



Arşimet

ARŞİMET VE KRALIN TACI

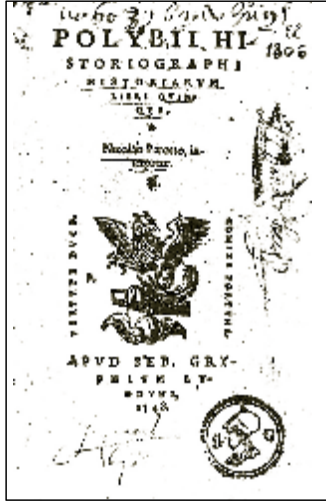
Hamamdan çırlıçplak fırlayıp “Buldum!” diye bağırın adamı, sanki olay daha dün olmuş gibi hatırlarız. Dosdoğru saraya gider ve kralın ısmarladığı altın taca gümüş katılıp katılmadığını, tacı bozmadan anlamanın yolunu bulduğunu söyler.

Hikâyenin devamını hepimiz ezbere biliyoruz. Som altından olduğu iddia edilen tacı suya sokar ve taşıdığı su miktarını ölçer. Daha sonra aynı ağırlıkta som altın bir kütleyi suya sokar ve daha az su taşıdığını görür. Demek ki kralın ısmarladığı taçtan biraz altın çalınıp yerine başka bir madde, hikâyeye göre gümüş, katılmıştır.

Hepimiz burada insan zekâsının vardığı düzeyden mest olur ve aynı zevki bu hikâyeyi başkalarına anlatırken de alacağımızı fark edip ballandıra ballandıra anlatır ve bu efsaneyi ayakta tutarız.

Tıpkı iki bin yıldır herkesin yaptığı gibi.

Oysa böyle bir olay olmuş mudur ve olduysa bu şekilde mi gelişmiştir?



Polybius'un Arşimet'in Syracuse savunması sırasındaki icatlarını anlattığı tarih kitabı

Bu olayın baş kahramanı olan Sicilyalı Arşimet MÖ 227 yılında Romalıların Sicilya'yı ele geçirmesi sırasında ölmüştür. Bu savaşı yazan Polybius ondan "yaşlı adam" olarak söz eder kitabında. Bu kitap Arşimet'ten söz eden ilk kitaptır. Arşimet'ten söz edilen yer aslında Roma generali Marcus Claudius Marcellus'un anlatıldığı bölümdür. Polybius bu bölümde Sicilya savunmasında Arşimet'in onlara nasıl zorluk çıkardığını, gemileri aynalarla yaktığını, mancınıklarla her tarafa koca koca taşlar attığını anlatır ki bu tamamen bir başka yazının konusu. Bizi ilgilendiren altın taç konusu, Roma savaşlarını anlatan bu tarih kitabında doğal olarak yoktur.

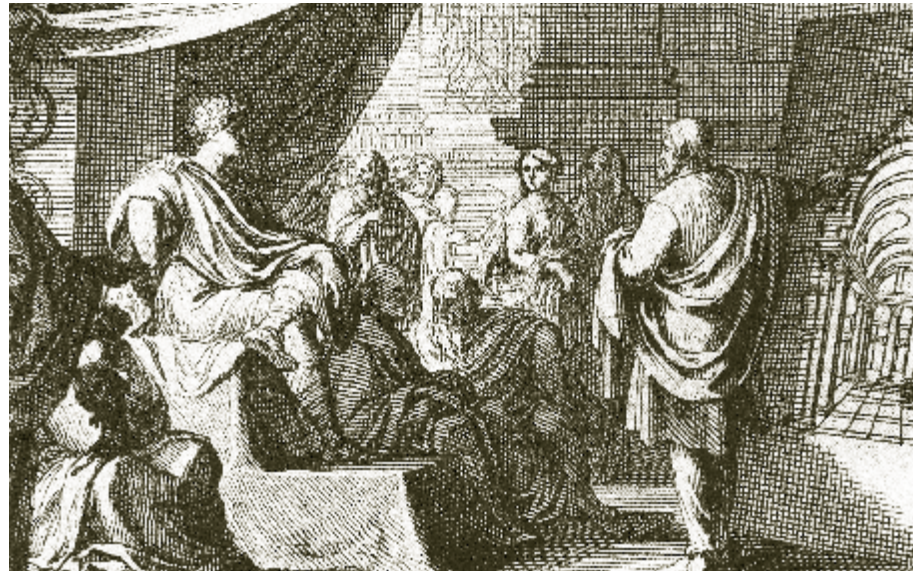
Kralın malum tacından söz eden ilk kitap Arşimet'in ölümünden yaklaşık iki yüzyıl sonra Romalı mimar Vitruvius'un yazdığı kitaptır. Vitruvius da elbette kulaktan dolma bilgileri, yani herkesin ballandıra ballandıra anlattığı hikâyeyi aktarmıştır kitabında. Olayın bir görgü tanığı ya da yazılı belgesi yoktur.

