

Bilimsel Devrim Yüzyılına Girerken



Doğada meydana gelen oluş ve bozulmaları anlamaya, açıklamaya ve anlamlandırmaya çalışan insan Antik Çağlardan bu yana, değişen dünyada değişmeyi, kalıcı olanı bulmayı yüksek bir amaç olarak görmüştür. Felsefe tarihinde theoria adı verilen bu etkinlik biçimi, Antik Grek düşüncesine bugün çok iyi bildiğimiz önemli başarısını getirirken, bir yandan da bilim denilen etkinliğin sağlam temellerinin atılmasını sağlamıştır.

Olup biteni gözlemleyerek, her değişim durumunda değişmeden kalanı bulmak düşüncesi ve bu düşünceye dayalı olarak gelişen bilim anlayışı 16. yüzyıldan itibaren ortaya çıkan yeni yaklaşımlarla değişmeye başlamış, 18. yüzyılda devrimsel bir dönüşüm uğramıştır. Batılıların Kopernik Devrimi diye adlandırdığı değişimle başlayan bilimsel devrim süreci, aslında bilimsel olmaktan çok, düşünsel anlamı yüksek olan bir değişimdi ve Mikolaj Kopernik'in (1473-1543) Gökkürelerinin Döngüsel Devinimi adlı kitabının yayımlandığı 1543 yılını başlangıç kabul ediyordu. Bu yüzden bilimsel devrimi ani ve keskin bir değişim olarak değil, süreç içinde tamamlanmış köklü bir değişim olarak anlamak gerekir. Kopernik'in başlattığı değişim Tycho Brahe (1546-1601), Johannes Kepler (1571-1630), Galileo Galilei (1564-1642) ve Isaac Newton (1642-1727) tarafından tamamlanmıştır. Bununla birlikte süreci doğrudan etkileyen bilim dışı bir dizi gelişme de olmuştur ve bilimsel devrimin doğasını anlamak için bu gelişmeleri de bilmek gerekir.

Bilimsel Devrim Nitelendirmesi Üzerine

Öncelikle şu soruyu sormakta yarar var: Bilim adı verilen entelektüel etkinlik çok eskiden beri yapılageldiğine göre, bilimsel devrim diyerek ne kastediliyor? Tarihsel veriler ışığında bilimin gelişimi irdelendiğinde bilimsel devrim kavramlaştırmasının iki anlamda kullanıldığı görülür:

Birincisi, 17. ve 18. yüzyıllara gelinceye kadar, tarihin hiçbir döneminde bu ölçülerde yeni ve kalıcı bir değişim, gelişme ve ilerleme sağlayan kuramsal bir atılımın yapılamamış olmasıdır. Bu dönemde Locke, Descartes, Galileo ve Newton gibi bilim ve düşün insanları gelecek iki yüzyıllık dönemde gerçekleşen her türlü bilimsel gelişmeyi etkileyecek ve yönlendirecek kuramlar geliştirmiştir. Bu bakımdan gerçekten bir devrim söz konusudur. İkincisi, çok eskiden beri etkinliklerini sürdüren matematik, astronomi, fizik, tıp gibi geleneksel bilim dallarının yanı sıra özellikle 18. yüzyıldan itibaren ilk kez sosyoloji, psikoloji, tarih ve davranış bilimleri gibi yepyeni disiplinlerin ortaya çıkmasıdır.

Bilimsel Devrimin Düşünsel Arkaplanı

Bilimsel devrim belirlemesi daha çok bilimde ortaya çıkan büyük yeniliği betimlemek için kullanılmakla birlikte, aslında bilimin dışında felsefe, sanat ve din alanlarında da ciddi yenileşmeler başlamıştı. Batılıların Rönesans adını verdiği yenileşmeler ışığında başta bilginin tanımı olmak üzere insana, doğaya, sanata ve dine bakış yeniden biçimlendirildi. Sürecin etkili isimlerinden biri olan Francis Bacon (1561-1626), bu amaçla Great Instauration (Büyük Yenilenme) adlı bir program hazırladı ve uygulamaya nasıl konulması gerektiği konusunda da ünlü Novum Organum (Yeni Araç) adlı kitabını yazdı. John Locke (1632-1704) ampirizm (deneycilik) adı verilen yeni bir yaklaşım önerirken, René Descartes (1596-1650) karşıt bir düşünce ekolünü, rasyonalizmi (akılcılık) devreye soktu. Böylece bilimsel devrimi hazırlayan şu dört gelişme hızla hayata geçirilmiş oldu:

