

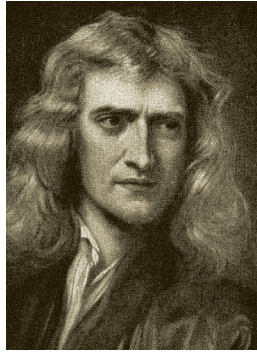
# Bilimsel Devrim Yüzyıllarında Matematik

Bilimsel devrim yüzyılları olarak adlandırılan 17. ve 18. yüzyıllar iki bakımdan dikkat çeker: Birincisi, bilimsel çalışmalarda tarih boyunca bu yüzyıllardaki kadar kalıcı bir değişme, gelişme ve ilerleme sağlanamamıştır. İkinci

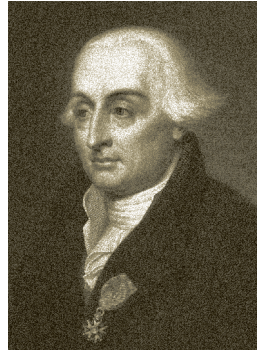
cisi ise bilim, etkinlik ve araştırmanın dayandırıldığı ilke ve kurallar bakımından yeniden tanımlanmıştır. Bu yeniden tanımlama neredeyse bütünüyle matematiğe dayandırılmıştır.



Descartes



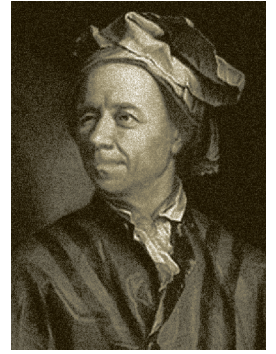
Isaac Newton



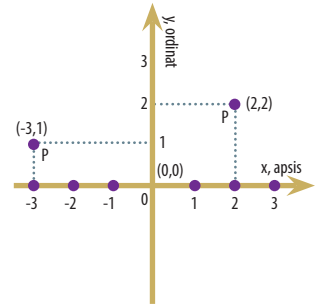
Joseph Louis Lagrange



Gottfried Wilhelm Leibniz



Leonhard Euler



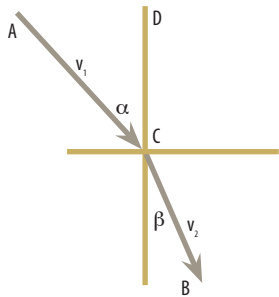
Koordinat Sistemi

Bilimsel çalışmanın nasıl bir etkinlik olması gerektiği ve bilimsel araştırmanın hangi süreçlerden geçilerek tamamlanacağı konularına asıl devrimci katkıyı, bilimsel çalışmaları ilk kez yöntemsel açıdan kuram düzeyine taşıyarak Isaac Newton yapmıştır. Fakat modern bilime matematiğe dayanan karakterini kazandıran belirleyici gelişmeler, ondan önceki bilim ve düşün insanlarıncı gerçekleştirilmiştir. Parça ve boşluk gibi iki varsayıma dayanan ve bilginin türetilmesinde tümdengelimi kullanan Newton, varsayımsal-tümdengelsel adı verilen bir yöntemle bilimsel araştırmada çığır açmıştır. Bilimsel araştırmanın gözlem, deney ve kuramsallaştırma olmak üzere üç evrede gerçekleştirilmesi gereken bir etkinlik olduğunu belirten Newton, elde edilen bilgilerin de kuramsal bir bütün halinde sunulması gerektiğini savunmuştur. Newton'un yaklaşımı, özellikle fizikte ve astronomide büyük atımlara yol açınca, diğer disiplinler de bu yöntemi benimsemiş ve yaklaşık 170 yıl boyunca bilimsel etkinlik bu anlayışla yapılmıştır.

