

# Isaac Newton ve Bilim Devrimi



## Kısa Yaşam Öyküsü:

25 Aralık 1642'de Woolsthorpe'ta (Lincolnshire) doğan Isaac Newton, Grantham'da King School'da okula başlamış, eğitimini 1661'den itibaren Cambridge Trinity College'da sürdürmüştür. Trinity College'dayken Isaac Barrow adında seçkin bir matematik profesöründen ders almış, öğrencisinin çok yetenekli olduğunu anlayan Barrow, kürsüsünü ona bırakmak için görevinden istifa etmiş ve böylece Newton'un öğretim üyesi olmasına ve henüz yirmi altı yaşındayken Lucasian Matematik Kürsüsü'ne seçilmesine olanak tanımıştır. Üniversite-nin 1665'teki büyük veba salgını nedeniyle kapanmasından dolayı, annesinin Woolsthorpe'taki evine çekilen Newton burada evrensel çekim yasasını keşfetmiş, ışığın özellikleri ve doğası üzerine çok sayıda deney yapmış, Galileo'nun yer bilimiyle Kepler'in gök kuramını birleştiren evrensel mekaniğin ilkelerini geliştirmiştir. Newton, temel düşüncelerini ve matematiksel kanıtlarını geliştirdiği deneysel araştırma ürünü bu çalışmalarının sonuçlarını iki temel yapıtında kaleme almıştır. Önce mekaniğin ve kozmolojinin sorunlarını tartıştığı büyük yapıtı *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*'yı (Doğa Felsefesinin Matematik İlkeleri, 1687), ardından da gün ışığının bize beyaz görünmesine karşın, aslında pek çok rengin karışımından oluştuğunu belirten buluşunun yer aldığı *Opticks* (Optik, 1704) adlı kitabını yayımlamıştır. Bu iki kitap 17. yüzyıl biliminin gelişimini doğrudan etkileyen temel bilim eserleridir. Öyle ki Newton bu kitaplarında hem fizik bilimine doğrudan katkı getirmiş, hem de bilimin ne tür bir araştırma süreciyle ilerleyebileceği konusunda yetkin örnekler vermiştir. Yaşamının sonlarına doğru teoloji ve simya konularına da ilgi göstermiş olan Newton, hiçbir bilim adamına nasip olmayan bir üne sahip olarak 1727'de ölmüştür.

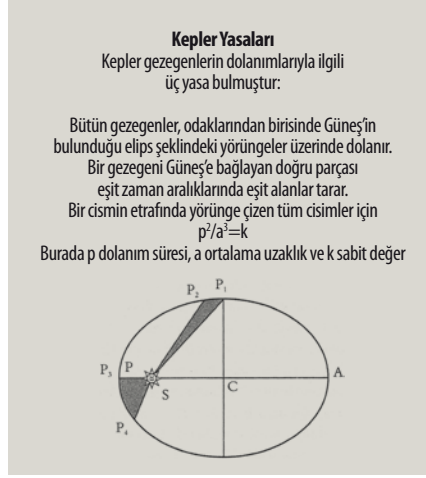
## Kısa Bir Tarihsel Arka Plan:

Newton denilince akla gelebilecek ilk şey kütleçekimdir. Çünkü kütleçekiminin bulunması astronomi ve fizik tarihinde bir dönüm noktasıdır. Newton'dan önce Johannes Kepler (1571-1630), gezegenlerin hareketlerini açıklayan elips yörüngeleri ve mesafeler arası bağıntıları bulmuştu. Kepler Yasaları olarak bilim tarihine geçen bu bağıntılar, gezegenlerin hareketlerini kinematik olarak, yani salt matematiksel bir biçimde başarılı olarak açıklıyordu. Ancak bilimsel anlamda Kepler'in açıklaması gereken bir soru daha vardı: Neden gezegenler Güneş'in etrafında elips yörüngelerde doluyorlar da çekip gitmiyorlar? Bütünüyle yeni fiziğin cevaplayabileceği ve o dönemde egemen olan Aristotelesçi fizikle açıklamanın mümkün olmadığı bu soruya, Kepler'in cevap vermesi neredeyse olanaksızdı. Yine de Kepler başarısızlıkla sonuçlanmış olsalar da birkaç denemede bulunmaktan geri durmamış, bilimsel anlatımıyla konuyu dinamik açısından da açıklamaya çalışmıştı. Başarısız denemelerinin birinde Güneş'ten çıkan ve gezegenleri yörüngeleri üzerinde hareket ettiren bir güçten (anima motrix) söz ediyordu. Bu garip ve bilimsellikten uzak açıklama elbette ki bilim topluluklarınca kabul edilmedi ve sorunun doğru cevabını bulma çalışmaları devam etti. Üstelik bu dönemdeki cevap bekleyen tek soru da bu değildi. Kısa bir süre önce Galileo'nun (1564-1642) Aristotelesçi evren ve fizik görüşünü yık-

