

# BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

[ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi,  
Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı

## Galileo'nun Bilimsel Başarıları

Teleskobun icadı önemli bilimsel gelişmeleri beraberinde getirmişti ancak öncesinde de ekipmansız yapılan gözlemlerle gökyüzü hakkında çok önemli bilgiler edinilmişti. Günümüzden yüzyıllarca önce astronomların çıplak gözle gökyüzünü gözleyerek beş gezegeni keşfettiklerini biliyoruz. Ancak Yer'den bütünüyle farklı nitelikler taşıdığı düşünülen gök cisimlerinin fiziksel yapısının Yer ile benzer olduğunun anlaşılması Galileo Galilei ve teleskobu sayesinde gerçekleşti. Böylece astronomi tarihinde yeni bir evreyi başlatan Galileo, Nikolás Kopernik'in evren tasarımını doğrulayacak kanıtları sağladı. Artık sıra Yer'in hareket ettiğini kanıtlamaya gelmişti.



Galileo Galilei (1564-1642)

Galileo'nun fildişi bir çerçeveye monte edilmiş orijinal teleskobu. Galileo'nun Jüpiter'i keşfettiği bu teleskop, İtalya'nın Floransa kentindeki Bilim Tarihi Enstitüsü ve Müzesinde sergileniyor.



Gianni Tortoli / SPL

## Galileo'nun Hareket Üzerine Çalışmaları

Galileo zamanında hareket konusundaki temel problem Yer'in hareket edip edemeyeceği ve hareket ettiği kabul edildiği takdirde doğacak sorunların tatmin edici bir şekilde cevaplanamamasıydı. O zamanlarda kabul gören kuramda herhangi bir nesnenin hareketi ile ağırlığı arasında bağıntı olduğuna inanılıyordu. Hareketi bütün yönleriyle ele almaya çalışan Galileo, öncelikle bu bağıntının gerçekten mevcut olup olmadığını belirlemeye çalıştı. Çünkü nesnenin ağırlığı ile hareket etmesi arasında nedensel bir bağıntı olmadığını gösterebilirse o zaman Yer'in hareket edebileceğini de savunabilirdi. Birinde mantar, diğerinde ise aynı boyutlarda demir asılı eşit uzunlukta iki ip olarak basit bir sarkaç düzeneği yapıp salınımlarını inceledi. Hava direnci olmasaydı iki nesnenin de eş zamanlı salınacağını fark etti. Demek ki ağırlık ile hareket arasında nedensel bir ilişki yoktu.

Galileo bu gözlemi üzerine Arşimet'in sıvıların dengesi konusundaki araştırmaları esnasında geliştirdiği özgül ağırlığa ilişkin

düşünceleri hatırladı. Suyun nesnelere uyguladığına benzer bir etkiye hava da neden oluyordu. Bu yüzden nesnelere düşerken kazandıkları hız farkı sanıldığı gibi ağırlıklarından değil, hava direncinden kaynaklanıyordu. Yoğunluğu suyunkinden az olan nesnelere suyun kaldırdığı gibi yoğunluğu havanınkinden az olan nesnelere havanın da kaldırdığını savundu. Tüm bunları birleştirerek, "Eğer havadan arınık bir ortam olsaydı bütün nesnelere aynı hızla düşerlerdi." görüşünü ileri sürdü. Yaptığı basit sarkaç deneyinin bir tür serbest düşme hareketi olduğunu fark eden Galileo, aynı maddeden yapılmış fakat farklı ağırlıktaki nesnelere farklı hızlarla düşmesi için bir neden olmadığını anladı. Çünkü düşme hızını belirleyen etken nesnenin ağırlığı değil, yoğunluğu idi.



