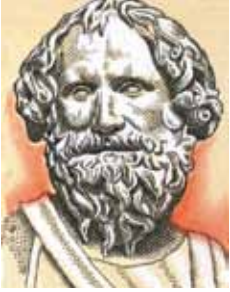


# Arkhimedes ve Helenistik Dönemde Bilim



Arkhimedes

## Helenistik Dönem

Bilim denilen etkinliğin ne zaman ve nasıl başladığını, tarih boyunca ne şekilde geliştiğini belirlemeyi amaçlayan bilim tarihi, ilk bilimsel çalışmaların Mısır, Mezopotamya, Hint ve Çin'de gerçekleştirildiğini göstermiştir. MÖ 3000'lerde başlayan bilimsel etkinlikler olgu toplama, sınama yanılma niteliğindedir ve yaklaşık 600'lere kadar devam etti. Bu tarihten itibaren ise Antik Grek Dünyası öne çıktı. Helen Dönemi denilen bu dönemin bilim adına öncülüğünü yapan Thales'tir (MÖ 624-546). Olgu bilgisinden olgunun nedeninin bilgisine geçme evresini temsil eden bu dönem, Büyük İskender'in siyasal güç haline geldiği 300'lere kadar sürdü. Büyük İskender ile başlayan dönemde 30'larda son buldu. Bu dönemde de egemen kültür yine Helen kültürüdür. Ancak Büyük İskender'in fetihleri sonucu fethedilen yerlerdeki kültürlerle karıştığı için Helenistik adını almıştır.

Helenistik Dönemin en gözde bilim merkezi İskenderiye'dir. İskender'in ölümünden sonra generalleri imparatorluğu paylaşmıştır. Mısır bölgesi General Ptolemy'nin yönetimine kalmıştır. Ptolemy burada Ptolemy Krallığı'nı kurmuştur. Kendisinden sonra gelen krallara da sırasıyla Ptolemy denmiştir. Toplam 14 Ptolemy vardır.

I. Ptolemy Nil deltasına İskenderiye'yi kurar. Grek mimarların tasarladığı kent, doğal olarak bir Grek kenti olarak yapılandırılmıştır. Kentte daha sonra kral mezarlığına dönüştürülen Sema adlı bir tapınak yapılır. İskenderiye'nin bir bilim merkezi olması hedeflendiği için, bazı kurumlar oluşturulur. Bunlardan biri bugünkü anlamından farklı bir şekilde tasarlanan müzedir. Müze bir araştırma merkezi niteliğinde tasarlanmıştır, içinde gözlem araç gereçlerinin yerleştirildiği gözlem yapılabilecek bir alan vardır. Ayrıca

tıp çalışmalarının yürütüleceği bir diseksiyon merkezi ve bilimsel çalışmalarını desteklemek için de dönemin en büyük kütüphanesi olan İskenderiye Kütüphanesi kurulur. Kütüphanede yaklaşık 700.000 papirüs tomarı bulunduğu söylenir. Limana dünyanın yedi harikasından biri olarak kabul edilen ünlü İskenderiye Feneri inşa edilir. Bir süre İskenderiye Kütüphanesi'nin yöneticiliğini de yapmış olan Eukleides (MÖ 300'ler), Arkhimedes ve Apollonios (MÖ 262-190) burada yetişen ünlü bilim adamları arasındadır.



