmayan Batı emperyalizmine de katkıda bulunmuştur.



Resim 76: Bartolomeu Dias Ümit Burnu'nda

Keşifler Çağ'ında en önemli keşifler Portekizli ve İspanyol gemiciler tarafından yapıldı. Bu döneme kadar Güney'de Afrika'nın Kongo Havzası'na, Kuzey'de İngiltere'nin kuzey sahilleri, Doğu'da Hindistan ve Japonya kıyıları ve Batı'da ise Kanarya adalarının batı kısımları biliniyordu. 982 yılında Vikingli Kızıl Erik'in Grönland'a ulaştığı bilinmektedir. Yaklaşık 1000 yıllarında Vikinglerin Kuzey Amerika'ya ulaştıkları artık bilinmekle birlikte bu keşif Kolomb'a atfedilir.

1400'lü yılların başlarında ilk önemli seyahatleri Portekizli Gemici Prens Henry (1394-1460) düzenledi. Gemici Henry 1419-1460 yılları arasında seyahatlerini gerçekleştirdi ve Afrika'nın batı kıyılarını dolaştı. Bu seyahatle birlikte bazı söylenceler de sonlandı. Mesela bunlardan birisi Afrikalıların siyah derilerinin ekvatordaki kaynar sular nedeniyle olduğuydu. 1487'de Gemici Henry'nin gezilerinden ilham alan Bartolomeu Dias Ümit Burnu'nu keşfetti. Ardından Vasco Da Gama (1469-1524) 1498'de Ümit Burnu'nu dolaştı ve Afrika'nın doğu sahillerine ulaştı. Ancak burada Müslüman denizcilerle karşılaştı. 1502 yılında tekrar buraya ulaştığında emrinde 14 silahlı gemi bulunuyordu. 1513 yılında da Çin ve Japonya'ya ulaşmayı başardı.

Bu dönemde en önemli keşif Amerika'nın keşfidir. Amerika'yı keşfeden Kristof Kolomb'dur (1451-1506). İtalyalı olan Kolomb'un amacı Yer'in küre olmasından faydalanarak okyanusu geçmek ve Hindistan'a ulaşmaktı. Önerisini Portekizlilere ve İspanyollara (belki de Osmanlılara) götürdü. Ancak önerisi İspanyollar tarafından desteklendi. 1492 yılında Nina, Pinta ve Santa Marina adlı üç gemiyle yola çıktı ve Batı Hint Adaları'na ulaştı. Aslında Amerika'ya ulaşmıştı ancak o bunu bilmiyordu. 1493'te geri döndü. 1493-1496 yıllarında ikinci seyahatini yaptı ve 17 gemi ve 1200 adamla Dominico ve Jamaika sahillerine ulaştı. 1498'de 6 gemiyle üçüncü seyahatini gerekleştirdi ve Trinidad, Tobago, Granada ve Margarita adalarını keşfetti. Dördüncü ve son seyahatini 1502-1504 yılları arasında gerçekleştirdi. 4 gemi ve 150 askerle Panama'ya kadar yol aldı. Ancak Kolomb buranın yeni bir kıta olduğunu asla öğrenemeden hayatını kaybetti. Buranın yeni bir kıta olduğunu Amerigo Vespucci (1454-1512) ilan etti.



Resim 77: Kolomb Yeni Dünya'da



Resim 78: Amerigo Vespuci, Ferdinand Magellan, Sebastian del Cano, Francis Drake

Bu dönemin önemli yolculuklarından birisi de Ferdinand Magellan'ın (1480-1521) ilk defa Yer'i dolaşmasıdır. Portekizli olan Magellan, İspanya Kralı I. Charles'ın desteğiyle 5 gemiyle 1518'de İspanya'dan ayrıldı. 1519'da Brezil-

ya'ya ulaştı. Buradan Arjantin'e yelken açtı. Magellan Boğazı'nı keşfetti ve buradan dolaşarak Filipinlere vardı. 1521'de burada yerliler tarafından öldürüldü. Yolculuğunu 1522'de Sebestian del Cano tamamladı ve Yer'i dolaştı.

Yeryüzünü ikinci kez dolaşan kişi ise İngiliz 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.

XVII. ve XVIII. yüzyılda bu seyahatler bilimsel seyahatlere dönüşecektir. Bunların içerisinde Kaptan James Cook'un (1728-1779) seyahatleridir. Yine sonraki dönemlerde yapılan 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 Takımadaları'na ulaştı ve bu adalarda yaptığı sistematik gözlemlerle Evrim Kuramı'nı geliştirdi.

Rönesans'ta Biyoloji ve Tıp

Antik Grek ve İslâm biyoloji ve tıp çalışmaları XII.-XIV. yüzyıllar arasında yapılan Arapçadan Latinceye çevirilerle Batı'ya aktarıldı. Bu dönemde yapılan seyahatler sayesinde yeni bitki ve hayvan türleriyle karşılaşıldı. Böylece bu dönemden itibaren biyoloji bilimi gelişti. XV. yüzyılda konu hakkında yazılan eserlerin bir kısmı o güne kadar bilinen hayvan ve bitkileri kapsayan nitelikte resimli, ansiklopedik eserlerdi.

Avrupa'da bu dönemde çeşitli salgın hastalıklar yaygındı. Mesela sifilisi ya da frengi yaygın hastalıklardandı. Bu dönemde bu gibi bulaşıcı hastalıklardan korunma yolları gelişti. Karantina tatbikatı başladı, alt yapı sistemleri yeniden ele alındı.

Yine bu dönemde uzun süren savaşlar yaşanmıştır. Bu da cerrahi konusuna olan ilgiyi arttırmış, yaralarda yeni tedavi yöntemleri gelişmiştir. Tıpta ayrıca ilaçla tedavi konusunda yeni görüşler de ortaya çıkmıştır. Bu görüşlerden İatrokimya geniş bir taraftar kitlesine sahipti. Buna göre, canlı temelde kimyasal maddelerden oluşuyordu ve tedavi de bu temele dayanmalıydı. Böylece bitkisel ilaçlar yerine inorganik kökenli ilaçların kullanılması yaygınlaştı. Bu görüşün yanında XVI. yüzyılda fizik biliminin gelişmesiyle İatrofizik ekolü de ortaya çıktı. İatrofizikçilere göre, canlıda fizik ilkeler geçerliydi. Bu görüşü savunanlar arasında Galileo, Descartes gibi bilim adamları bulunmaktadır. Her iki ekol daha sonra mekanik okulu oluşturacak şekilde birleşecektir. Buna göre canlı ve cansız bütün varlıkların yapı ve işlevleri birbirine benzemektedir. Öyleyse fizik ve kimya prensipleri biyolojide de aynen geçerlidir. Bu görüşle birlikte canlının da cansız gibi laboratuarda incelenebileceği düşüncesine yol açmış ve deneysel yöntemin biyolojide yaygın bir biçimde kullanılmasına olanak tanımıştır.

