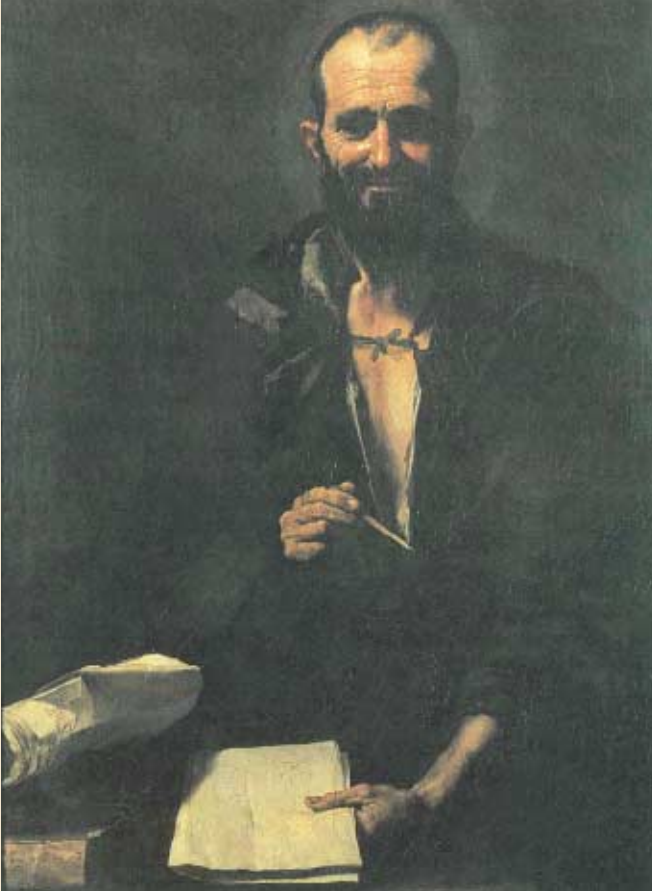


İSPAT, ŞAŞIRTICILIK VE BEKLENMEDİK...

ARŞİMET

Arşimet (Arkhimedes) en beklenmedik yerlerde çıkar karşımıza. İncil'de bile kendisinden sözedilmiş olabilir: "Ufak bir kent ve orada yaşayan birkaç insan vardı; ve büyük bir düşman kral geldi ve onu kuşattı ve ona karşı büyük siperler inşa etti. Orada oturan yoksul ve bilgin bir kişi vardı; bilgeliği kenti kurtardı; ama bu yoksul kişiyi hiç kimse anımsamadı. ... Bilge kişinin bilgeliği hor görüldü." Yüz yıl kadar önce Moriz Friedländer bu alıntının, Siraküz kuşatmasında Arşimet'in öyküsünün bir versiyonu olabileceğine dikkat çekmişti. Günümüzün araştırmacıları bu yoruma pek katılmaz, bunun ahlaki ders niteliğinde bir öykü olduğunu ileri sürerler. Yine de, Friedländer'in bir bakıma haklı olduğu bir nokta vardı. Arşimet, eski Akdeniz halkının hayalini, başka hiç bir bilginin yapamadığı ölçüde etkilemişti.



Arşimet'e ilişkin kesin olarak saptanabilen tek tarih, öldüğü İÖ 212 yılı. Bu tarih, antik dönemin dünya savaşı sayılan ikinci Pön Savaşı'na karşılık geliyor. Arşimet, Siraküz'ün, Romalıların kuşatmasına iki yıl direnmesini

sağlayan ilginç savunma makineleri (düşmana kütükler fırlatan mancınıklar dahil) tasarlar. İcatları, Yunan bilgeliliğinin Romalıların gücünü nasıl yenebildiğinin güçlü bir sembolü haline gelir. Yeteneğinden yararlanma iste-

ğinden olsa gerek, Romalı general Marcellus'un onu kurtarmak istemesine karşın, şehir düştüğünde Arşimet de yaşamını yitirir.

Ve böylece Arşimet bir efsane kahramanına dönüşür. Bugün bile onun

hakkında başka herhangi bir eski zaman bilimcisinden çok daha fazla şey duyuyoruz; anlatılanların çoğu güvenilir olmasa da. Ne var ki, ara sıra eserleri de bize değerli bazı kişisel bilgiler yansıtıyor. Örneğin *Kum Sayacı* kitabında, Phidias adlı bir astronomun vardığı bir sonucu dile getirirken, onun kendi babası olduğuna da değinir. İsim önemlidir; çünkü Arşimet'in soylu olmadığını gösterir. Atina'daki Parthenon'u yapan büyük heykeltıraşın adı da Phidias'tı. Daha sonra bu isim zanaatkarlar arasında sıkça kullanılır oldu. Eski zamanların soylularıyla hünere ve ustalığa pek değer vermezler, elle yapılan işleri de o ölçüde aşağı görürlerdi ki, oğullarına zanaatsal başarıları anımsatan isimler vermezlerdi. Bu nedenle Arşimet'in büyükbabası büyük olasılıkla bir soylu değil, alçakgönüllü bir zanaatkardı.