1. Yeni Çağ düşüncesinin temelini insan oluşturacaktır. Düşüncenin temelinde yer alan insan, her türlü bilme edimini duyuları ve akıyla gerçekleştirecektir. Dolayısıyla kendisinin deneyimlemediği, önceden kendisine sunulmuş doğrular olamaz. Eğer insan yapıp etmelerinden sorumlu olacaksa, özgür olmalıdır.

2. Yeni Çağ düşüncesinin temelinde yer alan insan, kendi kendine yeten irade sahibi bir varlıktır, bir öznedir. Subjektivizm (öznellik) adını alan bu akıma göre, insan özgür iradesiyle kendini inşa edebilir. Dolayısıyla eylemlerinden dolayı, Tanrı'ya değil kendisine ve diğer insanlara karşı sorumludur.

3. İçinde yer alınan evren, her unsurun diğeriyle mekanik olarak bağlantılı olduğu büyük bir makinedir. Mekanik ilişkide amaçlılık yoktur. Bütün ilişkiler mekanik kanunlara göre işlemektedir. Doğada olup biten her şey bütünsel bir nedensellikte birbirine bağlanmıştır ve kesiksiz, sürekli bir nedenler zinciri içinde yer alır.

4. Yeni Çağ aydını için otorite yoktur. Bir bilgi, isterse otoritelerce ileri sürülmüş olsun, yönetsel bir biçimde açık ve seçik olarak incelenip eleştirilip doğruluğu kanıtlanmadıkça kabul edilmez. Bu işlemde başvurulacak araç kıyas değil matematiktir. Çünkü bilgiye konu olan her şey sayı ve ölçüye dayanmaktadır. Bilgide esas olan ölçülebilir niteliklerdir.

Bu kurallar, ilkeler ışığında biçimlenen 18. yüzyıl artık bir özne olarak bilgi üretirken insanın otoritelere değil doğanın kendisine başvurması gerektiğine inanılan bir yüzyıldır ve bu süreçte önemli iki felsefi yaklaşımın belirleyici rolü vardır: Biri bütün bilgilerin kaynağının duyu ve deney olduğunu savunan deneycilik (ampirizm), diğeri ise akıl olduğunu savunan akılcılık (rasyonalizm).

Özellikle deneysel bilimin 16. yüzyıldan itibaren kazandığı önem ve kaydettiği başarıların bir sonucu olarak öne çıkan ve tüm bilgilerin deneyime ve duyu algısına dayandığını savunan deneycilik akılcılığa, doğuştanlığa (inneizm) ve önceden verilmiş her türlü bilgiyi savunan önselciliğe (apriorizm) karşıt bir görüştür. Hem bir kuram ve hem de bir yöntem olarak karşımıza çıkan deneycilik, bir kuram olarak, bilginin kaynağının deneyim olduğunu öne sürerken, yöntem olarak da bilgiye ulaşmak istiyorsak deneyimi kullanmanın ve deneysel araştırmanın önemli olduğunu vurgular, deney yoluyla veri toplamanın, verileri

değerlendirirken tümevarımla akıl yürütmenin gerektiğine işaret eder. Buna göre, bir kuram olarak deneycilik, bilginin tek kaynağının deney olduğunu, deneyden bağımsız bir bilgi olamayacağını savunur. Bu çerçevede, insan zihninin doğuştan boş bir levha (tabula rasa) olduğunu savunan deneyciliğe göre, insan doğduğunda bilgi yüklü olarak değil de boş fakat üzerine yazmaya izin veren bir kavrama ve anlama yetisiyle donatılmıştır. Başlangıçta boş olan levha, deneyimlerimizden gelen basit izlenimler ve basit izlenimlerin oluşturduğu kavramlarla (ide)