Newton'un fizikte gerçekleştirdiğine benzer bir dönüşümü felsefede René Descartes (1596-1650) başarmıştır. Bu yönüyle modern düşüncenin kurucusu kabul edilen Descartes, teolojik ağırlıklı geleneksel felsefenin yerine in-

san aklını yani düşünen bir ben olarak tanımladığı özneyi koyarak yeni bir düşünce dünyası oluşturmuştur. Bu dünya insan aklının kusursuz işlediği bir alan olan matematiksel bir dünyadır ve buradaki her türlü bilgi, sayı ve ölçüden başka bir anlama gelmez. Onun deyişiyle bir şeyi bildiğimizi söylediğimizde, aslında o şeydeki matematiği kast ederiz. Dolayısıyla bu sayının ve ölçünün nerede arandığının bir önemi yoktur. Bu bakış açısı sonucunda Descartes analitik geometriyi kurmuştur.

Koordinat fikrini ilk defa ortaya koyan Descartes, şekildedeki gibi (sol üst) birbirlerini o noktada dik olarak kesen  $ox$  ve  $oy$  gibi iki doğru aracılığıyla, aynı düzlemde bulunan bir  $P$  noktasının konumunu belirlemiştir. Buna göre  $P$  noktasının konumu, eksenler üzerinde bulunan  $P(x,y)$  noktasındaki  $x$  ve  $y$  gibi iki parametre yardımıyla belirlenir.  $x$  ve  $y$  uzaklıklarına  $P$  noktasının koordinatları denir.  $x$  ve  $y$  arasında kurulacak farklı bağıntılar aynı düzlemde farklı eğrileri oluşturur. Eğer  $y$ ,  $x$  ile orantılı olarak büyürse yani  $y=kx$  olursa bir doğru parçasını,  $y=kx^2$  olursa bir parabolü temsil eder. Bu tür denklemler cebirsel olarak çözülebilir ve bulunan sonuçlar geometrik olarak yorumlanabilir. Descartes'in oluşturduğu bu sistem çok sayıda fizik probleminin çözümüne katkı sağlamıştır.



Fermat'ya göre ışığın kırılması

Olasılık kuramına ciddi katkıları bulunan Pierre de Fermat (1601-1665) ise modern sayılar kuramının kurucusudur. Adıyla anılan teoremin kurucusu olan Fermat'ın teoremi şöyledir:  $n$  2'den büyük bir doğal sayı olmak üzere,  $x^n + y^n = z^n$  denklemini sağlayan  $x$ ,  $y$  ve  $z$  değerlerinin pozitif tam sayı çözümü yoktur. Bu teorem daha sonra ideal sayılar kuramının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Fermat aynı zamanda  $x^2 - Ay^2 = 1$  denkleminin,  $A$  kare olmayan bir tam sayı olmak kaydıyla, sınırsız sayıda tam sayı çözümünün bulunduğu nu ifade eden ilk Avrupalı matematikçidir.

Ayrıca Fermat kendisinin geliştirdiği, değişebilir bir niceliğin en büyük ve en küçük değerlerinin belirlenmesini sağlayan genel yöntemi Kırılma Kanunu'na uygulamıştır. Böylece Snell Kanunu'nu çok farklı bir biçimde kanıtlayarak modern dönem ışık kuramının geliştirilmesinde de önemli bir adım atmıştır. Fermat, Antikçağ'da Heron'un "ışık ışınları iki nokta arasındaki olası en kısa yolu izler" varsayımını "bir noktadan diğerine olası en az zamanda ulaşır" biçimine dönüştürmüş ve bu varsayımı ışığın kırılmasına uygulamıştır. Şekildeki  $AC+CB$  mesafesinin en kısa yol olmadığını, yalnızca karşılaşılan toplam direnç veya gereken zaman göz önüne alındığında, ışığın  $ACB$  geçişinin olası zamanlar içinde en kısası olduğunu ve sırasıyla birinci ve ikinci ortamdaki  $v_1$  ve  $v_2$  hızlarının farklı olmalarına karşın ayrı ayrı sabit olduklarını söylemek gerekir. Böylece Fermat,  $\sin A / \sin B = v_1 / v_2$  sonucuna dayanarak Snell Kanunu'nu elde etmeyi başarmıştır. Fermat'ın bu çalışması aslında Snell Kanunu'nun saf matematiksel yoldan türetilmesidir ve bu başarı ışığın kırılması konusundaki çalışmaların tamamlanmasıyla sonuçlanmıştır.