ması da birçok yeni sorun yaratmıştı. Bilindiği gibi, Aristoteles (MÖ 384-322) her türlü hareketin kuvvetle olanaklı olduğunu savunmaktaydı. Bir cismin hareket edebilmesi için ona kuvvet uygulanması gerekiyordu. Nitekim kristal kürelere çakılı olduğunu düşündüğü gök cisimlerini de Tanrı hareket ettirmekteydi. Ancak Galileo'nun, Aristotelesçi ikili evren ayrımının yani Ay-altı ve Ay-üstü evren bölümlenmesinin doğru olmadığını, her yanı aynı yapıda tek bir evren olduğunu ve kristal kürelerin bulunmadığını belirlemesiyle birlikte, gök cisimlerinin boşlukta nasıl hareket ettikleri de bir sorun olmaya başlamıştı.

Çok daha zor konulardan biri de doğal hareketin tanımlanmasıydı. Aristoteles için doğal hareket dögüsel yani çembersel hareketti. Galileo ise doğal hareketin doğrusal hareket olduğunu ileri sürmüştü. Galileo'nun kabul ettiği biçimiyle her yanı aynı özelliklere sahip tek bir evren söz konusu olduğuna göre, bu durumda gök cisimlerinin hareketi nasıl adlandırılacaktı? Kısacası kapalı yörünge hareketi konusunun ivedilikle bir sonuca bağlanması gerekiyordu. İşte kütleçekiminin keşfinden sonra "neden gezegenler Güneş'in etrafında dolanıyorklar da uzaklaşıp gitmiyorlar?" ve "Ay neden Yer'in etrafında dolanıyorklar da uzaklaşıp gitmiyor?" sorularını doğru olarak yanıtlayan Newton olmuştur. Bu başarısından dolayı da haklı olarak 18. yüzyıl bilim devriminin mimarı olarak adlandırılmıştır.

**Bilim Anlayışı:** Newton buluşlarının çoğunu 1665 yılından başlayarak iki yıl boyunca Avrupa'nın önemli kısmını etkileyen veba salgını dolayısıyla Cambridge'den uzakta yaşamak zorunda kaldığı Woolsthorpe'taki çiftlikte gerçekleştirmiştir. Burada bulunduğu sırada zamanının neredeyse tamamını gözlem ve deney yaparak geçiren Newton, dalından yere düşen elmanın düşüşünü gözlemlemesinden sonra evrensel çekim yasası-



na ulaşmasını sağlayan düşünce zincirinin ilk halkasını oluştururken, çiftlik evinin bir odasını karanlık oda haline getirip Güneş ışığıyla yaptığı deneylerle de ışığın doğasını ilk kez doğru olarak açıklamayı başarmıştır. Modern bilimin iki önemli aracı olan gözlem ve deney aracılığıyla başarıya ulaşan Newton, geometri yoluyla da yeni bir madde ve hareket anlayışının düşünsel temellerini oluşturmuştur. Bu noktada kuşkusuz Kopernik (1473-

1543), Kepler ve Galileo'ya çok şey borçludur. Hatta Antik çağın ünlü geometrisi Eukleides (MÖ 300'ler) en büyük dayanağıdır. Çünkü özellikle Galileo ile başlayan uzayın geometrikleştirilmesi anlayışını Newton, çalışmalarını büyük ölçüde Eukleides geometrisine göre tanımlanmış bir uzayda gerçekleştirerek sürdürmüştür. Bu çabası giderek her bilimin ideali kuramsallaşmaktır ilkesine dönüşmüş ve bilim artık tek tek olguların anlaşılmasına yönelik bir etkinlik olmaktan çıkmış, görünüşte aralarında hiçbir ilişki olmayan pek çok olgu türünü (örneğin elmanın ye-

re düşmesi ile Ay'ın Yer etrafında dönmesi gibi), bir kavram (kütleçekimi) çerçevesinde toplama ve açıklama olanağı sağlayan geniş kapsamlı bir etkinliğe dönüşmüştür. Onun bu yeni bilim anlayışını ve bilimin görevinin ne olması gerektiği konusundaki düşüncelerini Principia adlı kitabının girişinde yer alan şu cümleden çıkarmak olanaklıdır: "Olgulardan doğanın kuvvetlerini keşfetmek, sonra da bu kuvvetler yardımıyla diğer olayları açıklamak". Böylece genellemeye gitmek için öncelikle olgunun sıkı bir şekilde gözlenmesinin gerektiğini vurgulayan bu tutum, Newton'un bilimsel çalışma sürecini nasıl tasarladığını ortaya koyması bakımından da anlamlıdır. Burada dikkatlice ifade edilmiş üç adım olduğu görülmektedir:

- 1) Gözlem
- 2) Kuram oluşturma
- 3) Öndeyi

Bilimin konusu olan doğayı da bu bakış açısıyla betimleyen

Newton'a göre, doğa matematiksel niteliklere sahip bölünemez küçük parçacıklardan, yani bir takım atomlardan yapılmıştır. Doğadaki her şey, oluşan her tür değişim bu atomların birleşmesi ve dağılması ile oluşmuştur. Bilimin amacı da bu matematiksel nitelikli doğadaki matematiksel değişimleri ortaya koyan kanunları bulmaktır. Başka bir deyişle, asıl olan doğanın deneye açık işleyişini matematiksel bir kuram ile betimlemek ve açıklamaktır.

## Newton'un Bilimsel Araştırma İzlenesi

Analiz	→	Problemi Ögelerine Ayırma Açıklayıcı İlkeye Ulaşma Genellemeye Gitme	
Sentez	→	Ögelerine Ayrılan Problemi Yeniden Kurma Varsayım Oluşturma Analojiye Başvurma DeneySEL Doğrulama	
Kuram	→	Bilgilerin aksiyomatikleşmesi	→ Aksiyom Sisteminin Oluşturulması Gözlem Teorem Uygunluğu Tümdengelsel Sonuçlar Arasında Bağlantı Kurulması

Newton'a göre matematiksel nitelikli dış dünyayı algılarımızla tanırız. Algılarımız bize bir cismin nüfuz edilemez olduğunu, sert ya da yumuşak olduğunu, hareket ettiğini öğretir. Ancak algıladıklarımız -bizde algılandıkları biçimiyle- bilimin konusu değildir. Benim duyduğum ses bilimin konusu değildir. Bendeki algıya neden olan ses [dalgaları] bilimin konusudur. Doğa matematiksel nitelikli olduğundan ben ses olgusunu açıklamaya çalıştığım zaman bir araç kullanarak, başka bir deyişle bu algıladığım dünyadaki nitelikleri niceliklere çevirerek o olguyu daha kolay ve güvenilir olarak açıklayabilir ve kanunlara ulaşabilirim. Bundan dolayı Newton'da matematik merkezi bir konumdadır ve büyük önem taşır.

### Bilimsel Araştırma İzlenesi:

Bu açıklamalardan Newton'a göre bilimsel araştırmada izlenmesi gereken süreci betimlemek olanaklıdır. Buna göre bilimsel araştırma analiz (gözlem), sentez (deney) ve kuram aşamalarından oluşmalıdır.

### Gözlem-Analiz:

Bir olgunun ayrıntılarıyla izlenmesi ve onu oluşturduğu gözlemlenen unsurların ayrıştırılmasıdır. Gözlemler Ay'ın Yer etrafında döndüğünü ve yörüngesinin değişmediğini, ağacın dalındaki elmaların daima Yer'e doğru düştüğünü ve aynı zamanda bu olguların değişmediğini ve yinelenmediğini göstermektedir. Bilimin amacı doğada olup bitenleri matematiksel olarak açıklamak olduğuna göre, öyleyse yukarıda değinildiği üzere, gözlemlenen olguların ölçülebilir öğelerini belirlemek gerekir. Ay'ın Yer etrafında dolanımı örnek alındığında, bu olguyu oluşturan öğelerin Ay ve Yer olduğu açıktır. Öyleyse öncelikle bu öğelerin ölçülebilir (niceliksel) büyüklüklerini belirlemek gerekecektir. Bunlar da Ay'ın kütlesi, Yer'in kütlesi, Ay'ın ve Yer'in hızı, dolanım süreleri ve aralarındaki mesafedir.