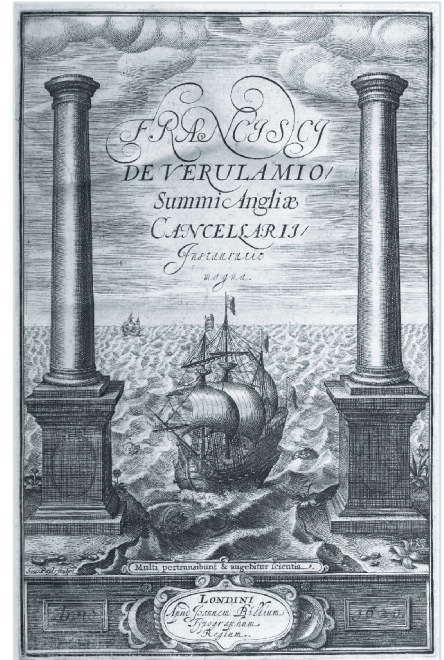


Francis Bacon

yavaş yavaş dolmaya başlar. Buna göre, insan deneyimlerine bağlı olarak zihnine izlenimlerini yazar, bu izlenimler daha sonra bellekte birtakım tasarımlar oluşturur ve bu tasarımları çeşitli şekillerde birleştirir ve işler. Bu şekilde karmaşık düşüncelere ulaşıldığını savunan deneyciliğe göre, zihinde duyularla algılanmamış hiçbir şey bulunmaz. Dolayısıyla hiçbir bilgi doğuştan gelmez, aksine deneyden ve deneyimden türetilir. Yani bilginin sınırı insanın algıları, yöntemi ise gözlem ve deneydir. Gözlem ve deneyden elde edilecek bilgiye ulaşmak için dayanılacak akıl yürütme biçimi ise sistemli tümevarımdır.

Deneyciliğe göre, dünya zorunlulukların değil düzenliliklerin bir arada tuttuğu durumlardan oluşan bir bütündür. Dolayısıyla bilim de salt olgular arasındaki bağıntıları inceleyip gözlemlenmiş düzenliliklere dayanarak öndeyide bulunur. Deneyin dışındaki bilgilerin gerçek

varlığın bilgisi olmadığını ileri süren bu görüş, metafiziğe karşı çıkar. Deneyciliğe göre matematik bilgiler de deneyin ürünüdür. Gözlem ve deneyin tekil verilerinden kalkarak, tümevarım genellemeler sonucu matematik bilgiler elde edilir. Öyleyse tüm bilgilerin kaynağı deneydir. Eğer tüm bilgilerimiz deneyden geliyorsa, aklın ilkeleri olarak bilinen özdeşlik, çelişmezlik ve üçüncü halin olanaksızlığı ilkesi de deneylerimiz sonucu öğrendiğimiz bilgilerden başka bir şey olamaz. Dolayısıyla zihnimizde doğuştan gelen hiçbir bilgi yoktur.

Francis Bacon'ın *Novum Organum* adlı kitabının kapak sayfası

Deneyciler için mutlak ve kesin bilgiye ulaşmak yerine daha güvenilir olan, olgulara dayanan ve kanıtlanabilir bilgiyi aramak daha mantıklıdır. Deneyciler, bilgi konusunda sağlam ve somut gerekçelere dayanmak ister. Bunun için bilginin deneyden geldiği konusunda ısrar ederler. Çünkü bir bilginin doğru olması ancak ve ancak olgusal olarak doğrulanmasına yani deney ile doğrudan veya dolaylı olarak tecrübe edilmesine bağlıdır.