Dünyanın yedi harikasından biri kabul edilen İskenderiye Feneri

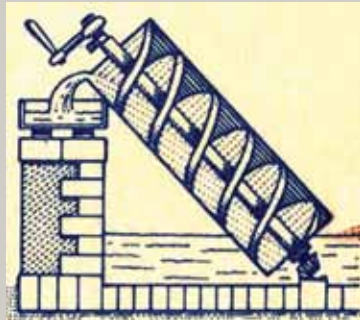
## Arkhimedes'in Yaşam Öyküsü

Grek kökenli bir aileden gelen Arkhimedes, Sicilya'nın Sirakuza kentinde MÖ 287 yılında doğdu. Yaşamı hakkında bilinenler çok fazla değildir. Sirakuzalı olması, Helenistik Dönemde İskenderiye dışında da önemli sayılabilecek başka kentlerin bulunduğu göstermektedir. Eğitimini İskenderiye'de tamamladı; Eukleides'in geliştirdiği düzlem geometriyi burada öğrendi. Daha sonra Sirakuza'ya döndü ve orada bilim tarihinin eşsiz örnekleri sayılabilecek çok sayıda kitap yazdı. Sadece kuramsal çalışmalar yapmadı. Kuramsal bilgilerini uygulayabileceği alanlarda seçkin araç ve gereçler de yaptı. Tarihteki çok yönlü ender bilginlerden birisidir. Ancak çalışmaları ayrıntılı irdelendiğinde, ilgisinin yoğunlaştığı alanların matematik ve fizik olduğu anlaşılır. Bu yüzden matematiksel fiziğin ilk örneği olarak onun statik ve hidrostatik çalışmaları gösterilebilir. Matematik en büyük tutkusuydu. Romalı bir asker tarafından öldürüldüğünde de kumsalda problem çözdüğü söylenir.

Romalı General Marculus (268-208) Sirakuza'yı almak için büyük bir kuşatma harekâtı yapar. Ancak kent uzun süre düşmez, çünkü Arkhimedes'in yaptığı gizli bazı silahlarla savunulur. Hatta Arkhimedes'in dev bir çukur ayna ile düşman donanmasını yaktığı söylenir. Mancınıklarla Romalı askerlerin üzerine dev kalar fırlatılır. Nihayet MÖ 212 yılında kent düşer. İşgal sırasında bir gün Arkhimedes kum üzerinde hesap yaparken Romalı bir asker kendisine ne yaptığını sorduğunda cevap vermez ve askere kızar, asker de Arkhimedes'i öldürür. Öldürüldüğünde Arkhimedes 75 yaşındadır.

Evreka! Evreka!

Arkhimedes hakkında tarihe düşülen bir not vardır: Bir gün banyo yapmak için küvete ayağını koyduğunda suyun ayağına bir basınç uyguladığını, küvetin kenarlarına doğru yükseldiğini ve içine oturduğunda da taşıdığını fark eder. İşte o zaman "Evreka! Evreka!" (Buldum! Buldum!) diye bağırarak sokağa fırlar. Bu hikâyede bilinmesi gereken Arkhimedes'i neyin bu denli heyecanlandırdığıdır. Yanıt, özgül ağırlık fikrinin keşfidir.



Arkhimedes'in pratik buluşlarından biri de alçak zeminde bulunan suyu yukarıya çıkarmakta kullanılan ve onun adıyla anılan burgudur.

Keşifler çoğunlukla özel anların ürünüdür, bir keşif yapılmasını sağlayacak "problemlili" bir durumda olunması gerekir. O sırada Arkhimedes'in içinde bulunduğu "problemlili" durum neydi acaba? O dönemde Sirakuza, Kral II. Hieron tarafından yönetilmekteydi. Kendisine görkemli bir altın taç yaptıran Kral, nedense kuyumcunun tacı saf altından yapmadığından ve içine gümüş karıştırdığından şüphelenir. Bunun sadece bir şüphe olup olmadığını anlamak için Arkhimedes'i görevlendirir.

Uzun süre Kralın emrini nasıl yerine getireceğini, kuyumcuya haksızlık yapmadan gerçeği nasıl bulup açığa çıkaracağını düşünen Arkhimedes, küvette aslında bu problemin çözümünü bulmuştu. Her maddenin kendine özgü bir ağırlığı olduğu gerçeğini problemin çözümünde nasıl kullanacağını bu şekilde fark ettikten sonra, taca zarar vermeden saf altından mı yoksa gümüş karışımından mı oluştuğunu bulabilecekti. Arkhimedes pratik bir yöntemle sorunu çözdü. Çözümün adımları şu şekilde düzenlenmişti: Tacı suyla dolu, dereceli bir kaba batırarak taşıdığı su miktarını bulmak. Sonra da tacı bu suyun hacmine eşit altın ve gümüş miktarı ile tartmak. Deney tacın saf altın olmadığını ortaya çıkarır.

