

Baş Hoca İshak Efendi'de Kantar Bahsi

İrem ASLAN SEYHAN*
Melek DOSAY GÖKDOĞAN

Makale Geliş / Recieved: 24.06.2020
Makale Kabul / Accepted: 31.06.2020

Öz

Kantar, çeşitli ağırlıklardaki yükleri tartmak için kullanılan bir araçtır. Kaldıraç prensibine göre çalışmaktadır. Ticaretle uğraşan hemen her toplumda kantar kullanılmıştır. Ancak işin fiziği ve geometrisiyle ilgilenmek farklı bir tutumdur. Anadolu'da çok eski zamanlardan beri kullanılan kantar, Osmanlı döneminde de çarşı ve pazarlarda bir tartı aleti olarak kullanılmıştır. Kantarın fiziğini bir ders konusu olarak işleyen ilk isim İshak Efendi'dir. Mübendishâne-i Berri Hümayun'un baş hocası İshak Efendi, modern bilimleri tanıttığı Mecmua-i Ulûm-u Riyâziyye adlı dört ciltlik muazzam eserinin fizik ile ilgili olan üçüncü cildinde basit makineleri incelemiştir. Üçüncü cildin 205-207. sayfalarında "kantar" aletine de yer vermiştir. Bu yazı, İshak Efendi'nin "kantar" bahsinin sadeleştirilmiş metninden ve konunun tarihsel değerlendirilmesinden oluşmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kantar Tarihi, Kaldıraç Tarihi, Mecmua-i Ulûm-u Riyâziyye, Baş Hoca İshak Efendi.

Steelyard by Chief Instructor Ishaq Efendi

Abstract

The steelyard is a tool which is used for weighing loads of various weights. It works according to the principle of leverage and it has been used in almost every society which engaged in trade. However, dealing with the physics and geometry of it requires different skills. It is

* Dr. Öğr. Üyesi, Bartın Üniversitesi, Felsefe Bölümü. iremaslan8@gmail.com. ORCID: 0000-0003-4999-2891.

** Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı. mdosay@hotmail.com. ORCID: 0000-0002-6936-6372.

Künye: ARSLAN SEYHAN, İrem, DOSAY GÖKDOĞAN, Melek. (2020). Baş Hoca İshak Efendi'de Kantar Bahsi. *Dört Öge*, 17, 59-70. <http://dergipark.gov.tr/dortoge>.

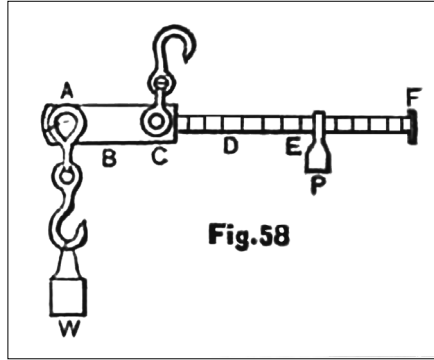
used in Anatolia since ancient times and it was used as a weighing device in the bazaars and markets during the Ottoman period. Ishaq Efendi was the first person who teaches the steelyard academically. Ishaq Efendi was the chief instructor of the Mühendishâne-i Berri Hümayun. This article contains a fraction of the third volume of his monumental four-volumed work Mecmua-i Ulûm-u Riyâziyye. The third volume of Mecmua-i Ulûm-u Riyâziyye, is on physics. In this article, we are going to evaluate the section on "steelyard", which lies on the pages between 205-207. This article contains the simplified text of this section as well as the historical background and evaluation of this device.

Keywords: History of the Steelyard, History of the Lever, *Compendium of Mathematical Sciences*, Chief Instructor Ishaq Efendi.

Giriş

Kantar, çok eski zamanlardan beri gramla ton arası çeşitli ağırlıklardaki yükleri tartmak için kullanılan bir araçtır (Robens, Jayaweera ve Kiefer, 2014, s. 169). Bir kantar, genellikle taşıyıcı bir çubuk, bir asma çengeli (pivot) ve eşit olmayan uzunlukta kollardan meydana gelmektedir. Asma çengelinin bir tarafında ölçülmek istenen yükün konulabileceği veya asılabileceği bir düzenek bulunmaktadır. Bu taraftaki kol kısadır ve asılan ağırlık çengele çok yakın konumdadır. Asma çengelinin diğer tarafında ise ölçekli uzun bir kol ve bu kol boyunca hareket eden bir karşı ağırlık bulunmaktadır. Ölçekli kolda bulunan karşı ağırlık, ölçülmek istenen yükü dengelemek üzere ayarlanır ve kantarın dengede olduğu durumda ölçüm yapılır (Bowser, 1893, s. 188).