Arşimet'in yirmi iki yaşındayken yaptığı söylenen bu ölçümlerin gerçekliğinden ilk şüphelenen kişi, olaydan yaklaşık on sekiz yüz yıl sonra yaşamış Galileo'dur. Galileo da yirmi iki yaşındayken yazdığı bir makalede, Arşimet'in hileli tacın taşıdığı su miktarı ile aynı ağırlıktaki som altın kütleinin taşıdığı su miktarı arasındaki farkı gözlemesinin imkânsız olduğunu iddia eder. "Ama", der Galileo, "Arşimet başka bir düzenek kurarak bu farkı tespit etmiş olabilir" ve yazdığı makale de ayrıntılarıyla bu yeni düzeneği anlatır.

Galileo'nun Arşimet'in şöhretini kurtarmak ve bizleri keyifle anlatılacak bir efsaneden mahrum etmemek için tarif ettiği düzeneği biraz sonra anlatalım. Önce Galileo'nun şüphelenmekte haklı olup olmadığını bakalım.

Bu hikâyede sözü edilen taç kralların başlarına taktıkları ve kralın ne denli yüce bir kral olduğunu belirten o kocaman taçlardan biri değildir. Tapınak girişlerinde bulunan kutsal bir heykelin başına takılan bir süs tacıdır. Günümüze kadar kalan bu çeşit taçların en büyüğü yaklaşık on sekiz santim çapında ve yedi yüz gram ağırlığındadır. Usta bir işçilikle yapılmış ve bir biri üzerine katlanmış defne yaprakları işlenmiş kutsal bir süs eşyasıdır sözü edilen taç.

Bu büyüklükteki bir tacı suya batırmak için çapı, tacın çapından biraz daha büyük bir kap kullanmak gerekir. Tacı ve aynı ağırlıktaki altını suya ayrı ayrı bırakıp her biri su seviyesini ne kadar yükseltiyor diye bakabiliriz. Tacın içinde bir miktar gümüş varsa tacı suya soktuğumuzda su seviyesi daha fazla yükselecektir. Fakat aradaki fark, bu büyüklükteki bir taç için, bir milimetrenin yarısından az olacaktır. Galileo bunu gözle tespit etmenin mümkün olamayacağını söyler.



Gözle çok küçük bir fark tespit etsek bile bu farkın tacın yaprakları arasına sıkışmış küçük hava kabarcıklarından değil de altına katılan gümüşten olduğunu iddia etmek zor.

Vitruvius'un kitabı *De Architectura*

Bu deneydeki hata payı, gözlemeyi umduğumuz farktan fazla olduğu için deneyin sonunda kesin bir yargıya varamayacağımız gibi görünüyor.

Eğer su seviyesini değil de başta dediğimiz gibi taşan suyu ölçmeyi denesek sağlıklı bir sonuç elde eder miyiz? Yukarıdaki açıklamalardan sonra artık biliyoruz ki tacın taşıyacağı suyla aynı ağırlıktaki altının taşıyacağı su miktarı birbirine çok yakın olacak. Deneye başlarken kabı suyla tam olarak dolduralım, diyeceğiz. Kap tam olarak ne zaman dolmuş olacak? Suyun yüzey gerilimi nedeniyle kabı ağzına kadar suyla doldurduktan sonra biraz daha su ekleyebiliriz. Yandan bakınca kabın üzerinde suyun bir bombe yaptığını göreceğiz. Belki birkaç damla su daha alır! Kuramsal olarak “taşan su” dediğimiz miktar ile pratikte ölçeceğimiz “taşan su” aynı mı olacak?