Paracelsus

Bu dönem bilimsel otoritelerin yavaş yavaş sarsıldığı dönemdir. Bunlardan en önemlisi Antik Grek kozmolojisinin (Aristoteles+Ptolemaios) Kopernik ile sarsılmasıdır. Tıpta ise otorite Galen ve Hipokrates'in çalışmalarıydı. Paracelsus (1493-1541) bu otoritelere karşı çıkan bir doktordu. Onların eserlerini şehir şehir dolaştığı yerlerde, meydanlarda yakıyordu.



Resim 79: Paracelsus

Ona göre bütün varlıkların temeli ortaktı. Bu temel dört element (toprak, su, hava, ateş) ve materia prima (ilk maddeler) adını verdiği tuz, kükürt ve cıva idi. Bunlardan cıva ve kükürt İslâm Dünyası'nda da temel iki element olarak varsayılmıştır. 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 gelen kişilerdendir. Örneğin midenin işleyişi kimyasal bir süreçtir. Mide sindirim görevini besinleri ıslatarak, parçalayarak değil salgıladığı sıvılarla gerçekleştirir.

Ona göre canlı kimyasal bir yapıya sahipse yapıdaki bozukluklar kimyasal kökenli olmalıdır. O halde tedavide de kimyasal maddelerle kullanılabilir. Bu görüşüyle Paracelsus modern ilaç biliminin (farmakoloji) kurucusu olarak kabul edilir.

Andreas Vesalius

Dönemin en önemli anatomi çalışmaları Vesalius (1514-1563) tarafından yapılmıştır. Bu konuda eser yazan kişi Vesalius'tur. Onun *Fabrica* adlı eseri bir başyapıttır. Vesalius her şeyden önce Galen'in eserlerini incelemiş ve yanlışlarını belirlemiştir. Ona göre Galen'in yanlış tespitleri hayvanlar üzerinde çalışması ve insanlara genelleştirmesidir. Ancak



Resim 80: Vesalius, Kullandığı Aletler ve *Fabrica*'nın Kapağı

Vesalius'a göre insan anatomisine ilişkin bilgiler ancak insan bedeni üzerine yapılan çalışmalarla elde edilebilir. Disseksiyon çalışmaları XII. yüzyılda başlatılmıştı ancak hukuki amaçlarla yapılıyordu. Araştırma amacıyla diseksiyon çalışmaları Vesalius sayesinde gerçekleşmiştir. Vesalius *Fabrica*'sında Galen'e karşı çıkarak onun görüşlerini reddetse de açıklamalarının çoğu Galen'le aynıdır.

William Harvey

Galen'in görüşlerine itiraz eden bir başka tıpçı ise Harvey'dir (1578-1657). Dönemin en önemli fizyologlarındandır. 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 kalmalıydılar. Bunu için de sürekli yemek yemek gerekiyordu. Öyleyse 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 de Aristoteles'e karşı çıkmıştır.



Resim 81: William Harvey

Rönesans'ta Teknoloji

Francis Bacon, Rönesans'taki büyük değişimlerin kaynağı olarak üç icadın önemli rol oynadığını söyler: Barut, pusula ve matbaa. Ona göre bu üç icat, edebiyatın, savaşma tarzının ve denizciliğin tümüyle değişmesinden sorumludurlar.

Barut ve Ateşli Silahlar

Ateşi bir savaş silahı olarak ilk defa Çinliler M.Ö. 1000 yıllarında kullanmışlardır. Çinliler çömlek ve gülle içerisindeki ateşi, savaş arabalarıyla düşman ordularına atıyorlardı. Yine M.Ö. 428-424 yıllarındaki Peloponnes Savaşları'nda kömür, kükürt ve zift gibi yanıcı maddeler kullanılmıştır.

XIV. yüzyıldan itibaren ise barutlu top, savaş tekniğinde önemli gelişmelere yol açmıştır. Potasyum nitrat, kükürt ve odun kömüründen yapılan kara barut M.S. VIII. ve IX. yüzyıllardan itibaren Çin'de havai fişek yapımında kullanılmaktaydı. XI. yüzyılın başlarında Çinliler barutu askeri amaçlarla kullanmaya başlamışlardır. 1231 yılında içleri barutla doldurulmuş el bombaları üretmişlerdir. XIII. yüzyıl sonlarında ise namluları önce bambu, sonra da demirden yapılan tüfekler kullanmışlardır. Yine 1200'lerde Çinlilerin barutlu topa sahip olduğuna ilişkin bilgiler de vardır. Yüz yıldan kısa bir süre sonra da ateşli silahlar Çin'den Japonya, Kore, Yakın Doğu ve sonunda Avrupa'ya yayılmıştır.

Avrupa'da barutu ilk bulan kişi olarak iki isim geçer. Bunlardan birisi bir rahip ve filozof olan Alman Berthold Schwartz'tır (1318-1384). Schwartz Venediklilerin kullandıkları topları dökmüş ve gülleleri uzağa fırlatmak için kara barutundan faydalanmıştır. Kimi tarihçilere göre ise barutu ilk bulan İngiliz Roger Bacon'dır (1224-1294). Roger Bacon 1250'lerde kara baruttan söz etmektedir. İslâm Dünyası'nda geliştirilmiş ilk ateşli silah ise 1304'de yapılmıştır. Bu silahın bazı kısımları bambudan, bazı kısımları ise demirden yapılmıştı ve silahta kara barutu kullanılarak ok atılıyordu.



Resim 82: Berthold Schwartz

Avrupa'da barut ilk önceleri madencilik ve yol yapımında kullanılmışsa da XIII. yüzyılda ateşli silahlarda kullanılmaya başlanmıştır. Avrupa'da yapılmış ilk top çizimleri 1325'lere kadar uzanır. Bundan kısa bir süre sonra da toplar savaşlarda kullanılmaya başlanmıştır. 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. Yine Giyaseddin Keyhüsrev'in Antalya kuşatması sırasında top kullanıldığı da bilinmektedir. 1389 Kosova Meydan Savaşı sırasında da Osmanlı ordusu toptan yararlanmıştır.