Deneyciliğin bilgi kuramı "doğanın bir düzen içinde olduğu ve bu düzenin algıda da ortaya çıktığı" varsayımına dayanır. Dış dünyanın bilgisi, orada var olanların yapısında bulunan düzenliliğin algılanmasına bağlıdır. Eğer doğada ve dünyada düzenlilik olmasaydı bilgi elde edilemezdi. Bu düzenlilik sayesinde, insan bir deneyimini bir önceki veya sonraki deneyimiyle destekler ve öndeyilerde bulunabilir.

Bugüne kadar Güneş'in her gün doğup batmasına dayanarak, yarın da doğup batacağı öngörülebilir. Düzenlilik ilkesi, benzerlik ilkesiyle birlikte işler. İnsan benzer deneyimlerinden yola çıkarak genellemelere gidebilir. Isıtılan her metalin genleştiği deneyimine dayanarak, ısıtılan bütün metallerin genleşeceği sonucu bu şekilde çıkarılmaktadır. Tüm bu deneyimler ise doğada nedensellik adı verilen bir ilkenin geçerli olduğunu gösterir.

Yeni Çağ'ın düşüncesini oluşturan ikinci felsefe akımı olan akılcılık ise evreni bir bütün olarak düşünce yoluyla yorumlamayı, bireysel ve toplumsal yaşamı aklın ilkelerine göre düzenlemeyi amaçlar; duyardan edinilen bilgiyi değil akıl yoluyla kazanılan bilgiyi değerli bulur. Bu nedenle akılcılığın ideal bilim örneği matematiktir. Deneyciliğe karşı bir öğreti olarak akılcılık, duyu algısından önce ilk ve temel bilgi kaynağı olarak akli ön plana çıkarır ve insanların soyut bir biçimde akıl yürüterek evren hakkında temel ve reddedilemez kesin yanıtlara ulaşabileceğini öne sürer. İnsan aklında, deneyden bağımsız olarak ve deneysel yöntem kullanılmadan doğuştan gelen bilgiler bulunduğunu, daha da önemlisi bu bilgilerin gerçeklikle uyduğunu savunur. Akılcılık, aynı çerçevede, bilginin tek gerçek kaynağının akıl olduğunu, bilimin de temelde akıl yoluyla oluşturulmuş olan tüm dengelim akıl yürütmeye dayanan bir sistem olduğunu benimser. Akılcılığa göre her konuya uygulanabilir olan, tüm dengelime dayalı, mantıksal ve matematiksel yani rasyonel bir yöntem vardır ve bu yöntem her konuda uygun ve doyurucu açıklamalar sağlar. Bu bağlamda evrenin mantıksal ya da akla uygun bir biçimde düzenlenmiş bir sistem olduğunu, mantığa mutlak olarak hâkim olduğunda evrendeki her şeyin mantığın ilkelerinden veya yasalarından çıkarılabileceğini öne sürer. Kısaca akılcılığa göre, aklımız bazı ilkeler ve bilgilerle donatılmıştır.

Deneylerimizin temelindeki duyardan ne kadar güvenilir olduğunu soran akılcılar, duyardan bazen yanıltıcı olduğunu savunarak duyu ve deney bilgisine kuşkucu bir tavırla yaklaşır. Akılcılara göre duyardan kesin, doğru ve evrensel bilginin kaynağı olamaz; çünkü duyardan değişen şeylerin bilgisidir. Tüm nesnel değişim halindedir. Değişmez bilgi ancak değişmez, durağan ve sabit olan varlığın bilgisidir. Böyle bilgilerin kaynağı akıldır. O halde, akıl doğruların kaynağıdır.

Akılcılığın tasavvur ettiği dünya insan aklından kusursuz iş gördüğü bir alan olan matematiksel bir dünyadır, buradaki her türlü bilgi sayı ve ölçüden başka bir anlama gelmez. Başka bir deyişle bir şeyi bildiğimizi söylediğimizde, aslında kast ettiğimiz o şeydeki ölçüdür. Bu yaklaşımın en güzel örneği Descartes'in analitik geometriyi kurduktan sonra gerçekleştirdiği bilimsel yaklaşımdır.