Sonuç olarak Arşimet'in elindeki teknik imkânları kullanarak tacı suya sokup taşıdığı suyu ölçerek içinde gümüş olup olmadığını tespit etmek pek mümkün görünmüyor. Bu yönde şüphe belirten Galileo'ya hak vermemek elde değil.

Kıscası kuramın gerçek hayata tosladığı bir durumla karşı karşıyayız. Fakat bu kadar güzel bir hikâyeyi de kurtarmak gerekir. İşte Galileo'nun yaptığı tam da böyle bir kurtarma operasyonu.

Kralın tacına karıştırıldığı sanılan gümüşün suya yaratacağı seviye farkını gözle tespit etmenin zorluğuna karşı, o miktardaki suyun ağırlığını basit bir tartıyla ölçmek mümkündür. İşte Galileo bu fikirle yola çıkıyor.

Önce kaldıraç ilkesiyle çalışan bir terazi alalım. Bu deneyde kralın tacının yanı sıra onunla aynı ağırlıkta bir som altın, bir de gümüş kütle kullanacağız. Ayrıca onlarla aynı ağırlıkta herhangi bir metale de ihtiyacımız olacak. Diyelim elimizde tacla aynı ağırlıkta bir de demir kütle var. Bu demiri terazide denge kurmak için kullanacağız.

Önce terazinin bir ucuna saf altın parçasını asıyor ve suya sokuyoruz. Şimdi terazinin öbür koluna da teraziye dengeye getirecek şekilde demir parçasını asıyoruz ve yerini işaretliyoruz. Aynı işlemi gümüş parçasıyla da yapıyoruz. Gümüş altından daha düşük bir yoğunluğa sahip olduğu için gümüş için işaretlediğimiz denge noktası terazinin ortasına altın için işaretlediğimiz yerden daha yakın olacak.

Şimdi asıl ölçüme başlıyoruz. Kralın tacını terazinin koluna asıp suya sokuyoruz ve öbür uca da onu dengeleyecek şekilde demir ağırlığı yerleştiriyoruz ve o noktayı işaretliyoruz.

Galileo'nun *La Bilancetta*'da Anlattığı Deney**A noktası:**

Suyun içinde saf altın tartıldığında ağırlığın koyulduğu yer

B noktası:

Suyun içinde gümüş tartıldığında ağırlığın koyulduğu yer

Resimdeki denge durumu tacın içinde bir miktar gümüş olduğunu gösteriyor.

Eğer taç som altından yapıldıysa bu son işaret tam olarak az önce som altın için koyduğumuz işarete denk gelecek. Eğer taç tamamen gümüşten yapıldıysa bu işaret az önce gümüş için koyduğumuz işaretin üzerinde kalacak. Eğer tacın içindeki altına bir miktar gümüş katıldıysa bu son koyduğumuz işaret altın ve gümüş için koyduğumuz işaretlerin arasında bir yerde olacak.

Galileo'nun bu yönteminin en iyi tarafı tacın içindeki altın-gümüş oranını da tam olarak vermesi. Taç için koyduğumuz işaret altın için koyduğumuz işareten ne kadar uzaksa tacın içinde de o oranda gümüş var demektir. (Meraklısı için özetlersek, taç için koyduğumuz işaretin altın için koyduğumuz işareten uzaklığının, altın için koyduğumuz işaretle gümüş için koyduğumuz işaret arasındaki uzaklığa oranı, tacın içindeki gümüşün ağırlığının tacın ağırlığına oranını verecek.)