Şimdi bu buluşun, bilimsel keşif yöntemi açısından değerini irdeleyebiliriz. Bilimsel keşif bir problemin ele alınmasıyla başlar. Problem çözümü gözlem, deney ve varsayım gerektiren bir durumdur. Arkhimedes tacın som altından olup olmadığı problemi ile küvetteki su düzeyinin yükselmesi gözlemi arasında bağ kurmuştur. Yaptığı gözleme göre, sudan daha yoğun bir nesne suya daldırıldığında taşıdığı suyun ağırlığı kadar kendi ağırlığından yitirmektedir. Böylece Arkhimedes bir olgu durumundan (suyun küvette yükselmesi) olgunun nedeninin bilgisine (suya batırılan her nesne taşıdığı suyun ağırlığı kadar kendi ağırlığından yitirir) ulaşmayı başarmıştır. Onu bilim tarihinde eşsiz kılan da bu bağlantıyı kurmasını sağlayan bilgisi ve becerisidir. Daha sonra Arkhimedes ilkesi olarak anılan bu keşfin bilim tarihi açısından önemi ise, sıvıların bilimi olan hidrostatik'in temelini oluşturmasıdır.



Arkhimedes dev bir çukur ayna kullanarak Roma donanmasının gemilerini yakmıştı. Çukur aynaların, ince kenarlı mercekler gibi, ışınları bir noktaya toplama özelliği vardır. Arkhimedes bu bilimsel kuralı pratiğe uygulamış ve dev bir optik araç yapmıştı.

## Katıların Dengesi

Arkhimedes'in bir diğer başarısı da mekanik bilimine yaptığı katkılardır. Arkhimedes makaralar, aynalar, vidalar ve kaldıraçlar gibi pratik yararı olan çok sayıda araç yapmıştır. Bu araçlar çok eskiden beri çeşitli şekillerde kullanılmaktaydı. Arkhimedes, bu araçların dayandığı fizik ilkesinin kuramsal temeli ni ifade edebilmiştir.

Arkhimedes'in fizik bilimindeki tutumu tıpkı Eukleides'in geometrideki tutumu gibidir. Bir bilim dalında temel ilkeler (aksiyom ve postulat) kabul edilir ve teoremler bu ilkelere dayanılarak çözümlenir. Buna aksiyomatik yaklaşım denir. Arkhimedes de hem kendi gözlemlerinden, hem daha önceden ortaya koyulmuş gözlemlerden yola çıkarak ilkelere geliştirmiştir. Statik konusunda geliştirdiği ilkeler şunlardır:

**Eşit ağırlıklar, destek noktasına eşit mesafede dengede kalır.**

**Eşit ağırlıklar, denge noktasına eşit olmayan mesafelerde dengede kalmaz, denge mesafenin fazla olduğu tarafa doğru bozulur.**

**Dengede bulunan bir nesnenin bir tarafına ağırlık koyulduğunda, denge ağırlık konulan tarafa doğru bozulur.**

**Eşit olmayan ağırlıklar, destek noktasından bu ağırlıklarla ters orantılı mesafelerde dengelenir.**

Arkhimedes, bu ilkelerden hareketle dengede kalma ilkesini şöyle formüleştirmiştir:

Arkhimedes, böylece hem bir bilim ideali olarak gördüğü geometrik modeli fizikte gerçekleştirmiş, hem de öncül olarak aldığı önermelere dayanarak kaldıraç ilkesini ispatlamıştır.

$$Kuvvet \times Kuvvet\ kolu = Y\ddot{u}k \times Y\ddot{u}k\ kolu$$

Bütün bunlardan Arkhimedes'in modern anlamda bir bilim programı geliştirdiğini söylemek olanaklı görünmektedir. Onun bilimsel araştırma yöntemi gözlem ile akılsal çıkarımın birleştirilmesi üzerine kurulmuştur.

Arkhimedes'in bilimsel başarılarını ana çizgileriyle de olsa tam olarak betimlemek için matematik çalışmalarından da söz etmek gerekir.