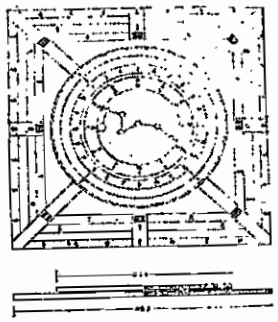
Barutlu topların üretimiyle birlikte, döküm işçiliği, dövmecilik, marangozluk ve kara barut hazırlama gibi zanaatlar da gelişti. Daha sonra ise bütün bunları içine alan "Kovancı" zanaatı ortaya çıktı. Bunlar metal ve ağaç işlerinin yanı sıra kimya tekniğini de kullanarak mermi üretiyorlardı. Top dökümleri önceleri tunçtan sonraları da demirden yapılmaya başlandı.

Barutun yaygın olarak savaşta kullanılmasıyla savaşma tarzı tamamen değişmiş bunun yanı sırada derebeylik sisteminin yıkılmasında da büyük payı olmuştur. Derebeylik Avrupa'da IX. ve XVII. yüzyıllar arasında hüküm süren bir siyasal ve toplumsal düzendir. Derebeyleri halkı her bakımdan yöneten küçük hükümdarlardı. Halk köle ve şehirli olmak üzere ikiye ayrılmıştı. Köylü ise köle durumundaydı. Her derebeyinin bir şatosu, ordusu ve arması vardı. Barutun keşfiyle derebeyleri zenginleştikçe ordularını da bu sayede güçlendirdiler ve topa sahip olan zengin derebeyleri diğerlerine saldırıp topraklarını ele geçirmeye başladılar. Böylece derebeylik sistemi yerini

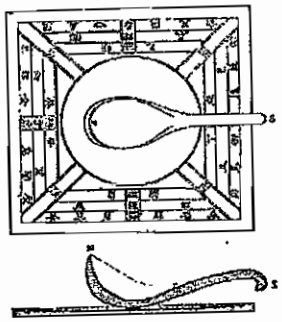
mutlak monarşiye bıraktı. Bu da ulus ve millet gibi kavramların ortaya çıkmasını sağladı.

Pusula

Pusulanın ortaya çıkışında M.Ö. IV. yüzyılda ortaya çıkan *fêng-shui* düşüncesi yer almaktadır. Çin'de ortaya çıkan bu düşünce, yeryüzünün ve gökyüzünün yönlerinin insanı etkilediğini kabul etmiş ve pusulanın yani yön bulmada kullanılan aracın gelişimini önemli derecede etkilemiştir. Kelime olarak "rüzgârlar ve sular" anlamına gelen fêng-shui, yaşayan ve ölü meskenlerin, kozmik nefesin akımı ile uyumunu sağlama ve düzenleme sanatıdır. Buradaki rüzgârlar, dünyaya ait makro kozmosun damarları ve kanallarında dolanan ruh ya da *chhi*'dir. Yine suların anlamı, yalnızca nehirlerden akan sular değil aşağı-yukarı akarak kirliliği temizleyen minerallerin oluşmasını sağlayan sulardır. Chhi, yaşayanlara, mekânlara, evlere, mezarlara ve mezarlarında yatanlara iyi veya kötü bir biçimde etki eder. Eğer evler ve mezarlar chhiye göre düzenlenmezse çeşitli kötülükler oluşur ve yaşayanlar ve ölüler ciddi bir biçimde zarar görürler. Chhiye göre düzenlenmiş bir mekânda sağlık, refah ve mutluluk vardır. Her mahal, kendi chhilerinin yerel etkisini düzenleyen kendine özgü topografik vasıflara sahiptir. Tepeler, dağlar ve su kayaklı, rüzgârlar ve suların etkisiyle oluşmuşlardır. O halde rüzgârlar ve sular, binaların yüksekliğini ve biçimini, yolların ve köprülerin yönünü de etkiler ve yapılar, köprüler ve yollar buna göre düzenlenmelidir. Doğanın görünmeyen bu gücü, her an göksel cisimlerin konumları tarafından düzenlenir. Bu nedenle göksel cisimlerin bu yapılardan görünüş biçimi de önemlidir. O halde bir yerleşim yerinin seçimi oldukça önemlidir; evler, mezarlar, yapılar, yollar, köprüler fêng-shuiye göre yapılmalıdır.



Resim 83: Üzerine Astrolojik ve Pusula Noktaları İşaretlenmiş Han Dönemi'ne Ait Kâhinin Tahtası



Resim 84: İlk Manyetik Pusula

Güneyi Denetleyen Kaşık

Fêng-shui düşüncesinin muhtemelen Savaşçı Krallıklar döneminde (M.Ö. IV. ve III. yüzyıllar) ortaya çıktığı sanılmaktadır. M.Ö. IV. yüzyılda, büyük bir olasılıkla Chi-Hsia Akademisi tarafından kaleme alınan *Kuan Tzu* adlı kitapta, sular ve rüzgârlardan yeryüzünün kanı ve nefesi olarak söz edilmekte ve yeryüzünün ruhunun (chhi) akışı insan ve hayvanın vücudundaki akışla karşılaştırılmaktadır. Öyleyse yeryüzünün akışıyla insan vücudunun akışı arasında bir paralellik vardır. Bu düşünce, Han Dönemi'nin (M.Ö. 206 - M.S. 220) başlarında (M.Ö. 200'ler) tanınmaya ve yaygın olarak benimsenmeye başlandı. Pusulaya ilişkin ilk bilgilerin ortaya çıktığı dönemde, M.S. I. yüzyılda bu düşünce akımı iki kola ayrıldı; 1) Yang Yün-Sung'un takipçileri eski prensiplere sadık kaldılar ve dağların biçimlerini ve nehirlerin yönlerini tartıştılar. 2) Fukien'in adamları ise deniz bölgesindeki Wang Chi'nin takipçileri idi. Bunlara göre, topografinin özelliklerini belirlemek için pusula çok önemliydi.