Dünyanın Matematiksel Tasavvuru

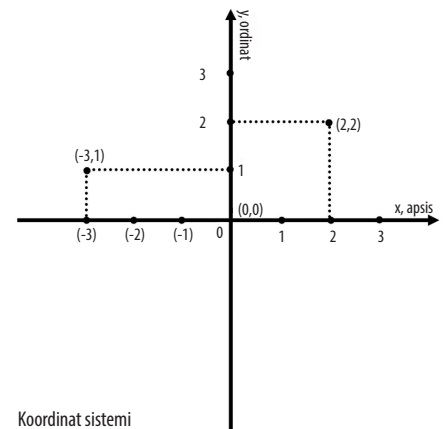
Descartes, esası cebirsel bir ifadeyi geometrik bir ifadeyle veya geometrik bir ifadeyi cebirsel bir ifadeyle açıklayabilmeye dayanan yeni bir yöntem geliştirerek cebir işlemlerini geometriye uyguladı, analitik geometriyi kurdu. Böylece geometri cebir işlemleri sırasında gereksiz şekil kullanımından kurtarıldı, cebir işlemlerine geometrik yorumlarla anlam kazandırıldı ve koordinat sistemi gelişti. Koordinat sisteminde bir noktanın konumunu belirlemek için gereken eksenler olan ox ve oy doğruları, o noktada birbirlerini dik olarak keser. Böylece bir noktanın konumu x eksenini ve y eksenini üzerinde çizilen doğrular ile belirlenir ve (x, y) biçiminde gösterilir.

Analitik geometrinin geliştirilmesi, geometri ile cebir arasında bir ilişki olduğunu kanıtladı. Descartes ulaştığı bu büyük başarının etkisiyle şu soruyu sordu: Geometri ile cebir arasındaki paralellik, geometri ile fizik arasında da kurulabilir mi? Descartes'in konuya ilişkin geliştirdiği tartışma şöyledir: Fizik, nesnelere ve nesnelere hareketini inceler. Nesnelere öze ilişkin niteliği yayılımdır (yer kaplama). Yayılım olmazsa nesne de olmaz. Yayılım geometrik bir nitelik; en, boy, derinlik anlamına gelir. Hareket ise geometrik niteliklere sahip olan bir nesnenin süre içinde yol alması demektir. Süre ölçülebilir, yol ölçülebilir. Öyleyse cebir ile geometri arasındaki karşılıklık, geometri ile fizik arasında da var demektir. Şu halde fizik geometrik niteliklere indirgenebilir. Bu da matematiğin fizik bilimine uygulanabileceğini gösterir. Ayrıca sadece fizikte değil, bütün bilimlerde bir şeyi bilmek demek, ondaki sıra ve ölçüyü bilmek demektir. Bunun yıldızlarda, harekette veya seste saptanması bir fark yaratmaz. Şu halde hepsini aynı yöntemle incelemek olanaklıdır. O da matematiktir. Demek ki matematik ile doğanın gizlerini çözmek olanaklı olacaktır.

Descartes'in bu anlayışı aynı zamanda bilim sınırlarını çizmek anlamı da taşır. Bundan böyle bilim yalnızca olguların ölçülebilir boyutları hakkında bilgi üretmek olarak anlaşılacaktır. Bilimin konusu olguların birincil nitelikleri hakkındaki önermelerle sınırlandırılmıştır. Birincil nitelikler olguların veya nesnelere bireyden bireye değişmeyen, ancak bir ölçüye göre değişen nesnel özellikleridir. Bundan dolayı bilimin üreteceği bilgiler de nesnel olacaktır. Bilimin nicelikleşmesinde önemli bir adım olmakla birlikte, Descartes'in bu tutumunda gösterdiği katılık, fiziği bütünüyle geometriye indirgemek anlamına geldiği için kabul görmemiş, gerçek anlamda niceliksel fiziği daha sonra Newton kurmayı başarmıştır.