**Deney-Sentez:** Gözlemlenen olguların neden öyle olduğunun ortaya konulması, yani olgunun nedenlerinin belirlenmesidir. Başka bir deyişle olguların gözlemlenmesinden edinilen bilgi-

lere dayanarak açıklayıcı varsayımların oluşturulmasıdır. Örneğin neden Ay Yer'in etrafında doluyor da uzaklaşıp gitmiyor? Bu sorunun açıklayıcı nedeninin belirlenmesi gereklidir. Newton gözlemlerinden bunun nedeninin kütleçekimi olduğunu çıkarıyor. Çünkü Ay aslında gitmek istiyor ancak Yer Ay'ı kendisine doğru sürekli çekiyor. Peki, neden elmalar daldan Yer'e doğru düşüyor da, gökyüzüne doğru gitmiyor? Veya neden Yer Güneş'in etrafında doluyor da çekip gitmiyor? Bu ve benzeri soruların da yanıtlarının bulunması gerekir. Bunun için, kütleçekimini bir varsayım olarak benimsemiş olan Newton benzetime başvuruyor. Eğer Ay'ı yörüngesinde tutan kuvvet kütleçekimi ise elmanın Yer'e düşmesinin nedeni de kütleçekimi olacaktır. Benzer şekilde, Yer aslında uzaklaşmak istiyor ancak Güneş onu sürekli kendisine doğru çekiyor. Acaba gerçekten böyle mi?

Newton bu noktada, daha önce Galileo'nun başlattığı bilimde soyutlama ve idealleştirme bağlamında gerçekten çığır açıcı bir imgeleme başvuruyor ve bir düşünce deneyi gerçekleştiriyor: Eğer bir nesne, Yer'deki çok yüksek bir dağın tepesinden, çok büyük bir kuvvetle fırlatılırsa, o nesne belirli bir uzaklığa düşecektir. Fırlatma kuvveti artarsa nesne daha uzağa düşecektir. Sonunda öyle bir kuvvetle fırlatılsın ki, Yer'in etrafında tam bir tur atıp fırlatıldığı yere geri gelsin. Bu durumda ne olur? Newton artık emindir. Böyle bir durumda nesne bir gök nesnesi haline gelecek ve doğal bir uydu gibi Yer'in etrafında dolanıp duracaktır. Neden? Çünkü Yer kütleçekimi denen bir güç üretmektedir. Bu güç nesnenin çekip gitmesini engellemekte, onu kendi çevresinde dolanmaya mecbur etmektedir.

Böylece yer ve gök bölgelerini birleştiren bu olağanüstü kavrayışının ardından Newton, havaya fırlatılan bir nesnenin hareketi ile Ay'ın hareketini aynılaştırmış ve şu soruyu sormuştur: Ay büyük bir kuv-

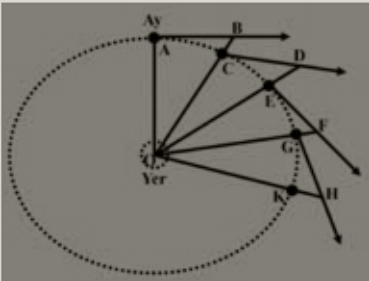
vet etkisiyle Yer'in etrafında dolanmakta, fırlatılan bir nesne de aynı kuvvet etkisiyle bir süre sonra Yer'e düşmekte olduğuna göre, acaba bu iki hareketi sağlayan da aynı kuvvet olabilir mi? Bundan sonra Newton bu sorunun yanıtını bulmaya çalışır. Kararı kesindir: Yer nesnelere kuvvet uygulamaktadır. Dalından düşen elmanın yukarıya doğru değil de Yer'e doğru hareket etmesi de bundan dolayıdır. Bilimin amacı matematiksel nitelikli doğadaki matematiksel değişimleri ortaya koyan kanunları bulmak olduğuna göre, o zaman bu durumun matematiksel olarak gösterilebilmesi gerekir.

## Ay'ın Yörünge Hareketi

Merkezinde O cisminin bulunduğu bir yörüngede dolanan bir A cismi varsayalım. Eğer O cisminin kütleçekimi etkisi kaldırılırsa, A cismi hareketine daireye tanjant biçimde (ok yönünde), Galileo'nun

### Ay'ın Yörünge Hareketi

Merkezinde O cisminin bulunduğu bir yörüngede dolanan bir A cismi varsayalım. Eğer O cisminin kütleçekimi etkisi kaldırılırsa, A cismi hareketine daireye tanjant biçimde (ok yönünde), Galileo'nun eylemsizlik prensibi uyarınca (v hızıyla) düzgün doğrusal olarak devam edecek, örneğin bir t süresi sonunda B'ye gelecektir. Gözlemlendiğinde ise, O cisminin kütleçekimi etkisi nedeniyle, A cismi B'de değil C'de görülecektir. Yani BC mesafesini düşmektedir. O halde A cismi iki etki altındadır: Doğrusal ivme ve dairesel ivme.



eylemsizlik prensibi uyarınca (v hızıyla) düzgün doğrusal olarak devam edecek, örneğin bir t süresi sonunda B'ye gelecektir. Gözlemlendiğinde ise, O cisminin kütleçekimi etkisi nedeniyle, A cismi B'de değil C'de görülecektir. Yani BC mesafesini düşmektedir. O halde A cismi iki etki altındadır: Doğrusal ivme ve dairesel ivme.