Resim 85: Pusula Kullanımı

Han Dönemi'nde bir yerleşim yeri seçimi yapılırken pusuladan yararlanıldığını gösteren resim

Fêng-shui düşüncesi tam olgunluğuna Üç Krallık Dönemi'nde (Vey Krallılığı, 220-264: Şu Krallığı, 221-263: Vu Krallığı, 222-280) ulaştı. M.S. 209-256 yılları arasında Kuan Lo'nun konuyla ilgili kitabı *Kuan Shih Ti Li Chih Mêng* (Kuan'ın Falcılığa Ait İşaretleri) bu konuda yazılmış önemli eserlerdendir. *Thu Shu Chi Chhêng* ansiklopedisinde ise fêng-shui uzmanlarının biyografileri yer alır ve bu alanda uzman üç kişinin adı geçer; Chhu Li Tzu (M.Ö. III. yüzyıl), Chu Hsien-Thao (Han Dönemi) ve Chhing-Wu (Han Dönemi).

Fêng-shui yönlerle ilgilidir ve doğal olarak manyetik pusulanın tarihiyle yakından ilişkilidir; manyetik pusulanın tarihi ancak bu düşünce sistemi içerisinde anlaşılabilir. Fêng-shui düşünürlerinin kullandıkları ve kadranlı ibre (lophan) olarak bilinen yön göstericide pusula yönleri de işaretlenmiştir. Bu fêng-shui pusulasının atası, "kâhinin tahtası"dır (shih). Kâhinin tahtası iki ayrı kısımdan oluşur; üst kısım yuvarlaktır ve gökyüzüne tekabül eder. Alt kısım ise karedir ve yeryüzünü gösterir. Üst kısma Büyük Ayı takımyıldızı, burçlar ve pusula noktaları işaretlenmiştir. Kâhinin tahtası M.Ö. II. ve III. yüzyıllara



Resim 86: Epistola de Magnete'den Yer Alan Mıknatıs Çizimi

kadar gider. Pusulanın ilk biçimi olan "güneyi gösteren kaşık" bu tahtadan yapılmıştır. M.S. 83 yılında Han Dönemi'nde, Wang Chhung, shih üzerine yerleştirilmiş mıknatıs taşından yapılmış bir kaşığın (güneyi denetleyen kaşık, si nan shao) kullanımına ilişkin bilgiler vermiş, M.S. 300'lerden sonra ise Tshui Pao *Ku Chin Chu (Eski ve Yeni Şeyler Üzerine Açıklamalar)* adlı sözlükte güneyi denetleyen kaşık yerine kullanılan "gizemli ibre"yi (veya gizemli balık) tanıtmış ve bu kaşığın yerini manyetik ibre almıştır.

1044 yılında ise Wu Ching Tsung Yao, balık biçimindeki ince bir demir levhasının, bir tas içerisinde bulunan su üzerinde yüzdürüldüğü bir pusulayı tanımladı. 1080'de Çinliler pusulayı denizcilikte kullanmaya başladılar. 1088 yılında ise Çinli düşünür Shen Kua, *Mêng Chhi Pi Than (Düşsel Havuz Üzerine Denemeler)* adlı eserinde manyctik sapmadan yani pusula ibresinin coğrafik kuzeyi değil, manyetik kuzeyi gösterdiğinden söz etti.

Bu bilgiler Batı'ya XII. yüzyılda geçmiştir. Pusulaya ilişkin ilk bilgileri İngiliz rahip Alexander Neckam'da (1157-1217) görmekteyiz. Alexander Neckam, mıknatısın "yönelme yeteneği" sayesinde gemiciler Küçük Ayı'nın görünmediği zamanlarda kuzeyi bulabileceklerinden söz etti. 1269'da ise Peter Peregrinus (yaklaşık 1220'de doğdu), *Epistola de Magnete* (1269) adlı eserinde suda yüzdürülen bir mıknatısın Kuzey-Güney kutuplarını gösterdiğinden bahsetti; mıknatısın kutuplarının işaretlenmesi gerektiğini savundu ve pusulaya cetvel ekledi. Manyetik pusula açık denizlerde uzun deniz yolculuklarını olanaklı kılmış ve denizcilerin işlerini kolaylaştırmıştır.

Matbaa

Matbaanın gelişimi üç tekniğe bağlıdır. 1. Kâğıt yapımı: Kâğıt ilk olarak M.S. 95 yılında Çinliler tarafından bulundu. İlk kâğıt örnekleri, tahta ve samanın su içinde karıştırılmasıyla elde edilen hamurdan yapılmışlardır. Bu kâğıt yapım tekniği zaman içerisinde İslâm Dünyası aracılığı ile batıya aktarılmıştır. Bu kâğıttan önce insanlar papirüs adı verilen kâğıda yazıyorlardı. Bu kâğıt papirüs bitkisinin sapından elde ediliyordu. Bu bitkinin sapından elde edilen lifler dövülüyor ve sonra kurumaya bırakılıyordu. 2. Mürekkep yapımı: Mürekkep, M.Ö. 1300'lere doğru Çinliler ve Mısırlılar tarafından kullanılmaya başlandı. Çinliler ve Mısırlılar, kandillerde yakılan yağdan çıkan isi, suyla ve bitki zamklarıyla karıştırarak mürekkebi buldular. Ardından da toprakta bulunan boyar maddeleri ekleyerek çeşitli renklerde mürekkebi elde ettiler. Ortaçağ'da basımcılıkta ise yağla elde edilen mürekkep kullanıldı. 3. Oymacılık tekniği: Oymacılık tekniği de basımda önemlidir. Zira ilk baskılarda harfler oyularak elde ediliyordu. Çok eski zamanlardan beri Çinliler oymacılığı bilmekteydiler.

İlk basım tekniğini Çinliler geliştirmişlerdir. Çinliler M.S. VIII. yüzyılda düz tahta blokların kullanıldığı tahta kalıplı baskıcılık sanatını (ksilografi) kullanmışlardır. Bu teknikte, önce tüm bir sayfanın metni tahta bloklar üzerine oyuluyor ve sonra da elde edilen kabartma harflere mürekkep sürülüyordu. Bu işlem kâğıt sayfalara baskı yapılarak sürdürülüyordu. Hatta bu yöntemle Çinliler kimi dinsel metinleri basmışlardır. Bu yöntemle basımı yapılan en eski yapıtlar arasında 760-770 yılları arasında basılan Budacı büyülerine ilişkin yazılar ve 932 yılından başlayarak 130 cilt halinde basılan Çin klasik yapıtları koleksiyonu sayılabilir. Birkaç yüzyıldan beri kâğıt yapımcılığını, mürekkebin temel formülünü ve çok eski çağlardan beri oymacılık sanatını bilen Çinliler basımcılığı deneysel çalışmalar sonucunda bulmuşladır.