Efsanelere pek güven olmasa da, hamama da bir uğramadan Arşimet konusu eksik kalır. Kral Hiero'nun altı tacının öyküsünün en ünlü versiyonunu, Vitruvius tarafından anlatılmış olana. Arşimet, hamama gittiğı bir gün çok dalgındır; tacı bozmadan altının katıksız olup olmadığını nasıl belirleyeceğini derin derin düşünmektedir. O sırada banyosundan suyun taşmakta olduğunu farkeder ve "Eureka, eureka!" (Buldum, buldum!) diye bağırarak hemen dışarı fırlar.

Arşimet'in bulduğı neydi? Vitruvius'a göre, suya tümüyle batırılan bir nesnenin yerinden ettiğı suyun hacminin, o nesnenin hacmine eşit olduğu. Öyleyse, tacı küvetteki suya daldırıp yer değıştiren suyun hacmini ölçerse, bu hacim tacın hacmine eşit olacaktı. Bu hacim, kuyumcuya başta verilmiş olan benzer kütledeki saf altının yarattığı hacim farkıyla aynı olmalıydı. Ne var ki, tacın taşıdığı suyun hacminin daha büyük olduğu ortaya çıktı. Demek ki kuyumcu altını taç yapmak için erittiğinde bir kısmını



Arşimet İÖ. 287 yılında, Sicilya adasındaki Siraküz kentinde doğdu. İÖ. 212'de, Siraküz Romalılara düştüğünde bir asker tarafından öldürüldü.

çalmış, onun yerine yoğunluğu daha az olan bir metal koymuştu.

Öyküde anlatılan bu yöntem güvenilir olmakla beraber o denli basittir ki Arşimet *Yüzen Cisimler Üzerine* eserinde ondan söz bile etmemiş.

Hamam öyküsü bize bu insanın gerçek boyutlarını yansıtmıyor. Yüzen cisimler konusundaki eserinde Arşimet şaşırtıcı ölçüde derin bir sonuca varıyor: Durağan bir sıvı kütlelerinde, eşit hacimli bütün sütunların ağırlıkları da birbiriyle aynı olmalıdır; tersi durumda sıvı, daha ağır olandan daha hafife doğru akar. Bir katı cisim böyle bir sıvı içine daldırıldığında da aynı şey geçerlidir. Başka deyişle, içine katı bir cisim batırılmış bir sıvı sütununda, sıvının ve cismin toplam ağırlığı, toplam hacmi aynı olan bir sıvı sütununun ağırlığına eşit olmalıdır. Öyleyse, suya batırılmış bir cismin ağırlığı, yerinden olan su hacmindeki suyun ağırlığı kadar azalır. (Suda kendimizi daha hafif hissetmemizin nedeni budur.) Bu temel teorem, Arşimet'in sözkonusu eserinde "Önerme 7" başlığı altında titizlikle ispatlanmıştı. İşte bu, "Eureka!" diye bağırmanın gerçekten de geçecek bir şeydi.



Arşimet'in ileri sürdüğü tezler, kesin ve basit oldukları gibi, kendisi hakkında anlatılanlar kadar da çarpıcıdır. Çalışmaları, birlikte gelişen üç öge içerir:

ispat, şaşırtıcılık ve beklenmedik. İspat ve şaşırtıcılık birbirleriyle bağlantılıdır; çünkü Arşimet, hayret verici bir şeyin doğru olduğunu da ispatlayarak, bizi şaşırtır. Şaşırtıcılıkla beklenmedik olan da bağlantılıdır. Çünkü şaşırtıcı sonuç genellikle, birbirinden çok ayrı gibi görünen iki ayrı alanın denk ya da eşit olduğunu gösterir; buysa beklenmedik bir sürprizdir.