17. yüzyıl matematiğinin en dikkat çeken isimlerinden biri de Blaise Pascal'dır (1623-1662). Küçük yaşta dâhi denilebilecek kadar matematik içgörüsüne sahip olan Pascal 12 yaşında iken, hiç geometri bilmediği halde, bir üçgenin iç açılarının toplamının iki dik açiya eşit olduğunu kendi kendine bulmuştu. Birer geometri klasiği olan Eukleides'in *Elementleri*'ni ve Apollonius'un *Konikler*'ini okuyan Pascal, 16 yaşındayken koni kesitleri üzerine bir eser yazmış, 19 yaşındayken de aritmetik işlemleri mekanik olarak yapan bir hesap makinesi icat etmişti. Sikloid eğrisinin özelliklerini de keşfeden Pascal, Fermat ile yazışarak olasılık kuramını kurmuş, matematikte ise binom katsayılarını içeren üçgenel bir dizi olan Pascal üçgenini keşfetmiştir.

Newton'un (1642-1727) matematiğe en önemli katkısı ise diferansiyel ve integral hesabı icat etmesidir. 17. yüzyılda bu hesabın doğmasına yol açan birkaç problem ortaya çıkmıştı. Bu problemlerden biri, bir cismin yol formülünden herhangi bir andaki hızının ve ivmesinin, hızından ve ivmesinden ise aldığı yolun nasıl bulunacağıyla ilgiliydi. Problem ivmeli hareketin incelenmesi sırasında ortaya çıkmıştı. Problemdenki güçlük, 17. yüzyılda ilgi odağı haline gelen hızın ve ivmenin bir andan diğer bir ana (anlık hız ve anlık ivme) değişmesini belirleyememekten kaynaklanıyordu. Örneğin anlık hız bulunurken, ortalama hız durumunda olduğu gibi, alınan yol geçen süreye bölünerek hesaplanamaz, çünkü verilen kısa bir an içinde alınan yol ve süre neredeyse sıfırdır; sıfırın sıfıra oranı ise anlamsızdır. Bu tür hız ve ivme değişimleri diferansiyel hesap ile bulunabilir. İkinci problem ise hem geometri hem de fizik ve astronomideki uygulamalarda karşılaşılan bir eğrinin teğetini bulmaktır. Üçüncü problem de gezegen hareketlerinin incelenmesinde, bir gezegenin Güneş'e en uzak ve en yakın mesafelerinin belirlenmesi gibi, bir fonksiyonun en yüksek veya en düşük değerlerinin bulunmasına ilişkindir.

Sürekli değişen niceliklerin değişme oranlarının nasıl bulunacağı konusunda çalışan Newton, bir niceliğin diğerine göre anlık değişme oranını ( $dx/dy$ ) diferansiyel hesap ile bulmuş ve bu işlemin tersiyle de (integral hesap) sonsuz küçük alanların toplamı olarak eğri alanlarının bulunabileceğini göstermiştir. Diferansiyel ve integral hesabı geliştiren Newton matematiğin başka alanlarına da katkıda bulunmuştur. Binom ifadelerin tam sayılı kuvvetlerinin açılımı çok uzun zamandan beri biliniyordu. Pascal, katsayıların birbirini izleme kuralını bulmuştu, ancak kesirli kuvvetler için binom açılımı henüz yapılmamıştı. Newton  $(x-x^2)^{1/2}$  ve  $(1-x^2)^{1/2}$  açılımlarını sonsuz diziler yardımıyla vermiştir.