Çinlilerin kâğıt yapma tekniği Avrupa'ya VIII. yüzyılda ulaşmış, ancak kâğıt Avrupa'da ilk kez XII. yüzyıldan sonra üretilmiştir. VIII. yüzyılda Müslümanlar Semerkand'a gittiklerinde beraberlerinde sır olarak saklanan kâğıt yapma tekniğini de getirmişler ve Avrupa bu tekniği Endülüslü Müslümanlardan öğrenmiştir. Ksilografi yöntemi ise, Avrupa'da XIV. yüzyılda parşömenden 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 (1394-1468) 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 bir oyuk iz açıyordu. Bu, 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 olmasının 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.

Matbaanın bulunması, aynı dönemlerde, gravür sanatının da bulunması ile zenginleşmiştir. Ağaç ve bakır levha oymacılığı, grafik alanında, matbaanın yazı alanında yaptığı katkının tam olarak aynısını yapmıştır. Sanat ürünleri yaygınlaşmaya ve standartlaşmaya başlamıştır. Bu iki buluş yani, baskı

ve gravür, bilginin gelişiminde çok büyük önem taşımaktadır. Baskı, matematiksel ve astronomik tabloların, gravür ise bitkilerin, hayvanların, anatomik ya da cerrahî detayların, kimyasal araçların kitaplara resim olarak girmesine olanak sağlamıştır. Böylece Rönesans buluşlar açısından olduğu kadar, bilgi stoklama ve ansiklopedi oluşturma açısından da gösterişli bir çağ olmuştur. Her bir bilgi kırıntısını, artık sonsuza dek saklamak olanaklı olmuş, kelimeler ve görüntüler ölümsüzleştirilmiştir.

Leonardo da Vinci

1452 yılında gayri meşru bir çocuk olarak dünyaya gelen Leonardo da Vinci, İtalyan Rönesans'ını canlandıran, Rönesans'ın simgesi olan bir kişi olarak karşımıza çıkar. 1465 yılında babası Leonardo'yu Andrea del Verrocchio'nun (1435-1488) evine yerleştirdi.



Resim 87: Leonardo da Vinci

Verrocchio kuyumcu olarak yetişmişti; aynı zamanda bir ressam ve heykeltıraştı. Mimarlık için geometri de öğrenmişti. Bir marangoz ve bir bronz dökümcüsüydü, bazen mekanikle de uğraşırdı. Leonardo, Verrocchio'nun stüdyosunda sadece sanat eğitimi değil, aynı zamanda bilimsel ve serbest düşünme için de gerekli eğitimi alabilirdi.

Leonardo aşağı yukarı on sene Verrocchio'nun evinde ve stüdyosunda kaldı. Leonardo'nun hemen hemen tüm eğitimini aldığı yer burasıdır. Ayrıca, Leonardo'nun bu eski ustayla arkadaşlığı, birbirlerini etkileyecek kadar uzun ve özeldi. Bu nedenle, Leonardo'nun erken dönemli tablolarında Verrocchio'nun etkileri görülmekle birlikte, Verrocchio'nun çalışmalarında da Leonardo'nun etkilerini görmek mümkündür.

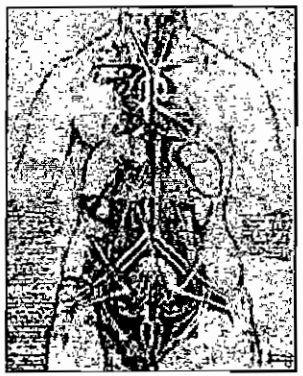


Resim 88: Mona Lisa

Leonardo, ilk otuz yılını Floransa'da geçirdi. 1472'de, Floransalı ressamların oluşturduğu Compani di San Luca'ya usta olarak kabul edilmesine karşın, Verrocchio ile birlikte çalışmaya devam etti. 1476'ya kadar Verrocchio ile beraber yaşadı. Milano dükü Lodovico Sforza'nın hizmetine girdiği yıl olan 1482/83 yılına kadar, Verrocchio'nun evinde olmasa da, Floransa'da kaldı.

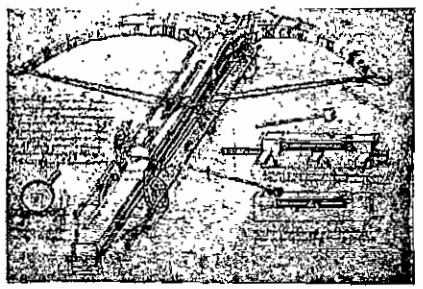
İlk çalışmaları çizim ve heykele ilişkin gibi görünmesine karşın, Leonardo resim de yapmaya başladı. Kâhin Kralların Tapınması bu dönemin bir ürünüdür. Aynı dönemlerde Leonardo, mühendislik problemlerini de düşünmeye başladı.

1448'lerde Lodovico Sforza'ya bir mektup gönderdi. Leonardo Milano dükünün pratik bir adam olduğunu biliyordu. Dük sanatçıları himayesi altına alabilirdi. Fakat dükün, özellikle savaş için, mühendis ve teknisyenlere ihtiyacı vardı. Bu yüzden bu mektubunda, köprülerin nasıl inşa edileceğine ve düşmana ait köprülerin nasıl imha edileceğine ilişkin bilgilere, merdivenlere, top ve diğer savaş araçlarına, kuşatma ve hendek açma metotlarına, vs'ye yer verdi. Teklifi kabul edildi ve 1483'den itibaren Lodovico il Moro'dan ücret almaya başladı. Leonardo'nun düke karşı olan asıl görevi, barış ve savaş zamanlarında bir mühendis olarak çalışmaktı. Burada boş zamanlarında sanatsal ve bilimsel problemleri denemeye ve tasarlamaya devam etti. Francesco Sforza'nın bir heykelini yapmayı düşündü. Fakat ne bu atlı heykeli ne de bir başkasını yapmayı başardı. Kayalıklar Bakiresi ve Son Akşam Yemeği Milano dönemine (1483-1499) aittir. Ancak Fransızlara karşı bir birliğe katılan Lodovico'nun XII. Louis tarafından bozguna uğratılması (1499) ve hapsedilmesiyle Leonardo ve arkadaşı Luca Pacioli (1450-1520) kaçtılar ve Venedik'e sığındılar.