Dünyanın Mekanik Olarak Kavranması

Matematiğin bilimsel çalışmalarda merkezi bir konuma çekilmesinin yanı sıra bu dönemde öne çıkan başka bir gelişme de ortaya çıkan her tür değişimin mekanik yaklaşımla açıklanmaya çalışılmasıdır. Mekanikçi görüş olarak düşünce tarihine geçen bu anlayışın esasını, her tür değişimin fiziksel etki sonucunda gerçekleştiğinin kabul edilmesi oluşturur. 17. yüzyıl öncesi dönemde yaygın düşünce anlayışına göre her şeyde bir canlılık vardı. Bu yaklaşım sonucunda sihir ve büyü beklenmedik ölçüde ön plana çıktı. Uzakta olan bir şeye veya insana sihir ve büyü yoluyla zarar verilebileceği, etkide bulunulabileceği düşüncesi yaygınlaştı. Düşünce tarihine Hermetik anlayış olarak geçen bu yaklaşımın, bireyleri gözlem ve deneyin sağladığı verilerden uzaklaştıracağı ve aklın ışığını karartacağı açıktır. Bu da bilimsel zihniyetin terk edilmesi ve bilimsel tutumun yok olması demektir.



Koordinat sistemi

Çağının sorunlarını derinden kavramış olan Descartes, mekanik evren anlayışını geliştirdi.

Descartes'a göre evren madde ile doludur. Bu yüzden "her tür maddeden yoksun" olmak anlamına gelen boşluk yoktur. Duyulara etki eden katılık, ağırlık, renk gibi her tür nitelik hareketleri, büyüklükleri ve biçimleri farklı olan madde parçalarının çeşitliliğinden kaynaklanır. Boşluk olmadığı için hareket basit bir yer değiştirmeden ibarettir. Başka bir deyişle, dünyadaki birbirleriyle ilişkili bütün nesnelere biri diğeriyle yer değiştirerek hareket eder. Bu hareket biçimine vorteks (girdap) adını veren Descartes'a göre, bir nesne kendisini iten bir nesneye yerini bırakınca, başka bir nesnenin yerine geçer, o nesne de yine başka bir nesnenin yerini alır ve böylece bu süreç sonuncu nesneye kadar sürer. Sonuncu nesne aynı zamanda birinci nesnenin yerini doldurur. Kısacası her şey mekanik ilkelere göre hareket eder. Dolayısıyla uzaktan etki diye bir şey söz konusu olamaz. Eğer bir nesneye zarar vermek isteniyorsa ona fiziksel olarak etkide bulunmak gerekir; sihirle, büyüyle nesneye zarar verilemez.

Descartes bu düşüncelerine dayanarak üç hareket kanunu geliştirdi:

Bilimsel devrim birçok sonucuyla insanların yaşamını doğrudan etkiledi.

1. Her şey, başka bir şey onu etkilemediği sürece, bulunduğu durumda kalır. Bugün eylemsizlik ilkesi adı verilen bu belirlemesini doğanın birinci yasası olarak tanımlayan Descartes "doğa yasalarına göre, hareket halinde olan nesnelere, hareketleri başka nesnelere tarafından durduruluncaya değin hareketlerini sürdürür" der.

2. Hareket etmekte olan her nesne hareketine bir doğru boyunca devam etmeye çalışır. Doğanın ikinci yasası olduğunu belirttiği bu ilke ile Descartes, eylemsizlik hareketinin de doğrusal bir hareket olduğunu ileri sürmüştür.

Descartes üçüncü doğa yasasını ise iki kısım halinde formüle etmiştir:

3 a. Hareket halindeki bir nesne hareketini sürdüreceği güce sahipse, harekete karşı koyma gücü daha fazla olan ikinci bir nesneyle çarpıştığında hareketinden bir şey kaybetmeksizin yön değiştirir.