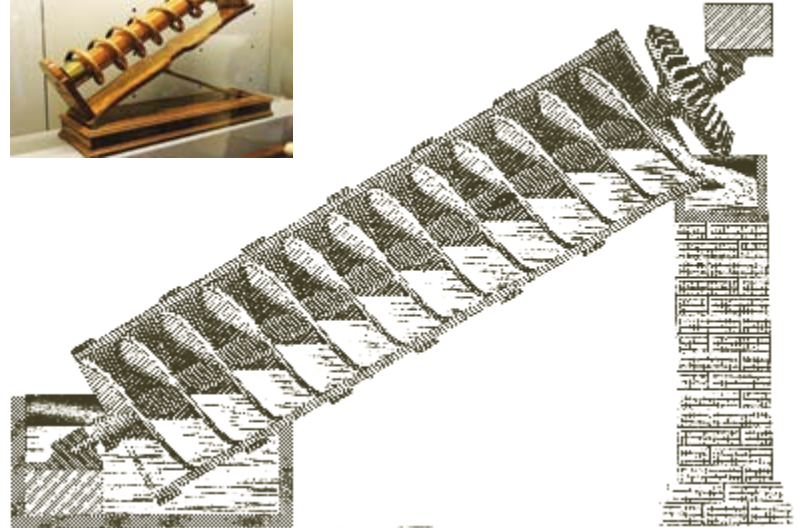
Galileo'nun bu hesaplarının ayrıntılarını *La Bilancetta* adlı eserinde bulabilirsiniz.

Eğer tacın içindeki gümüş miktarını bulmak yerine sadece tacın saf olup olmadığını anlamak isteseydik Galileo'nun fikrini kullanarak bunu daha kolay yapabirdik. Terazinin bir ucuna kralın tacını diğer ucuna da onunla aynı ağırlıkta som altın bir kütle asardık. Sonra terazinin her iki ucundaki ağırlıkları aynı anda suya sokardık. Eğer terazi dengede kalırsa taç som altından demektir. Eğer içinde gümüş varsa tacın olduğu taraf yukarı kalkacaktır.

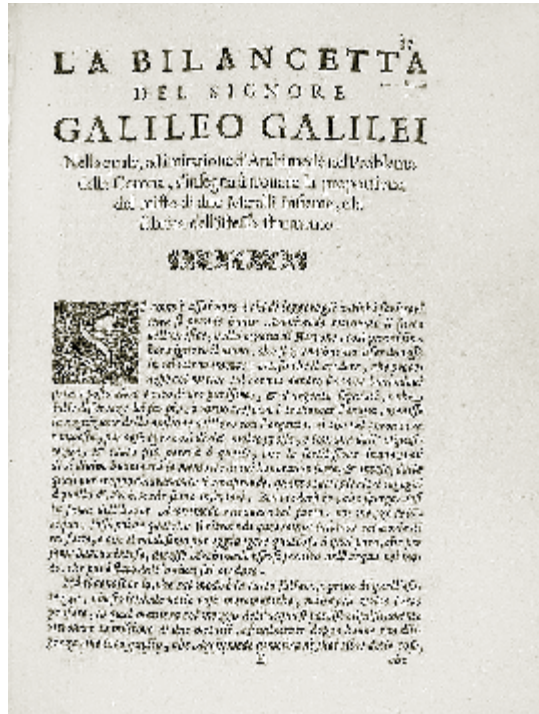


Galileo (üstte) Galileo'nun *La Bilancetta* başlıklı makalesi (altta)

Aslında Arşimet, integralin icadından neredeyse iki bin yıl önce, integralin ana kavramlarını kullanarak bir parabol eğrisinin altındaki alanı hesaplayan adamdır. Bugün hâlâ kullanılan ve Arşimet vidalı pompası diye anılan aletin de mucidir. Böyle bir insanın tacı suya soktuktan sonra taşın suyun miktarını herkesi ikna edecek bir hassasiyette ortaya koyacak bir düzenek kuramayacağını düşünmek biraz haksızlık olmuyor mu?



Arşimet vidalı pompası. Arşimet burgusu olarak da bilinir.



Galileo bu taç meselesi için alternatif bir çözüm üretmenin yanı sıra bir de tacın suda taşıracağı suyu gözle fark edecek bir düzenek düşünseydi ne iyi olurdu. Belki Arşimet yukarılardan bir yerden bize bakıp iki bin küsur yıl önce kurduğu düzeneği hâlâ çözemeyişimize gülüyordur. En çok da böyle bir düzeneğin o günkü teknolojiyle kurulamayacağını iddia etme tembelliğimize bakıp başını iki yana sallıyordur. O zaman haydi iş başına!



Kaynaklar

- Vitruvius'un kitabı için: <http://www.math.nyu.edu/~crrorres/Archimedes/Crown/Vitruvius.html>
- Galileo'nun makalesi için: <http://www.math.nyu.edu/~crrorres/Archimedes/Crown/bilancetta.html>