Resim 89: Leonardo'nun Kadın Vücuduna İlişkin Çizimlerinden Birisi

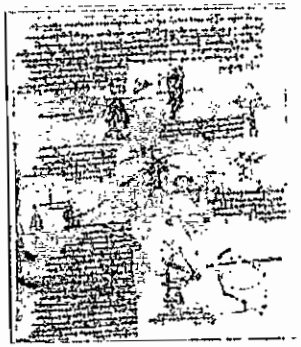
İtalya'da bir şehirden diğerine aylak aylak dolaştığı bu yıllar Leonardo'nun yaşamının son dönemidir. Bu dönemde bir sanatkâr, bir mühendis, hatta bir bilim adamı ve bir bilge olarak pek çok şehri dolaştı. Bu avare yılların en verimli dönemi, Milano'da bulunduğu sıralardır. Lodovico ile başladığı kanalların kazılmasına, Fransızların yönetimi altında devam etti. Fakat zamanının çoğunu sanata ve özellikle resme ayırdı. Milano Okulu'nda ustalığa kabul edildi (Leonardo Okulu). Leda ve Vaftizci Yahya bu dönemin ürünüdür. Ancak Leonardo, bilimsel araştırmalar yapmayı da ihmal etmiyordu. Ana-



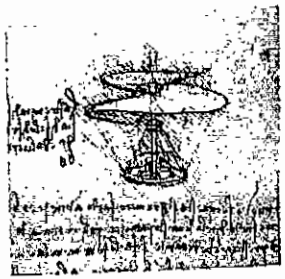
Resim 90: Dev Tatar Yayı

tomiye ilişkin disseksiyonlarının ve çizimlerinin pek çoğunu bundan sonra yapmış olmalıdır. Bu çalışmaları sırasında, anatomist Marcantonio della Torre'den (1478-1511) yardım aldı. Aynı zamanda, Luca Pacioli ile bazı matematik problemlerini tartışıyordu; belki de Luca Pacioli'ye, kutsal orana ilişkin kitabı için örnekleri veren kişi Leonardo'dur.

Bu sıralarda Giuliano de Medici'nin himayesine girdi ve öğrencisi Francesco Melzi (yaklaşık 1492-1570) ile Roma'ya gitti. 1513 yılının sonlarına doğru Kutsal Şehir'e ulaştılar. Leonardo Vatikan'a, çeşitli deneyler yapmak üzere davet edilmişti. 1516/1517 yılının başlarında Leonardo ve genç Francesco, Roma'yı terk ettiler. Daha sonra I. Francis, yaşlı sanatçıya maaş bağlamayı ve kendi ikametgâhı olan Amboise yakınlarındaki Cloux kalesine yerleşmesini teklif etti. Leonardo hayatının son yıllarını burada geçirdi. Hala çok faaldi; Rhone'a bağlanan bir kanal tasarlıyordu; anatomik çizimlerini ve üç resmini, Vaftizci Yahya, Azize Anna ile Meryem Ana ve Çocuk ve bir hanımefendinin portresini Francesco ile tamamladı.



Resim 91: Leonardo'nun Paraşüt Çizimleri

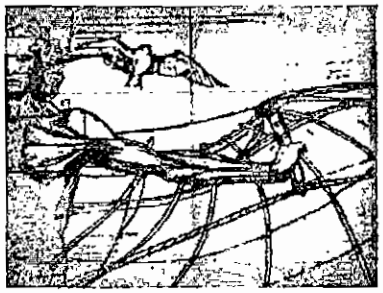


Resim 92: Leonardo'nun Helikopter Tasarımı

23 Eylül 1519'da, Leonardo, vasiyetnamesini yazdırmak üzere bir noter çağırdı ve bütün hazinesi olan elyazmalarını Francesco Melzi'ye bıraktı. Kısa bir süre sonra da, 1519 Mayıs'ının ikinci gününde hayatını kaybetti.

Leonardo'nun ilgilerinden biri resim, diğeri de makineler, yani çeşitli araçların icadıdır. Aynı zamanda optik, perspektif, ışık ve gölge, renkler teorisi ve estetikle ilgilenmiştir.

Leonardo, aletlere her zaman düşkündü. Makinelere olan gereksinimin ve makinelerin açtığı muazzam olanakların farkındaydı. Çocukluğundan beri, kanalları ve su gücünü düşlemişti. Hava gücünden, sadece rüzgâr değirmenleri için değil, kuşların kullandığı biçimde de yararlanılabilirdi. Konuyu bir deneyci, bir mühendis gibi ele aldı. Leonardo kuşların kanatlarının uyumunu, esnekliğini, değişik çeşitte pek çok tüyü, uçmak, süzülmek, denge sağlamak, yere inmek ve rüzgâra karşı korunmak için kullanılan kuyrukları dikkatlice gözlemledi. Böylesi karmaşık ve doğru gözlemler, on dokuzuncu yüzyıla kadar tekrarlanmamıştır. Leonardo havacılığın öncüllerinden biridir.



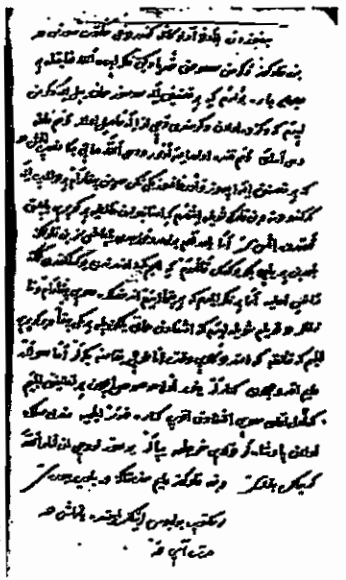
Resim 93: Kanat Eskizleri

Leonardo bir mucit olarak çalışmasına karşın çizimlerini yayınlamamış ve anlaşıldığına göre, hiç bir zaman bunları yayımlamak istememiştir. İcatlarını olabildiği kadar dikkatli bir biçimde ele aldığında tatmin oluyordu ve sonra dosyayı kapatıyordu. Projelerinin büyük çoğunluğu elimize ulaşmıştır. Ancak Leonardo'nun tuttuğu notlar kısaltmalar şeklindedir ve hemen hemen tümü de ters yazı şeklinde (ayna yazısı) yazılmıştır.

