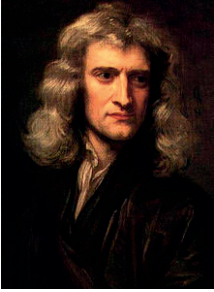


Bilimsel Devrim

Bilimsel devrim ifadesi 16. yüzyılda başlayıp 18. yüzyılda tamamlanan bir dizi bilimsel ve felsefi gelişmenin özgünlüğünü ve çığır açıcı niteliğini vurgulamak için kullanılır. Bu sürece damgasını vuran Kopernik'in *Gök Kürelerinin Döngüsel Hareketi* (1543), Vesalius'un *İnsan Vücudunun Yapısı* (1543), Bacon'un *Novum Organum* (1620), Harvey'in *Kalbin ve Kanın Hareketleri Üzerine* (1628), Galileo'nun *İki Büyük Dünya Sistemi Üzerine Diyalog* (1632), Descartes'in *Yöntem Üzerine Konuşma* (1637) ve Newton'un *Doğa Felsefesinin Matematik İlkeleri* (1686) adlı kitaplarının yayımlanmasıdır. Ancak bilimsel devrim denince akla öncelikle Isaac Newton (1642-1727) gelir. Bunun haklı birkaç nedeni vardır. Bunlardan biri Newton'un kütleçekimini bulması ve bunu doğada meydana gelen değişimlerin açıklanmasında bir neden olarak kullanmasıdır. Kütleçekiminin keşfi fizik ve astronomi tarihinde bir dönüm noktasıdır.



Isaac Newton

Newton'dan önce Kepler (1571-1630) gezegen hareketlerini matematiksel olarak açıklamış, yörüngelerinin elips olduğunu belirlemişti. Ancak gezegenlerin neden elips çizerek dolandığına ilişkin bir açıklamada bulunmamıştı. Bununla birlikte Güneş'ten çıkan ve gezegenleri elips yörüngelerde hareket ettirmeye zorlayan bir güçten bahsetmişti. Kepler'in Güneş'ten çıktığını düşündüğü böyle bir güçten söz etmesine ve ona böyle bir rol vermesine şaşırılmak gerekir. Çünkü Kopernik'ten beri Güneş gök nesneleri arasında kutlu bir konuma taşınmıştı. Güneş'in bütün varlığın merkezine konulması, evrende olup biten değişimleri açıklamak için de hatırı sayılır bir açıklama sistematigi sağlamaktaydı. Hatta Kopernik, bilimsel devrimi başlatan çalışması *Gök Kürelerinin Döngüsel Hareketi* adlı kitabında bu durumu şöyle betimlemişti:

"Her şeyin ilki ve en üstünde olanı, kendisini ve her şeyi saran, bunun için de hareketsiz olan Sabit Yıldızlar Küresi'dir. Burası, adeta bütün öteki yıldızların hareketinin ve konumunun dayandığı yerdir. Sonra gezegenlerin ilki olan ve yörüngesini 30 yılda tamamlayan Satürn gelir. Ondan sonra 12 yıllık yörünge dönüşüyle Jüpiter vardır. Sonra da iki yılda dönen Mars. Dördüncü sıradaki dönüş, bir ilmeğe benzeyen Ay çemberiyle birlikte, Yer'i kuşatır. Beşinci sıradaki Venüs, dokuz ayda aynı yere döner. Altıncı sıradaki yeri ise seksen günlük dönüşüyle Merkür alır. Ne var ki hepsinin ortasında Güneş durur. Zaten kim bu son derece güzel tapınaktaki ışık kaynağını, bütünü eşit biçimde aydınlatabileceği bu yerden başka ya da daha iyi bir