**Kuram:** Galileo'nun ve özellikle de Descartes'in (1596-1650) çalışmalarında hareket halindeki bir nesnenin, eğer onu yolundan çevirecek diğer bir kuvvet işe karışmazsa, düz bir doğru boyunca yol alacağına açıkça anlatıldığına bilen Newton, kısa sürede elmayı yere düşmeye, Ay'ı yörüngesinde dolanmaya zorlayan kuvvetler arasında bağ kurmayı başarmıştır. Artık yerçekiminin elmayı etkilediği gibi, Ay üzerinde etki yaptığına da emindir. Ancak bu kuvvetin miktarının belirlenmesine, yani konunun matematiksel olarak gösterilmesine ve dolayısıyla da yerçekimini ölçmekte kullanılacak bir yöntem gereksinim vardır.

Kısa süre sonra Newton yukarıdaki varsayımını Ay'ın dolanım hareketine uygulamış ve şu çıkarımda bulunmuştur: Eğer bir dağın tepesinden atılan mermi, yeteri kadar hızlı fırlatıldığında, Yer'e düşmeyip kazandığı merkezkaç kuvvetle, kütleçekim kuvvetinin dengelenmesi sonucu, tıpkı doğal bir uydu gibi Yer'in çevresinde dolaniyorsa, o zaman Ay da aynı koşulların sonucu dolanım hareketi yapmaya zorlanıyor demektir. Öyleyse eğer yerçekimi olmasaydı, Ay v hızıyla düzgün doğrusal hareket yapacaktı ve t süresinde B noktasına gelecekti. Ancak yerçekimi olduğundan, Ay çekilmekte ve aynı t süresinde C noktasına gelmekte, yani BC mesafesini adeta düşmektedir. Böylece doğrusal değil, dairesel hareket yapmış olmaktadır. O halde dairesel harekette bu iki kuvvet eşit olmalıdır. Böylece yapay uydu kuramının temel prensibini de ilk kez açıklamış olan Newton, çekimin matematiksel ifadesini bulmaya girer.

Daha önce değinildiği üzere, Newton'un kafasında yerçekimi fikri elmanın düşüşünü görmesi sonucunda oluşmuştu. Elmanın basit bir biçimde Yer'in merkezine doğru çekildiğini gözlemleyen Newton,

### Yerçekiminden Evrensel Kütleçekimine

O sıralarda, gezegenlerin gökyüzünde hareket etmeleri için onları iten bir kuvvetin olması gerektiği düşünülüyordu. Bu problemle ilgili olarak Newton'un kafasında beliren kavram, merkezkaç kuvvetiydi. Christiaan Huygens (1629-1695) ve Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679) de Newton ile aynı sonuçlara varmışlardı. Borelli, bir gezegenin bir yay şeklindeki hareketinin, merkezden kaçma nedeniyle oluştuğunu varsayıyordu. Huygens ise merkezden kaçmak için dairesel hareket yapan bir cismin bu eğilimini sayısal olarak ölçmeyi denedi. Sonuçta boşlukta serbestçe dolaşan gezegenleri etkileyen bir çekim kuvvetinin bulunması gerektiği görüşüne varıldı. Buradan da merkezkaç kuvveti dengeleyen bir merkezci kuvvetin de (kütleçekimi) bulunması gerektiği çıkarımsal olarak ortaya kondu. Giderek, gezegenlerin izlediği elips yörüngeler üzerinde Güneşe daha yakın oldukları yerlerde hızlandıkları gözlemine dayanarak, artan merkezkaç kuvvetin dengelenebilmesi için merkezci kuvvetin de artması gerektiği, yani yerçekiminin uzaklıkla bir ilintisinin olduğu fark edildi. Bu bağlamda Robert Hooke (1635-1703) yerçekiminin uzaklıkla doğru orantılı olarak azaldığına karar verdi.