Cenevizli Leonardo adlı kafirin mektubunun sureti

Ben kulunuz, şimdiye değin değirmen hususunu düşündüm, Allah'ın yardımıyla bir şekilde çare buldum. Bir düzenek ile susuz ve yalnızca yel ile çalışan bir değirmen yapayım ki, su ile çalışanından daha az masraflı olsun. Ayrıca hem halka daha kolay olsun ve hem de her yerde kurulabilsin. Allah-u Teala bana ipsiz ve urgansız geminin suyunu kendi kendine dönen bir dolap (su çarkı) ile boşaltmak tertibini yapmayı nasip etmiştir.

Ben kulunuz şöyle bir şey daha işittim: İstanbul'dan Galata'ya bir köprü yaptırmak niyetindeymişsiniz. Ama bilir kişi bulunmadığından yaptıramamışsınız. Bu hakir kulunuz bilir. Hiç kimsenin üzerinden geçmeye râzı olmadığı bir yapıyı çok yükseğe kaldıracak bir şey düşündüm. Bir çıkma yapayım ki, ondan sonra suyu çıkarayım ve kazıklar koyayım, altından yelkenli ile bir gemi geçebilsin. Bir köprü yapayım ki istedikleri zaman gemiler Anadolu yakasına geçebilsinler. Ancak sular sürekli aktığı için kenarları zedelenir. Bu husus için, akan suyun aşağıdan akıp kenara zarar vermeyeceği bir düzenek tasarladım. Senden sonra olan padişahlar kolayca yapabilsinler. Bu sözlerimi inşallah gerçek kabul edip, ben kulunuzu daima hizmetinizde bilip buyurasınız. Bu mektup Temmuz ayının üçünde yazılmıştır; dört aydır.



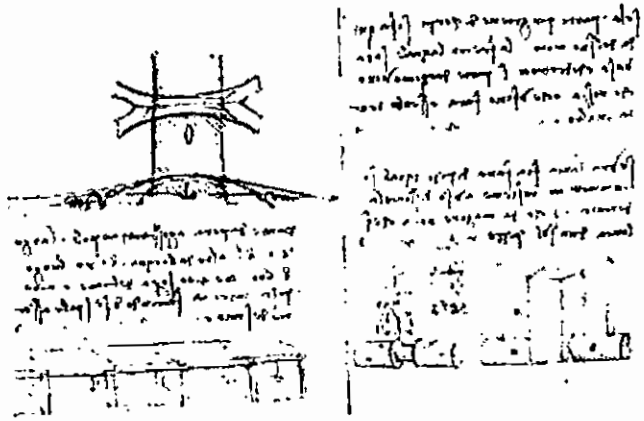
Resim 94: Leonardo'nun II. Beyazıt'a Yazdığı Mektubun Aslı ve Çevirisi

1482-1500 yılları arasındaki Milano'daki geçirdiği dönemde Leonardo, mühendislik alanında art arda buluşlar yapıyordu. Bunlardan bazılarını 1503 yılında Osmanlı Sultanı II. Beyazıt'a yazdığı bir mektupta açıkladı. 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'nun aletleri bilim tarihçilerini etkilemiş olmasına rağmen, Leonardo'nun anatomi alanındaki uzun ve sabırlı çalışması çok daha etkileyicidir. Leonardo'nun bu alandaki özgünlüğünü anlayabilmek için bu çalışmalara uygun bir bakış açısıyla bakmalıyız. Sık sık, dinsel önyargılardan dolayı Ortaçağ'da anatominin ihmal edildiği tekrar tekrar söylenir. Anatomi tamamıyla ihmal edilmemiştir; zaman zaman diseksiyonlar, hatta bazen insan diseksiyonları bile yapılmıştır. Fakat bu diseksiyonlar çok az sayıdadır; ancak bunlar üzerinde ne yeterli şekilde uygulama yapılabilmiş ve ne de bu çalışmalar için yeterli düşünce özgürlüğü yaratılabilmiştir. Ortaçağ anatomistlerinin engelleri dinî engellerden çok skolâstik engellerdi.

Sonunda anatomi, önyargılardan sıyrılmış iyi gözlemciler tarafından yenilendi. Bunlardan ikisi, yarım yüzyıl içerisinde birbirlerini izlemişlerdir; ilki Leonardo da Vinci, ikincisi ise, Leonardo'nun ölümünden birkaç yıl sonra doğmuş olan Andreas Vesalius'tur. Ancak Leonardo çok iyi diseksiyonlar yapmasına karşın anatomi konusunda hiç bir şey yayınlamamıştır. Buna karşın bu çalışmalarını anatomik çizimlerinde son derece başarıyla kullanmıştır. Vesalius'un 1543'te basılan büyük kitabı ise modern anatominin temelini oluşturmuştur.

Leonardo'nun defterleri incelendikçe hakkında daha ayrıntılı bilgi sahibi olmaktadır. Büyük bir sanatçı ve mühendis olmasının yanında kuramsal bilgisinin de derinliğinden söz edilmektedir. Özellikle ressam olması ve perspektif bilgisine duyduğu gereksinim, onu optik konusuyla da ilgilenmeye sevk etmiştir. Leonardo'nun düzenlenen defterleri arasında yer alan *Manuscript C* kodlu çalışmasında, onun ışığın

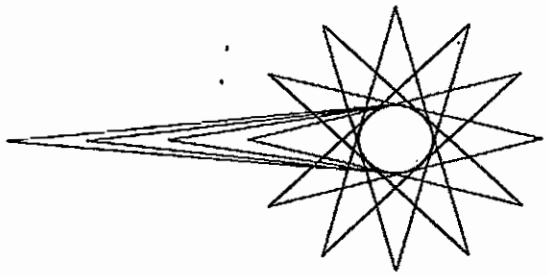


Resim 95: Leonardo'nun Haliç İçin Önerdiği Köprünün Eskizleri

Bu köprü birkaç yıl önce gösteri amaçlı olarak Oslo'da yapıldı.

doğasını dalga olarak kabul ettiği görülmektedir. Ancak kuşkusuz ki, burada XIX. yüzyılın sonlarında Thomas Young'ın açıkladığı anlamda bir ışık dalga modeli geliştirdiğini söylemek abartılı olur. Bununla birlikte, Leonardo'nun, bazı bakımlardan, kesinlikle Christian Huygens'ten daha ileride olduğu da çok açıktır. Çünkü Huygens, titreşimin neden olduğu enine dalgalardan hiç söz etmemiştir. Tam anlamıyla enine dalga gibi bir terim kullanmamasına karşın, Leonardo suya atılan taşların yarattığı dalgacıklara ilişkin analojik açıklamasında, kesinlikle enine dalgaları betimlemiştir.