Çünkü Antikçağ ve Ortaçağ düşüncesinde egemen bir unsur olarak yer alan evrenin düzenli olduğu düşüncesi, Kopernik'in (1473-1543) evrenin merkezinde Yer'in değil de Güneş'in olduğunu ileri sürmesiyle anlamsızlaşmış, düzenli evren anlamına gelen kozmos bir tür kaosa dönüşmüştü. Başka bir deyişle bilim insanlarının önünde artık yeni bir dünya vardı; bu dünyanın da bir düzeninin olduğunun ve olup bitenlerin bir düzenliliğinin olduğunun gösterilmesi gerekiyordu. Antikçağ'da bu düzenlilik doğal bir durum olarak kabul edilirken, Ortaçağ'da araştırma gereksinimi duymadan Tanrıya havale edilmişti. Modern dönemle birlikte doğada olup bitenler üzerinde belirleyici rolün doğal nedenler olduğu düşünüldüğü için, artık Dünya'da düzeni anlamayı sağlayacak bir güce gereksinim duyuldu. Bu güç de kütleçekimi olarak düşünüldü.

yere koyabilir ki? Kimileri ona haklı olarak evrenin ışığı, kimileri evrenin aklı, kimileri ise evrenin yöneticisi adını veriyor. (...) Gerçekten de Güneş, sanki bir kral tahtında oturur gibi, çevresinde dolaşan yıldız ailesini yönetiyor."

Kopernik, bu betimlemesiyle Güneş'i kutlu bir konuma yerleştirmişti. Ancak yine de Güneş'in evrende olup bitenleri neden düzenlediği ve daha da önemlisi bu düzeni ne ile sağladığı sorusunun cevaplanması, başka bir deyişle gezegenlerin neden Güneş'in etrafında dolandığının açıklanması gerekiyordu. Newton bütün bu soruları kütleçekimi düşüncesiyle cevapladı. Diğer taraftan evrenin Ay-üstü ve Ay-altı olmak üzere birbirinden farklı özelliklere sahip iki kısma ayrıldığını savunan Aristoteles'te hareket kuvvetle olanaklıydı. Bir cismin hareket edebilmesi için ona kuvvet uygulanması gerekiyordu. Gök nesneleri kristal kürelere çakılıydı ve bu kürelere Tanrı hareket vermişti. Ancak Galileo (1564-1642) Aristotelesçi evren ayrımının temelsiz olduğunu, Ay-üstü ve Ay-altı evren kısımlarının aynı yapıda olduğunu ve kristal küreler bulunmadığını belirleyince, gök nesnelere boşlukta nasıl hareket ettiği de bir sorun olmaya başladı. İlk bakışta eylemsizlik ilkesi bu soruna bir çözüm sağlıyormuş gibi görünüyordu. Ancak hem Galileo hem de Descartes (1596-1650) eylemsizliğin döngüsel değil, doğrusal bir hareket olduğunu ileri sürmüştü. Bundan dolayı, kapalı yörünge hareketinin nedenin gösterilmesi gerekiyordu. Bütün bu sorunları çözümlen Newton olduğu için bilimsel devrimin de mimarı kabul edildi.

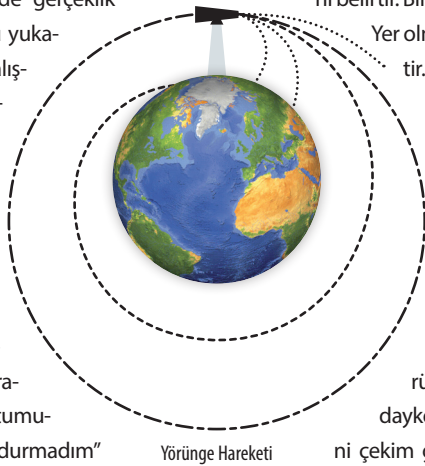
Newton'un başarıları bunlarla sınırlı da değildir. Aynı zamanda gelenekleşmiş bilim anlayışının değişmesinde de önemli bir rolü vardır. Doğa filozofu adını verdiği bilim insanının doğada olup bitenler karşısında nasıl bir tutum sergilemesi gerektiğini de ele almış ve başyapıtı olan *Doğa Felsefesinin Matematik İlkeleri*'nde şöyle demiştir: "Olgulardan doğanın kuvvetlerini keşfetmek, sonra da bu kuvvetler yardımıyla diğer olayları açıklamak". Bu açıklamasından Newton'un bilimsel çalışma sürecini nasıl tasarladığını anlamak olanaklıdır. Burada dikkatlice ifade edilmiş üç adım vardır: Gözlem, kuram oluşturma ve öndeyi. Yani öncelikle doğada meydana gelen olaylar, onları oluşturan nedenlerin keşfedilmesini sağlayacak bir titizlikle gözlemlenecek, sonra elde edilen veriler bir kuram çerçevesinde birleştirilecek ve en sonunda bu kurama dayanarak hem o olgu açıklanacak, hem de daha sonra meydana gelecek olanlar önceden kestirilecektir.