Dorling Kindersley / UIG / SPL

Galileo Sarkacı



İki Büyük Dünya Sistemleri Üzerine Diyalog (1632) kitabının kapak sayfası

Library Of Congress / SPL

## Serbest Düşme

Çalışmalarına ara vermeyen Galileo, bilim tarihine “serbest düşme” olarak geçen konuyu farklı bir bağlamda yeniden ele almaya karar verdi. *İki Büyük Dünya Sistemleri Hakkında Diyalog (Dialogo Sopra i Due Massimi Sistemi Del Mondo, 1632)* başlıklı kitabında “havadan arınık” olmak koşulunu “pürüzsüz” olmak ile denk tuttu ve ünlü eğik düzlem deneyinde konuyu detaylandırma yoluna gitti. Önce tahta bir blokun üzerine bir oyuk açtı ve oyuğu pürüzsüzleştirdi. Sonra oyuğun genişliği ile hemen hemen aynı büyüklüğe sahip pürüzsüz bir metal top yaptı. Topun eğik düzlemin 1/4'ünde, 2/4'ünde 3/4'ünde ve 4/4'ünde yuvarlanırken ne kadar süre geçtiğini hesapladı. Sonuçta top eğik düzlem boyunca yuvarlanırken geçen sürenin serbest olarak düştüğünde geçen süreye eşit olduğunu belirledi ve ünlü serbest düşme yasasını formüleştirdi:  $S=1/2.g.t^2$ . Artık nesnelere düşüşlerindeki hız farkının ağırlıklarıyla ilintili olmadığından emin olmuştu. Nesnelere yoğunlukları nedeniyle hava direncine maruz kalıyor ve bu da yoğunlukları farklı nesnelere farklı sürelerde

düşmesine yol açıyordu. Ancak Yer'in hareket etmesine ilişkin tereddütlerini aşabilmesi için hâlâ epeyce yolu vardı.

Galileo, o sıralarda gündemden düşmeyen bir konuyu ele almaya karar verdi: fırlatılan nesnelere hareketi.

## Fırlatılma Hareketi

Galileo zamanındaki yerleşik görüşe göre, nesnelere fırlatıldığında, onları fırlatan kuvvetle bağları kesilmesine rağmen bir miktar daha yol almalarının nedeni ortama yüklenen kuvvetti. Galileo bu iddianın da konunun yeterince incelenmemiş olmasından, yani bilgi noksanlığından kaynaklandığını düşündü. Hava direnci ve boşluk düşüncelerini zihninde canlandırdı. Havanın engelleyici özelliğinden yola çıkarak bir nesne fırlatıldığında ona hareket ettirici bir kuvvet yüklendiğini, bu kuvvetin ortamdaki havanın etkisiyle giderek tükendiğini, nesnenin bir süre sonra doğal olarak yere düştüğünü ve hareketin başlangıcından bitimine kadar geçen yolun bir parabol biçiminde gerçekleştiğini tasavvur etti. Havanın engelleyici özelliğini nesnelere hareketinde vazgeçilmez bir belirleyici unsur olarak kabul eden Galileo, sürtünmesiz ortamda hareketin kesintisiz devam edeceğini öngörebildi. Nitekim tasarladığı eğik düzlem boyunca kayan metal topun, eğik düzlemin bitimine ulaştıktan sonra, yuvarlanmaya devam edeceği zeminin de eğik düzlemdeki oyukla aynı niteliklere sahip olması durumunda, eğik düzlemin bitiminde kazanmış olduğu ivme ile hareketini sürdüreceğini çıkarsadı. Böylece eylemsizlik hareketinin ilk anlatımını da başarmış oldu. Galileo, hareket konusunda kuvvet, ağırlık, yol, süre ve ivme kavramlarının bir arada düşünülmesi gerektiğini açık bir biçimde bilim insanlarının gündemine taşıdı. Bu da yeni bir bilim anlayışının başlangıcı oldu.

## Yer Hareket Ediyor!

Bütün bunlara karşın, Yer'in dönmesi durumunda ortaya çıkacağı varsayılan çeşitli sorunları açıklamadığı sürece Yer'in durağan olduğu kabulünü aşamayacağını fark eden Galileo, öncelikle Yer'in hareket etmesinden kaynaklanacağı düşünülen kaygıları belirledi. İlk olarak, eğer Yer hareket etseydi üzerindeki her şey etrafa saçılmalıydı, örneğin kulenin tepesinden bırakılan bir taş kulenin dibine değil de kuleden bir miktar uzağa düşmeliydi. Oysa öyle olmuyor, kulenin tam dibine düşüyordu. Demek ki Yer durağandı. İkinci olarak, Yer gibi ağır bir nesnenin hareketi nasıl açıklanabilirdi?