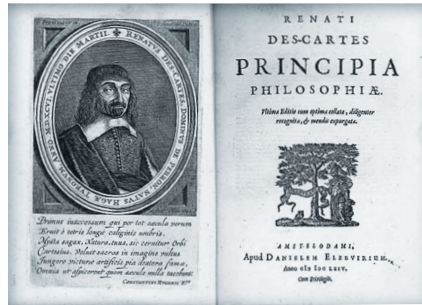
3 b. Eğer ilk nesnenin karşı koyma gücü ikinci nesninkinden daha fazlaysa, ilk nesne ikinci nesneye verdiği güç kadar kendi gücünden kaybeder ve ikinci nesneyi de beraberinde sürükler.

Bu anlatılanlardan Descartes'ın doğal süreçlerin madde ve harekete dayanan mekanik modeller yardımıyla açıklanabileceğini savunduğu anlaşılıyor. Descartes bu düşüncelerden yola çıkarak, Kopernik'in ortaya koyduğu yeni

evren modelinin yol açtığı sorunları çözümlenebileceğine inanıyordu. Yukarıda dile getirilen iki ilkede öngörülen "bir kez harekete geçirilen nesne, bir başka nesnenin etkisi söz konusu olmadıkça bir doğru boyunca hareket eder" düşüncesi mekanik etkiyi ve etki edilmedikçe de nesnenin durumunu sürdüreceğini savunmaktadır. Kopernik'in evren modelinde hareket ettiği düşünülen Dünya'nın hareketini açıklamak için uygun bir çözümdür. Descartes'a göre hareketteki bütün değişikliklerin nedeni fiziksel etkilerdir. Şu halde bütün oluş ve bozuluşlar, kısacası değişimler için benzer modeller kurulabilir.

Descartes modern fiziğin temel ilkelerini önemli ölçüde belirledi, ancak onun düşüncelerini sürece devrimci bir tarzda eklemeyen ve bilimsel çalışmaları ilk kez kuramsal düzeye taşıyan Newton oldu. Parça ve boşluk gibi iki varsayımaya dayanarak bilginin türetilmesinde tümdengelim kullanan Newton, hipotetik-dedüktif yöntemle bilimsel araştırmada çığır açtı. Bilimsel bilginin gözlem, deney ve kuram olmak üzere üç evrede gerçekleştirilmesi gereken bir etkinlik olduğunu ileri sürdü. Bilimin elde ettiği bilgileri kuramsal bir bütün halinde sunması gerektiğini savundu ve bu fikri, özellikle fizikte ve astronomide büyük atılımlara neden oldu.

Descartes ve Felsefenin İlkeleri adlı kitabı (solda)



Bilimsel devrim birçok sonucuyla insanların yaşamını doğrudan etkiledi.



Kaynaklar

- Bacon, F., *The New Organon*, Ed. Fulton H. Anderson, Liberal Arts Press, 1960.
- Çiçen, A. K., *Mantık*, Asa Kitabevi, 1997.
- Descartes, R., *Felsefenin İlkeleri*, Çeviren: M. Karasan, Milli Eğitim Bakanlığı, 1997.
- Hall, A. R., *The Revolution in Science 1500-1750*, Longman 1985.
- Koyré, A., *Bilim ve Devrim Newton*, Çeviren: N. Küçük, Salyangoz Yayınlar, 2006.
- Koyré, A., *Yeniçağ Biliminin Doğuşu*, Çeviren: K. Dinçer, Ara Yayıncılık, 1989.
- Locke, J., *İnsan Anlığı Üzerine Bir Deneme*, Çeviren: V. Hacıkadıroğlu, Kabalca Yayınevi, 2004.
- Losee, J., *Bilim Felsefesine Tarihsel Giriş*, Çeviren: E. Böke, Dost, 2008.
- Newton, I., *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Great Books of Western World, İngilizceye çeviren: A. Motte, Cilt: XXXIV, Encyclopaedia Britannica Inc., 1952.
- Topdemir, H. G. & Y. Unat, *Bilim Tarihi*, Pegem, 2009.
- Westfall, R. S., *Modern Bilimin Oluşumu*, Çeviren: İ. H. Duru, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 1994.