Bilimsel çalışmaya karşı benimsediği bu tutumdan dolayı Newton'a pozitivist denmiştir. Yani bilimde spekülasyonlara yer vermediği savunulmaktadır. Bu ifadede gerçeklik payı çok yüksektir, çünkü yukarıdaki tanımda bilimsel çalışma açıkça olgulardan elde edilen kanunlar yardımıyla yeni olguları açıklamak olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla olgudan kaynaklanmayan her türlü metafizik veya teolojik açıklama modeli dışarıda bırakılmıştır. Newton bu tutumunu da ünlü "varsayım uydurmadım" (*Hypotheses non Fingo*) sözüyle dile getirmiştir. Burada vurgulanmak istenen, deneyden gelmeyen varsayımların bilimde yerinin olmadığıdır.

Newton'un dikkati büyük ölçüde gezegenlerin neden elips yörüngelerde dolandığı, neden Güneş'ten uzaklaşmadığı ve benzeri gök dinamiği ile ilgili sorularına takıldığından, Galileo ile önemli bir değişime uğrayan hareket problemini yeniden ele aldı. Geliştirdiği yeni yaklaşımın esasını yeryüzünün ve gökyüzünün birbirlerinden farklı olmadığı düşüncesi oluşturmaktadır. Bunun için şöyle bir kurguda bulunur: Eğer çok yüksek bir dağın tepesinden bir nesne büyük bir

kuvvetle fırlatılsa, o nesne belirli bir uzaklığa düşer. Fırlatma kuvveti artarsa nesne daha uzağa düşecektir. Sonunda öyle bir kuvvetle fırlatılıns ki nesne fırlatıldığı yere geri gelsin. Bu durumda nesne bir gök nesnesi haline gelir, doğal bir uydu gibi Yer'in etrafında dolanıp durur.