Kantar bir çeşit kaldıraçtır ve dolayısıyla kaldıraç yasasına göre çalışır. Kaldıraçlar, sabit bir destek etrafında hareket edebilen bir çubuktan oluşurlar ve çubuk üzerinde aşağı yukarı hareket ettiği bu noktaya dayanak noktası denir. Kantarda bu nokta asma çengelidir. Uygulanan kuvvetin dayanak noktasına olan uzaklığı kuvvet kolu olup, yük ile dayanak noktası arasındaki uzaklık ise yük koludur. Bir kaldıraçta kuvvet kolu, yük kolundan ne kadar uzun olursa, bu kaldıraçla kaldırılacak yük de o kadar fazla olur. Kantarlarda tartılacak nesnenin asıldığı kol yani yük kolu, kuvvet kolundan oldukça küçüktür, bu yüzden terazilere nispeten daha fazla yük taşıyabilirler. Dengede olan bir kaldıraçta kuvvetle kuvvet kolunun çarpımı, yükle yük kolunun çarpımına eşittir (Parkinson, 1874, s. 108-109). Buna kaldıraç bağıntısı veya kaldıraç yasası denir.



Şekil 1. Kantar (Bowser, 1893, s. 188).

Kantarlarda ağırlık merkezi askının bulunduğu konumdaysa basit kaldıraç bağıntısıyla ilgili hesaplamalar yapılabilir. Örneğin, Şekil 1'de, varsayalım ki AF, C ağırlık merkezinden asıldığında dengede olsun. CF koluna hareketli bir P ağırlığı asalım. Daha sonra kantarın A ucuna bir W ağırlığını asalım. W, P'ye eşit olsun. P ağırlığı, $|AC| = |CE|$ olacak şekilde E noktasına asıldığında kantar dengede kalacaktır. Eğer W, P'nin 2 katı olsaydı, P ağırlığını öyle bir E noktasına asmalydık ki

$$2|AC| = |CE|$$

eşitliği sağlansın. Bu diğer oranlar için de geçerlidir. W ağırlığı 2, 3, 4 kata çıktığında, P ağırlığını bu rakamlarla orantılı bir uzaklığa asmalydık ki sistem dengede kalsın.

Eğer kantarın ağırlık merkezi askının bulunduğu konumda değilse, yani sistemde yük asılı değilken sistemin bir kolu diğerinden daha ağırorsa, bu durumda yapılan hesaplar biraz daha farklı olmaktadır. Yine Şekil 1'e göre, C dayanak noktası olsun. Var sayalım ki W ağırlığı A noktasından kaldırıldığında, P ağırlığının B noktasına getirilmesi $|CF|$ uzun kolunu dengelesin ve sistem yatay pozisyonda sabit, dengede kalsın. Bu durumda aletin momenti C'nin yakınında, CF tarafında ve P. $|CB|$ 'ye eşit olur. Dolayısıyla W ağırlığı A noktasına asıldığında ve P karşı ağırlığı herhangi bir E noktasına asılırsa dengenin sağlanması için,

$$P \cdot |CE| + P \cdot |BC| = W \cdot |AC|$$

veya

$$P \cdot |BE| = W \cdot |AC|$$

eşitliklerinin sağlanması gerekir ve ölçümler B, başlangıç noktası kabul edilerek yapılır. Böyle bir kantar ile belirli aralıklardaki ölçümler yapılabilir (Bowser, 1893, s. 188-189). Bu bağıntılar Edward Albert Bowser'ın 1893 tarihli *An Elementary Treatise on Analytic Mechanics: With Numerous Examples*, eserinde mevcuttur, yani 19. yüzyılın sonundaki ders kitaplarında konu bu şekilde ele alınmaktadır.