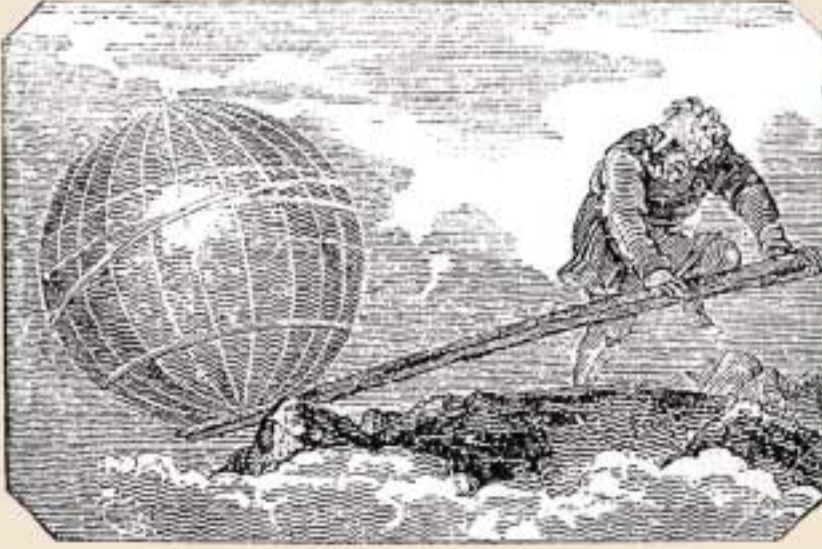
Arşimet yalnızca sezgisel görünen gerekçeleri pek az kullanır; kullandığında da bunu açıkça belirtir. Önce, pek bariz olmayan bazı postulatlar (doğru

olduğı kabul edilen önermeler) saptar. Örneğin, *Küre ve Silindir Üzerine Birinci Kitap*'ta şunu ileri sürer: "Eğer aynı yönde içbükey iki eğriden biri ötekini içine alıyorsa, bu eğri, içine aldığı eğriden daha uzundur ve bu nedenle, örneğin, iki nokta arasındaki en kısa uzunluk, bir doğru parçasıdır." Arşimet, ispatlanabilir olanla olmayana birbirinden ayırmaya çok büyük önem vermişti. Bariz gibi görünen gözlem sonuçlarını, açıkça belirtilmiş postulatlarla dönüştürerek, yadsınamayan ispatlar yapmayı başarmıştı.

Arşimet'in ispatları her zaman şaşırtıcı ve sezgilere ters düşen sonuçlar ortaya koymuştur. Basit ve ilginç bir örnek verelim. *Kum Sayacı*'nda Arşimet, kurduğı sayısal sistemle, bütün evreni dolduracak kum tanelerinin sayılabileceğini gösteriyor. Bu ispatın, görülebilen herhangi bir matematiksel amacı yok -şaşırtıcı bir örnek olmanın dışında.

Arşimet'in ispatlarının sonucu, genellikle iki biçimden birini içerir. Birincisi, eğrisel bir nesnenin, bir tür doğrusal nesneye eşit olduğu yönündedir. (Eğrisel ve doğrusal arasındaki sınır, Eski Yunan geometrisinin özünü, hatta bir anlamda geometrinin kendisinin özünü oluşturur.) İkincisiyse, fiziksel nesnelerin, soyut geometrik terimlerle betimlenebilecekleridir.

Eğrisel ve doğrusal geometrilerin karışımını içeren ispatlar, küre ve silindir konusundaki iki kitapta da yer alır. Silindir içine çizilen kürenin gö-



rünü o denli çarpıcıdır ki, Arşimet bunun mezar taşına çizilmesini ister. Yüzyıllar sonra, İstanbul'daki Aya Sofya gibi büyük yapılar için esin kaynağı olan, belki de bu şekildedir. Dünyaya iki yeni cismin tanımını getiren iki çalışması daha az çarpıcı değildir: *Konikler ve Küresel Cisimler Üzerine* ve *Spiral Çizgiler*. Fiziksel nesnelere geometrik terimlerle tanımlayan çalışmaları *Düzlemlerin Dengesi Üzerine* ve *Yüzen Cisimler Üzerine* kitaplarıdır. *Parabolün Karelenmesi* (yani parabolün, alanı eşit karelere bölünmesi) ve *Mekanik Teoremlerin Yöntemi* konusundaki iki incelemesinde her iki yaklaşımı birlikte kullanmıştır.