Böylece yer ve gök bölgelerini birleştiren Newton, dalından düşen elmanın hareketi ile Ay'ın hareketini aynılaştırmıştır. Yani Ay kuvvet etkisiyle Yer'in etrafında dolanırken, dalından kopan elma da Yer'e düşmektedir. Elmanın yere düşmesine neden olan kuvvet de, Ay'ı yörüngesinde dönmeye mecbur eden kuvvet de Yer'in elmaya ve Ay'a uyguladığı kuvvettir. Kütleçekiminin elmayı etkilediği gibi, Ay'ı da etkilediğinden artık emindir. Ancak bu kuvvetin miktarının belirlenmesine, yani konunun matematiksel olarak gösterilmesine ve kütleçekiminin ölçülmesinde kullanılacak bir yöntem gereksinim vardı. Newton aradığı yöntemi, yıllardan beri çalışmış bir konu olan mermi yolu hakkındaki çalışmalardan buldu. Ay'ı yörüngesinde tutan kuvvetin kütleçekimi olduğunu ve onun yörüngesinin bir mermi yoluna benzetilebileceğini belirtir. Bir mermi fırlatıldığında, eğer Yer olmasaydı, dümdüz gidecektir. Ancak kütleçekiminden dolayı buna olanak yoktur. Benzer şekilde eğer fırlatılmayıp bırakılırsa, yine kütleçekiminden dolayı düşecektir. Aynı şey Ay'ın dolanım hareketi için de söz konusudur. Diyelim ki Ay yörüngesi üzerinde bir noktadayken Yer ortadan kalksa, yani çekim gücü yok edilse, o zaman Ay düzgün doğrusal hareket yapacaktır. Ama böyle olmamaktadır. Neden? Çünkü kütleçekimi dolayısıyla Ay çekilmekte ve belirli bir yörüngede dolanmak durumunda kalmaktadır. Demek ki Ay ve Yer karşılıklı birbirlerine etki etmektedir. Newton bu etkinin nesnelere arasındaki mesafenin karesiyle ters, kütlelerinin çarpımıyla doğru orantılı olduğunu belirlemiş ve $F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$ biçiminde gösterilen ünlü çekim kanununu bulmuştur. Newton henüz çekim kuvvetinin nasıl meydana geldiğini ve bu kuvvetin ne olduğunu açıklığa kavuşturamamış olsa da, gezegen yörüngelerinin elips olduğunu matematiksel olarak kanıtlamıştı. Bir bü-



tün olarak ele alındığında, Newton mekaniğinin çok büyük bir başarıya ulaşacağı kesindi. Çünkü yeryüzü ile gökyüzünün ilke ve yapı bakımından bir ve aynı şey olduğu düşünülerek temel yasalar oluşturulmuştur. Yani nasıl ki yeryüzünde bir nesneyi kuvvet hareketine geçiriyorsa, gökyüzünde de aynı şey söz konusudur. Newton, Aristoteles'in aksine, yeryüzü olgularıyla gökyüzü olguları arasında fark olduğunu düşünmemiştir. Gökyüzündeki olguları fiziksel bir temele oturtturarak anlamlandırmak istemiştir. Evrensel çekim yasası bunun bir sonucudur. Bu yasadaki başka Newton üç hareket kanunu geliştirmiştir:

I. Eylemsizlik: Her maddesel varlık durağan durumunu veya düz bir doğru boyunca hareketini ancak ve ancak bir dış kuvvet tarafından etkilenirse değiştirir.

II. Hareketteki Değişme: Bir cisim kuvvet uygulandığında, cisim kuvvetin uygulandığı yönde ivme kazanır. Kuvvet ters yönde ise durur ($F = m \cdot a$).

III. Etki-Tepki: Bir cisim diğer bir cisime kuvvet uyguladığında, kuvvet uygulanan cisim de kuvvet uygulayana ters yönde ancak eşit miktarda kuvvet uygular.

Böylece kütle ve kuvvet gibi önemli kavramların niceliksel olarak oluşturulması fiziğin birtakım geleneksel saplantılardan arınmasını sağlayan büyük bir ilerleme olmuştur. Newton gezegenlerin Güneş etrafında dönmelerini sağlayan kuvvet düşüncesini kütleçekimi kavramına dönüştürmeyi başarmıştır.

Kaynaklar

- Bixby, W., *Galileo ve Newton'un Evreni*, Çeviren: N. Arık, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 1997.
- Christianson, G. E., *Isaac Newton ve Bilimsel Devrim*, Çeviren: Z. Aydın, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2004.
- Copernicus, N., *Göksel Kürelerin Dönüşleri Üzerine*, Çeviren: S. Babür, Yapı Kredi Yayınları, 2002.
- Koyré, A., *Bilim ve Devrim Newton*, Çeviren: N. Küçük, Salyangoz Yayınlar, 2006.
- Newton, I., *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Great Books of Western World, Cilt XXXIV, Encyclopedia Britannica Inc., 1952.
- Voelkel, J., *Johannes Kepler ve Yeni Gökbilim*, Çeviren: N. Özlük, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2002.