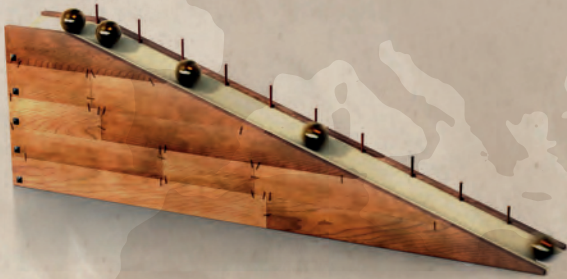
Galileo'nun birinci kaygıyı gidermeye yönelik cevabı şöyle idi: Yer'in üzerinde bulunan, hatta Yer'den belirli bir yükseklikte olan her şey Yer'in hareketine tabidir. Dolayısıyla kulenin tepesinden bırakılan ağır bir nesne düşerken Yer'in hareketinden bağımsız

olarak değil, Yer'in hareketine bağlı olarak hareket eder ve bu yüzden kulenin dibine düşer. Galileo ikinci hususu açıklamak için ise şöyle akıl yürüttü: Mademki gök nesneleri Yer'le benzer özelliklere sahiptir, o zaman çok büyük olmalarına karşın Mars, Jüpiter veya Satürn Güneş'in etrafında nasıl hareket ediyorlarsa Yer de benzer biçimde hareket eder. Henüz gerçek anlamda kütle çekimi kuvvetini kavrayamamış olsa da bu çıkarsamasına dayanarak Galileo'nun merkezkaç kuvvetinden haberdar olduğunu anlayabiliriz. Onun düşüncesinde artık hareket de durağanlık kadar doğal hâle gelmişti. Başka bir deyişle, durağanlık düşüncesine dayanarak açıklanabilen her şeyin harekete başvurarak da açıklanabileceğini fark etmişti. Galileo bu durağanlığı "sonsuz yavaşlık" diye ifade etmişti.

Galileo, çözüme kavuşturduğu pek çok problemin yanında olaylara yeni bir bakış açısı getirmeyi de başararak modern bilimin gelişim sürecinde önemli adımlar attı. Örneğin, havadan arınık olma fikri bir tür soyutlama ya da idealleştirme yaklaşımını da gündeme getirdi. Böylece kendisinden sonra eylemsizlik hareketini çok açık bir biçimde ifade etmeyi başaran Isaac Newton'un da yolundaki büyük engellerden birini ortadan kaldırmış oldu.

Gelecek sayıda Newton'un bilimsel başarılarını ele alacağız. ■

Jose Antonio Penas / SPL



## Kaynaklar

- Bixby, W., *Galileo ve Newton'un Evreni* (Çev.: N. Arık), Tübitak Yayınları & Yapı Kredi Yayınları, 1997.
- Bryant, W. W., *Galileo* (Çev.: A. B. Işık), İstanbul: Boğaziçi Yayınları, 2018.
- Galilei, G., *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog* (Çev.: R. Aşçıoğlu), İstanbul: Türkiye İş Bankası Yayınları, 2008.
- Galilei, G., *İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar* (Çev.: Y. Çevik), Ankara: Elips Kitap, 2011.
- MacLachlan, J., *Galileo Galilei, İlk Fizikçi* (Çev.: İ. Kalınyazgan), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2008.
- Maury, J.-P., *Galilei Yıldızların Habercisi* (Çev.: A. Bertay), İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2006.
- Topdemir, H. G., & Unat, Y., *Bilim Tarihi ve Felsefesi*, Ankara: Pegem Akademi, 2019.
- Westfall, R. S., *Modern Bilimin Oluşumu* (Çev.: İ. H. Duru), Ankara: V Yayınları, 1987.