bu düşüşü Ay'a da uygulamış ve Ay'ın Yer'e doğru düşüş ivmesi ile bir elmanın veya bir taşın Yer'e düşüş ivmesi arasındaki bağıntıyı nasıl vereceğini tasarlamıştır. Buna göre her iki düşüşte gerçekleşen ivme miktarı, Ay'ın ve elmanın Yer'in merkezine uzaklıklarıyla orantılı olmalıydı. Hesaplarını buna göre yapan Newton, sonunda ünlü yasaya ulaşmayı başardı: Kuvvet, gezegenin kütlesiyle doğru, Güneşe olan uzaklığının karesiyle ters orantılıdır. O halde çekim kuvvetinin evrensel ifadesi

$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

olmalıdır. Böylece Newton, Kepler'in üçüncü yasası yardımıyla iki cisim arasında bulunan çekimi ifade etmeyi başarmış ve bütün evreni yöneten tek bir kanun olduğunu kanıtlamıştır. Bundan dolayı da bu kanuna evrensel çekim kanunu denmiştir. Newton ayrıca bu kanundan yola çıkarak, yine Ay'ın dögüsel hareket yapmasına neden olan iki kuvveti eşitleyerek Kepler'in üçüncü yasasına ulaşmış ve bir gezegenin hareketinin Kepler yasaları uyarınca oluştuğunu matematiksel olarak kanıtlamıştır. Sonuçta Newton, bütün gök cisimlerinin birbirlerini çekmelerine neden olan güçlü bir çekme kuvvetine sa-

hip oldukları bir evren tasarlamıştır. Güneş en büyük gök cismi olduğu için sistemin merkezindedir ve sisteme egemendir; sistemdeki tüm gök cisimlerini çevresinde eliptik yörüngeler izleyecek şekilde kendine doğru çekmektedir.

Bu olağanüstü keşfiyle Newton, sadece gezegen hareketlerinin dinamik yönünü çözmemiş, aynı zamanda Aristoteles'ten beri birbirinden bağımsız olduğu düşünülen, serbest bırakılan cisimlerin yere düşmesi ve gezegen hareketleriyle ilgili problemlerin tek bir kuramla çözülebileceğini de göstermiştir. Gerçekte Newton, Yer'e düşen bir taş ile bir gezegenin hareketi arasındaki ilişkiyi göstermiştir.

Newton'un Principia adlı kitabı gerçekte fizikte kuramsal evreye geçişi temsil eden bir başyapıttır. Onun zamanına kadar bilimde, gözlem ve deney aşamasında bir takım kanunların elde edilmesiyle yetinilmişti. Newton ise bu kanunlar ışığında, bilimin bütününde geçerli olan ilkelere oluşturulduğu kuramsal evreye ulaşmayı başarmış ve fiziği, tıpkı Eukleides'in geometride yaptığına benzer şekilde, aksiyomatik hale getirmiştir. Newton kitabının ilk kısmında tanımlar verir ve ardından ilkeler veya hareket yasaları adını verdiği kuralları sıralar. İleri sürdüğü ilkeler mekanik biliminin temellerini oluşturan ilkelerdir:

1. Her cisim, üzerine uygulanan kuvvetler yoluyla dinginlik ya da düzgün doğrusal hareket durumunu değiştirmeye zorlanmadıkça durumunu korur (Eylemsizlik İlkesi).

2. Hareket değişimi (ivme), uygulanan kuvvet ile orantılıdır ve kuvvetin uygulandığı yöndedir ( $F = m.a$ ).

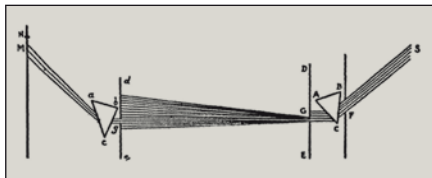
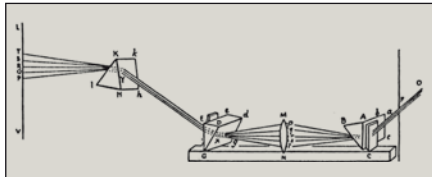
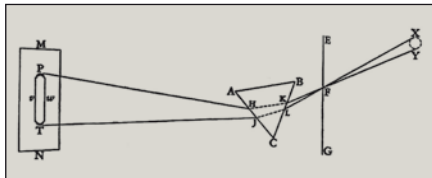
3. Her etkiye, her zaman karşıt olan eşit bir tepki vardır; yani iki cismin birbiri üzerindeki karşılıklı etkileri her zaman eşit ve zıt yönlüdür (Etki-Tepki İlkesi).