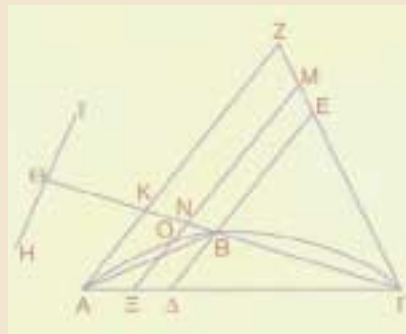
Bu eserler ve *Kum Sayacı*'nın, Arşimet'in kendi yazısıyla günümüze ulaşmış eserler olduğu konusunda, tam denebilecek bir fikir birliği var. Bunlar, belki de matematik tarihinde en etkin olmuş çalışmalar. İspat, şaşırtıcılık ve onu izleyen beklenmedik süreçleri, günümüz matematikçileri için de bir hedefse, bunun nedeni belki de Galileo, Leibniz ve Newton'dan geçerek bize ulaşan, Arşimet'in tarihî mirası.

Arşimet'in *Mekanik Teoremlerin Yöntemi* konusundaki çalışması, onun en ilginç eseri sayılıyor. Bu çalışma, ünlü dilbilimci Heiberg tarafından 1906 yılında, İstanbul'da eski parşömenler arasında (üzeri kazınmış ve sonra yeniden yazılmış olarak) bulunmuştu. Heiberg'in bulduğu, bir 13. yüzyıl dua kitabına malzeme oluşturmuş olan, 10. yüzyıl kopyasıydı. Heiberg belli belirsiz izlerin, hepsini olmasa da çoğunu okumayı başarmıştı. Bu inanılmaz bulgudan kısa süre

sonra yazı yeniden kayboldu (ya da çalındı). Ancak 1998'de New York'ta bir açıkartmada yeniden su yüzüne çıkarak iki milyon dolara satıldı. Adı açıklanmayan alıcı, eserin şimdi Baltimore'daki Walters Sanat Müzesi'nde korunma ve görüntülenme çalışmalarına da destekte bulunuyor.

1906'dan bu yana, *Mekanik Teoremlerin Yöntemi*'nde Arşimet'in doğru, eğri, fiziksel ve geometrik kavramlarını birleştirdiği biliniyor; daha da önemlisi, kalkülüsü öngörerek sonuç ile sonsuzu da birleştirdiği.

Biri eğrisel, öteki doğrusal iki nesne alalım ve bunları sonsuz sayıda bölümlere ayıralım; öyle ki, ikişer olarak alındıklarında hepsi aynı noktaya göre dengede olsun (Bkz. şekil). Örneğin, Birinci Önerme için verilen şekilde, bu tür sonsuz sayıdaki bölümlerden herhangi biri için; $AB\Gamma$ parabolünden $O\Xi$, ve $AB\Gamma$ üçgeninden $M\Xi$ doğruları (parabol-doğrusu Θ konumunda olmak üzere), K noktasına göre denge durumundadır. Bu nedenle, bir bütün olarak alındığında üçgen ve parabol,



Arşimet'in *Yöntemi*'deki Birinci Önerme'sini gösteren şema.

aynı K noktasına göre (parabolün ağırlık merkezi Θ 'de olmak üzere) dengededirler. Bir üçgenin ağırlık merkezini bulmak kolaydır; öyleyse parabolün ve üçgenin ağırlık merkezlerinin, dengelendikleri noktaya olan uzaklıklarını ölçebiliriz.

Bu makalenin yazarı Reviel Netz ve Osaka, Prefecture Üniversitesi'nden Ken Saito, 2001 yılında Baltimore'a giderek *Mekanik Teoremlerin Yöntemi*'nin daha önce okunmamış bölümlerini inceliyor ve oldukça şaşıyorlar. Ortaya çıkıyor ki, Arşimet kalkülüsü yaratmak için kesin yöntemlerin arayışı içindeymiş.

Çağdaş araştırmacılar, matematiğin 16. yüzyıldaki bilim devrimi sırasında temel bir kavramsal devrim yaşadığını varsaydılar. Sonsuz büyüklükte kümelerle ilk uğraşanların modern matematikçiler olduğu, Eski Yunan matematikçilerinin buna hiç el atmadığı düşünülüyordu. Ancak bulunan eski parşömenlerde Arşimet'in tam da bunu yapmakta olduğu görüldü. Sonsuz büyüklükte iki kümeyi karşılaştırıp, aynı sayıda elemanları olduğunu ifade etmişti. Bugüne kadar Eski Yunan matematiği konusundaki kaynakların hiçbiri bu bilgiyi içermiş değil.

Bu bulgu Arşimet'in yaşamı boyunca yaptığı çalışmaların tümünün bir simgesi. En önemlisi de, daha önce kimsenin yapmadığı bir şey yapmaya çalışmasıydı: beklenmedik olanı başarmak.

Netz, R., Proof, Amazement, and the Unexpected, Science, Kasım 2002

Çeviri: Nermin Arık