Modern felsefenin önemli temsilcilerinden biri olan Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1717) ise felsefe, tarih, hukuk ve matematik alanlarında çalışmış, hem modern matematiğin hem de fiziğin gereksinim duyduğu notasyonu geliştirmiştir. Permütasyon, kombinasyon ve simgesel mantığın yanı sıra diferansiyel ve integral hesabı geliştiren Leibniz  $dx$ ,  $dy$  simgelerini,  $d(uv) = u dv + v du$  gibi türev alma kurallarını ve eşitlik için  $=$ , çarpma için  $\times$  simgelelerini kullanmayı önermiştir.

Beş yüzden fazla kitap ve makale yazdığı söylenen ve parlak bir akademik geçmişine sahip Leonhard Euler (1707-1783) ise hem kuramsal alanda hem de uygulamalı matematik alanında çalışmıştır. Çalışmaları sonucunda trigonometrik değerleri günümüzdeki biçimde oranlar şeklinde kullanmış, sonsuz seri açılımlarına ilişkin  $e^{ix} = \cos x + i \sin x$  bağıntısını bulmuştur. Temel diferansiyel ve integral hesaplarla uğraşan Euler, aynı zamanda üçüncü ve dördüncü derece denklemler kuramını geliştirmiştir.

Astronomi problemlerinin çözümünde geometrik yöntem yerine analitik yöntemi kullanan Euler, gök mekaniğinde de önemli çalışmalar yapmış, özellikle dinamik astronominin karmaşık problemlerinden birini oluşturan üç cisim problemiyle ilgilenmiş ve "Gezegenler hiç bir zaman aynı yörüngeyi çizmez. Yer yörüngesinde dolanırken bu yörüngeye yakın olan gök cisimleri onun hareketini etkiler" sonucuna ulaşmıştır. Tedirginlik denen bu yörünge değişimlerini Jüpiter'in ve Satürn'ün dolanımları üzerinde inceleyen Euler, bir gezegenin konumunun tedirginliklere bağlı olarak değiştiğini ve yörüngesinin tam bir elips olamayacağını belirlemiştir.

Fransız Bilimler Akademisi tarafından beş defa ödüle layık görülen Joseph Louis Lagrange (1736-1813) ise analitik yöntemi katı cisimlerin mekaniğine uygulamıştır. Çalışmalarında hiçbir şekilde yer vermemiş, yalnızca cebirsel işlemleri kullanmış olması nedeniyle Lagrange ilk gerçek analizcidir.

Lagrange üç cisim probleminin ilk özel çözümünü gerçekleştirmiş, birbirlerini çeken altı gök cisminin hareketleriyle ilgilenmiş ve bu hareketleri açıklayan diferansiyel denklemler önermiştir. Lagrange teoremine göre, üç cismi yörüngeleri aynı zamanla tanımlanan benzer elipsler olacak şekilde harekete geçirmek mümkündür. Ay'ın hareketleriyle de ilgilenen Lagrange, gezegenlerin yörüngelerinde bazen hızlanıp bazen yavaşlamalarına karşın, bu değişimin Ay'da gerçekleşmediğini belirlemiştir.

#### Kaynaklar

- Ball, W. W. R., *A Short Account of the History of Mathematics*, Dover Publications, 1960.
- Boll, M., *Matematik Tarihi*, Çeviren: B. Gözkan, İletişim, 1991.
- Boyer, C. B., *A History of Mathematics*, John Wiley & Sons, Inc., 1968.
- Hodgkin, L., *A History of Mathematics*, Oxford University, 2005.
- Krantz, S. G., *An Episodic History of Mathematics*, St. Louis, MO, 2006.
- Topdemir, H. G. ve Unat, Y., *Bilim Tarihi*, Pegem, 2008.