Newton'un tek başarısı bu değildi. O dönemde uzun yıllar boyunca merak ve ilgi konusu olan ışığın doğası ve renklerin gizemi de çözüm bekleyen sorunlar arasındaydı. Newton bu sorunu da deneysel ve matematiksel olarak çözmüştür. İkinci büyük yapıtı olan *Opticks*'te bu konuları irdeleyen Newton, kitabının girişine şöy-

le başlar: "Küresel biçimli olanların dışındaki optik camların yapılmasıyla uğraştığım 1666 yılının başlarında size verdiğim sözü yerine getirmek için, resmiyeti daha fazla uzatmadan açıklama yapacağım. Ben renk olgusunu incelemekte kullandığım bir üçgen prizma temin ettim ve karanlık bir oda meydana getirdim. Penceresine de uygun miktarda Güneş ışığının girmesine izin verecek küçük bir delik açtım. Deliğin girişine, karşı duvarın üzerine ışığı kırarak bir prizma yerleştirdim. İlk önce meydana gelmiş olan canlı ve yoğun renkleri izlemek çok sevindiriciydi; fakat sonradan daha dikkatli baktığımda, bunları dikdörtgen bir biçimde görmek beni şaşırttı, çünkü bilinen kırılma kanunlarına göre, daire oluşacağını umuyordum."

Newton'un sevinçle izlediği bu tayf deneyi, ilk kez ışığın ve rengin doğası hakkında bilinenlerin dışında çıkarımlar yapmasını sağladı: "Güneş ışığı farklı renklerden oluşur ve her renk belirli bir açıyla prizmada kırılır. Diğer bir deyişle, Güneş ışığı farklı kırılma niteliklerine sahip ışıklardan oluşur." Bu çıkarımlar açıkça renk ve kırılabilirlik gibi iki olguyu birbirine bağlamaktadır. Eğer bu bağlantı doğruysa, o zaman belirli bir rengin ışığı prizmadan geçirildiğinde, o rengin belirleyici açısıyla ışın demeti sapacak, fakat diğer renkler açığa çıkmayacaktır. Düzenlediği deneyde ortaya çıkan renk tayfındaki tek bir rengi diğerlerinden ayırmayı başaran Newton, ayırdığı rengi ikinci bir prizmadan geçirmiş ve beklediği gibi ışın demeti kırılmaya uğramış fakat ayrışmamıştır. Böylece farklı renklerin kırılma miktarlarının birbirinden farklı olduğunu keşfeden Newton, deneyin kendisi açısından taşıdığı önemi vurgulamak için ona "experimentum crucis" (kritik deney) adını vermiştir.

Newton'un bu deneyi düzenlemekteki amacı, aslında kendisinden önce Aristoteles tarafından ortaya konulmuş olan değişim kuramının geçersiz olduğunu göstermektir. Bu kurama göre renkler beyaz ışığın zayıflaması veya kuvvetlenmesi sonucu oluşurlar. Başka bir deyişle renkler beyaz ışığın değişimiyle ortaya çıkar. Eğer



bu kuram doğruysa prizmaya gönderilen türdeş ışık yani tek renk, tekrar değişime uğrayacak ve sonuçta da bütün renkler olmasa bile, örneğin gönderilen ışık kırmızıysa, kırmızı sonrası renkleri açığa çıkaracaktır. İşte Newton yaptığı ikinci deneyle bu kuramın doğru olmadığını, çünkü prizmaya gönderilen tek rengin kırılmaya uğradığını ancak yine sadece kırmızı rengi oluşturduğunu kanıtlamış oluyordu. Sonuçta Newton bu deneysel araştırmalarıyla, beyaz ışığın sanıldığı gibi temel ışık olmadığını, renklerin başlangıçtan itibaren bu ışığın içinde var olduğunu anlıyordu. Prizma elekten geçiriyormuş gibi renkleri ayrıştırıyor, her renk prizmada değişik açılardan kırılmaya uğruyordu. O nedenle prizmadan geçen bir rengi oluşturan ışık ışını tekrar prizmaya gönderildiğinde kırılmaya uğruyor, ancak ayrışmadığı için kendinden sonraki renkleri meydana getirmiyordu.

Bu sonuç değişim kuramının geçersizliğini göstermek için yeterli olsa da Newton, kendi görüşlerini bir kuram haline getirecek son bir deney daha düzenlemeye karar verir. Daha önce renkleri elde ettiği deney düzeneğindeki tayfın önüne ince kenarlı bir mercek yerleştirir ve böylece renkleri bir noktada odaklar. O noktada tekrar beyaz ışık elde eder. Bu ışığı prizmadan geçirir, renkler tekrar açığa çıkar, ancak ters olarak, yani kırmızı altta, mor üstte olacak şekilde. Böylece Newton beyaz ışıktan renkleri ve renklerden de beyaz ışığı elde etmiş oluyordu. Bu deney hem değişim kuramını geçersizleştirmiş, hem de Newton'un kuramının yeni bir ışık ve renk kuramı olarak kabul edilmesini sağlamıştır. Newton'un oluşturduğu bu renk kuramının önemli bir yönü de matematiksel bir temele dayanmasıdır. Çünkü prizmada renkler belirli bir açıyla kırılır. Dolayısıyla her rengin belirli bir kırılma derecesi, açısı vardır. Böylece her renk belirli bir nicelikte bağdaştırılmış olur, oysa değişim kuramının böyle bir özelliği yoktur.