Leonardo, aynı zamanda çağının bütünsel açıklamayı hedefleyen genel anlayışı bağlamında giderek, sadece suyun değil, sesin ve ışık ışınlarının da dalga biçiminde yayıldığı düşüncesini geliştirmiştir. Burada özellikle vurgulanması gereken nokta, Leonardo'nun Huygens'ten çok daha önceden ışığın doğasının dalga nitelikli olabileceğini tasarlamış olmasıdır.



Şekil 50: Leonardo'ya Göre Küresel Bir Nesnenin Çevresinde Oluşan Yayılım Piramitleri

Bununla birlikte, her şeyden önce Leonardo'nun bir Rönesans bilgini olması ve bunun getirdiği eski ve yeni arasındaki kalmışlığın da çalışmalarına yansıdığı görülmektedir. 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.

Leonardo benzer şekilde ışığın hızının sonsuz olduğunu savunan düşünceyi de reddetmiş, aksine, sonlu bir hızla yayıldığını savunmuştur. Leonardo, bu kabulünü ilginç bir biçimde ışığın kaynağı ve yayılımını göz önüne alan ve yine bütünsel bir açıklama bağlamında ileri sürmekte ve sonlu bir hızla yayılan ışık ışınlarının kaynağının da göz değil, nesne olduğunu doğru bir biçimde ifade etmektedir.

Leonardo'ya göre, nesneler kendilerini sarmalayan saydam ortam içerisinde bütün yönlere kendi biçimlerini taşıyan ışınsal yayılım göndermektedir. Bu ışınlar doğrusal çizgiler boyunca yayılırken birbirlerine yaklaşmaktadırlar ve böylece tabanı nesnede, tepesi ise ortam içerisindeki bir noktada bulunan piramitler oluşmaktadır (Şekil 50).

Işığın doğasını anlamak için prizmadan geçiren Leonardo'nun üzerinde durduğu bir diğer konu da kırılmadır. Ancak bu konuda yaptığı açıklamalardan, onun da öncüleri gibi konuyu sadece gözlemlemekle yetindiği ve matematiksel bakımdan ele almadığı dikkat çekmektedir.

Georgius Agricola (Georg Bauer)

Rönesans'ın en önemli özelliklerinden birisi suyun madencilik ve döküm işlerinde daha sıkça kullanılmasıdır. Maden işletmeciliği ve dökümcülük, Paris ve Milan gibi birçok yerde iş olanakları yaratmıştır. Dökümhanelerde işçiler belli bir sıraya göre malzemeyi işlemekteydiler. Malzeme yumuşakken işleniyor ve sonra fırına kurumaya bırakılıyordu. XVI. yüzyılda bu çalışmalarda karşılaşılan zorluklar Agricola (1494-1555) tarafından incelenmiştir. Ancak XVI. yüzyılın ortalarından itibaren madencilik ve dökümhane işleri düşüşe geçmiştir. Bunun bir sebebi, yeni keşfedilen Amerika kıtasında bulunan metaller ve ticaret yollarının değişmesidir. Bu durumdan özellikle Almanya ve İtalya oldukça fazla etkilenmişlerdir.



Resim 96: Georgius Agricola



Resim 97: *De re Metallica*

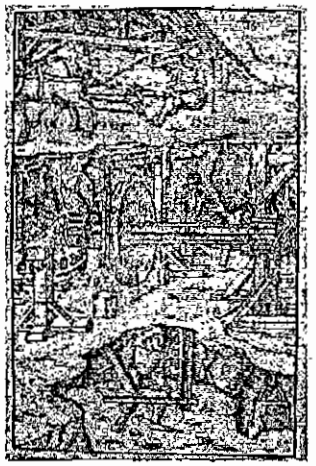
XIV. yüzyıldan itibaren XV. ve XVI. yüzyıllarda madencilik çok ileri idi. Ancak maden kuyuları derinleştikçe biriken sular sorun çıkarmaktaydı. Bu biriken sular çeşitli yöntemlerle dışarı atılıyordu. Ancak yine de başarılı olunamıyordu. Agricola madencilikle ilgili bu bilgileri ayrıntılı olarak vermesiyle tanınır.

İyi bir hekim olan Agricola kimya ve tıp eğitimi almıştır. Boş zamanlarını madenleri iyi bilen bir demir fabrikası kâtibi ile geçirmiş ve ondan madenler ve ocaklar hakkında önemli bilgiler öğrenmiştir. 1556 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. O dönemde bazı insanlar maden cevherlerinin Tanrı tarafından insanlarca rahatsız edilmemesi için toprağın derinliklerine gömüldüğüne inanılıyordu. Oysa Agricola'ya göre bunda metallerin suçu yoktur. Suç metalleri tahrip etme amacıyla kullanan insanlardadır.

Agricola, madene uzun ağaç borularla temiz havanın nasıl verilmesi gerektiği anlatır. Temiz hava madencilerin boğulmalarını önler. Borular madenin en altına kadar iner ve üst ucu da rüzgârın esiş yönüne göre konumunu değiştirir. Agricola madene temiz hava verilmesi ile ilgili olarak şöyle söyler; "Önce sıhhati, sonra kârı düşünmek gerekir!"

Madenlerdeki su boşaltma tertibatında bazı zorluklar bulunmaktaydı. Agricola'nın söylediğine göre, su madenden ya çekiliyor ya da boşaltılıyordu. Su tulumbalar yardımıyla çekiliyordu. Boşaltma da kovalarla yapılıyordu. Kovalar kuyuya indiriliyor ve suyla dolana kadar çıkrıkla çekiliyordu. Ancak suyun daha çok bastığı ocaklarda ise su dolapları (çarklar) 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. Bunlar içi oyulmuş ağaç gövdeleriydi. Genelde kayın ağacı kullanılıyordu. 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. Ancak her tulumba için ayrı bir çark kurmak gerektiğinden çok derinlere inildiğinde daha fazla çarka ihtiyaç duyuluyordu. Bu da daha fazla insan ve hayvan gücü demekti ve masrafı arttırıyordu. Madenlerin suyla olan bu savaşı kazanması daha güçlü pompaların yapılmasına bağlıydı. Bu da buhar gücünün kullanılmasını gerekli kılmıştır. Buhar gücünün kullanımı ise ancak XVII. ve XVIII. yüzyıllarda gerçekleşmiştir.



Resim 98: *De re Metallica'dan*