Arkhimedes'in mezar taşına da kazınmış olan bu şekil, küre ve silindirin alanlarının oranının, hacimlerinin oranına eşit olduğunu gösterir.

rılmış bir disiplin olması ve arazi ölçümünden dev piramitlerin yapılışına kadar ciddi bir uygulama alanı olması yüzyıllar boyunca geometriyi ilgi odağı haline getirmiştir. Özellikle bilgide kesinlik arayışının öne çıktığı bir zaman diliminde bu ilgi zirveye ulaşmıştır. Arkhimedes'in bir silindirin hacminin, içine yerleştirilen bir kürenin hacmine oranının, küre ve silindirin alanlarının oranına eşit olduğunu keşfetmesi de ilgisinin derecesini göstermeye yeter.

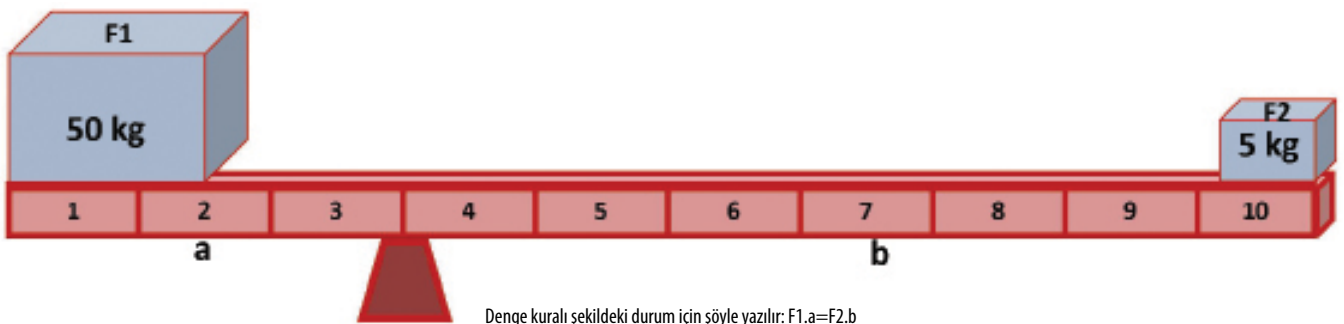
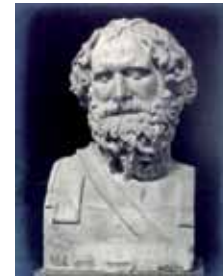
Eğri yüzeylerin dörtgenleştirilerek alanlarının bulunması, sonsuz küçükler hesabına yaklaşma denemesi gibi çalışmaları da diğer matematik başarılarından birkaçıdır. İlk örneklerine bilimsel devrim döneminde rastlanan matematiksel fizik benzeri yaklaşımı doğa bilimlerinde benimsemiş olan Arkhimedes, bilim tarihinin seçkin temsilcilerinden birisi olmayı hak etmektedir. "Bana bir dayanak noktası gösterin, Dünya'yı yerinden oynatayım" dediği göz önüne alınırsa, Arkhimedes gerçek bir mekanikçi, matematikçi ve uygulamacıdır.

### Kaynaklar

Dampier, W. C., *A History of Science*, Cambridge University Press, 1989.  
Stonaker, F. B., *Meşhur Matematikçiler*, Gündoğan, 1989.  
Struik, D. J., *Kısa Matematik Tarihi*, Sarmal, 1996.  
Topdemir, H. G. ve Unat, Y., *Bilim Tarihi*, Pegem, 2009.  
Yıldırım, C., *Bilimin Öncüleri*, Tübitak, 1995.

## Arkhimedes'in Matematik Çalışmaları

Arkhimedes, Antik Çağ bilgi geleneğinin bir izleyicisi olarak her zaman geometri ile ilgilenmiştir. Geometri bilgiye kalıcılık niteliği veren bir düşünce bilimi olduğu için ister doğa ister evren isterse insanın diğer ilgi alanları olsun, her zaman geometriye dayanır. Mısır ve Mezopotamya uygarlıklarında gelişt-



Denge kuralı şeklindeki durum için şöyle yazılır:  $F_1 \cdot a = F_2 \cdot b$