Bütün bu deneylerinin ve açıklamalarının sonucunda Newton, kendüışık tasarımını şöyle oluşturmuştur:

- Işık, ışıklı nesnelere çıkan ince parçacıklardan oluşan bir akıştır.
- Işık parçacıkları tamamen olağan mekanik ilkelere bağlıdır.
- Işık ışınları bütünüyle doğrusal çizgilerde yayılır.
- Işık parçacıkları katı nesnelere karşılaştıklarında bükülmeye uğrar.
- Güneş ışığı yani beyaz ışık bütün renklerin bileşimidir.
- Renkler ışığın doğasında bulunmaktadır, prizmanın oluşturduğu bir şey değildir.

Newton 1727 yılında öldüğünde, geliştirdiği bilim anlayışı ve parçacık kuramı, bilim topluluklarına benimsenmeye ve savunulmaya başlandı. Kurama ilgi çok büyüktü, çünkü olası tüm olguların sadece bu kuram bağlamında açıklanıp açıklanamayacağı merak ediliyordu. Bu nedenle sonraki 170 yıl boyunca kuram -Newton Programı adı altında- olgusal ve kavramsal düzeyde ayrıştırılmaya başlandı ve Newton yasaları ısı, ışık, gazlar kimyası, elektrik ve manyetizma ve benzeri alanlarda denendi. Bu denemeler büyük oranda başarılı olurken bir yandan da kuramın tıkanıdığı noktalar da belirginleşmeye başladı ve sonunda Newton yasalarının belli hız ve büyüklük sınırları içinde geçerli olduğu ve bunların dışında yetersiz kaldığı anlaşıldı. Böylece kuramın uygulanmadığı yerlerde yepyeni kuramların ortaya çıkması kaçınılmaz hale geldi; kuantum mekaniği, görelilik ve ışığın dalga olduğunu savunan dalga kuramlarının doğuşuna giden yol açılmış oldu.



Newton'un Teleskobu

#### Kaynaklar

Adıvar, A. Adnan, *Bilim ve Din*, Remzi Kitabevi, 1980.  
 Bixby, W., *Galileo ve Newton'un Evreni*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 1997.  
 Christianson, Gale E., *Isaac Newton ve Bilimsel Devrim*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2004.  
 Einstein, A. ve Infeld, L., *Fiziğin Evrimi*, Onur Yayınları, 1976.  
 Koyré, Alexandre, *Bilim ve Devrim Newton*, Salyangoz Yayınlar, 2006.  
 Losee, J., *A Historical Introduction to the Philosophy of Science*, Oxford University Press, Encyclopaedia Britannica Inc., 1972.

Newton, I., *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Great Books of Western World, Cilt: XXXIV, 1952.  
 Newton, I., *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Dover Publications, 1952.  
 Topdemir, H. G., ve Unat, Y., *Bilim Tarihi*, Pegem Yayınları, 2009.  
 Voelkel, James R., *Johannes Kepler ve Yeni Gökbilim*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2002.  
 Yıldırım, C., *Bilimin Öncüleri*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 1995.



Hüseyin Gazi Topdemir, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi (DTCF), Felsefe Bölümü, Sistemantik Felsefe ve Mantık Anabilim Dalı'nı bitirdikten (1985) sonra, 1988'de "Kemâlüddin el-Fârâsî'nin İbn el-Heysem'in *Kitâb el-Menâzır* Adlı Optik Kitabına Yazdığı Açıklamanın Yakın Kürelerdeki Kırılmaya Ait Bölümü'nün Çevirisi ve Kritisiz" başlıklı tezle yüksek lisans ve 1994'te da "Işığın Niteliği ve Görme Kuramı Adlı Bir Optik Eseri Üzerine Araştırma" başlıklı teziyle de doktora programını tamamladı. Bilimsel çalışma alanları, bilim tarihi ve bilim felsefesi olan yazarın bu konularda birçok çalışması bulunmaktadır. Halen DTCF, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı'nda profesör olarak çalışmalarını sürdürmektedir.