Yukarıda söylendiği üzere kantar bir çeşit kaldıraç olduğundan, kantarın tarihini incelemek için, kaldırıcın tarihine bakmak gerekir. Aslında bu iki aletin tarihi paralel olarak ilerlemiştir. Kantarlar tek tip olmayıp, birden fazla tipte kantar vardır, bunlardan bazıları Roma kantarı (basit kantar), Danimarka kantarı, İsviçre kantarıdır. İlk kaldıraç, MÖ 5000 yıllarında kantar formunda Yakın Doğu'da (Mezopotamya) ortaya çıkmıştır (Chomdros, 2007, s. 14). Antik Mısır'da ağırlıkları ölçmek ve karşılaştırmak için teraziler kullanılmıştır. Bu dönemde bile kaldıraç prensibinin bilinçli olarak kullanıldığına dair belgeler ve hiyeroglifler mevcuttur (Ceccarelli, 2014, s. 89).

Kantar MÖ 4.-5. yüzyıllarda Antik Yunan esnaf tarafından kullanılmaktaydı (Robens, Jayaweera ve Kiefer, 2014, s. 169). Ancak kantarın teorik temelini ortaya çıkışı Archimedes'e atfedilmektedir. Archimedes, *Düzlemlerin Dengesi Üzerine* (Περὶ ἐπιπέδων ἰσορροπιῶν) isimli eserinin kaldıraçlarla ilgili olan kısmında, bu konuyla ilgili 7 postulat ortaya koyarak *kaldıraç yasasını* tanımlamıştır (Heath, 1897, s. 189-203). Bunun için, *ağırlık merkezi* kavramını tanımlamış ve bu ağırlık merkezinin iki tarafındaki yükler ve yollar arasındaki meşhur bağıntısını kurmuştur. Kantar da bir çeşit kaldıraç olduğundan ve aynı prensibe göre çalıştığından, böylelikle kantarın da teorik temeli keşfedilmiş olmaktadır.

Arkeolojik kazılardan anlaşıldığına göre kantar MÖ 200 civarlarında Roma İmparatorluğu'nda da kullanılmıştı. Romalıların aletleri genellikle bronzdan yapılmış olup (Şekil 2), bu kantarların çeşitli ağırlıkları ölçmek için kullanılan, sayıları 3'e kadar çıkabilen ağırlık asma kancaları vardı. Ağır objeler en uca yakın kancaya asılırlardı, hafif olan objeler ise merkeze en yakın olan kancaya asılırlardı. Karşı ağırlığı kaydırma, bu dönemde genellikle estetik maksatlarla kullanılırdı (Robens, Jayaweera ve Kiefer, 2014, s. 169).

Bu tip kantarların ahşap gövdeli ve tek kancalı olanları MÖ 200 yılı civarlarında Antik Çin'de de kullanılmaktaydı. Çin'de bu aletler "ghanchang" olarak isimlendirilmekteydi. Çinliler o dönemlerde kolları 1,5 metreyi bulan ve yüzlerce kiloyu tartabilen kantarlar üretmişlerdi. Çin kantarında, ölçülecek olan ağırlığı kaldırmaya yarayan kanca, kolun ucunda bulunmaktaydı. Kantar kolunun diğer ucunda ise kola geçirilmiş ve serbestçe hareket edebilen bir karşı ağırlık bulunmaktaydı (Robens, Jayaweera ve Kiefer, 2014, s. 169-170). (Şekil 3).

Anadolu'da yapılan çeşitli arkeolojik kazılarda birçok kantar ağırlığı bulunmuştur. Bu da özellikle Bizans döneminde (MS 5. yüzyıl) kantarların sıklıkla kullanıldığını kanıtlamaktadır. Bizans döneminde pazarlarda devletin belirlediği resmi terazi ve kantar ağırlıkları kullanılıyordu ve bu ağırlıklar manastırlarda saklanmaktaydı. Piyasadaki ağırlıkları manastır ve resmî kurumlar denetliyorlardı (Meriçboyu ve Atasoy, 1983, s. 22). Bizans Döneminde tartı âleti olarak kantar ve terazinin birlikte kullanıldığı anlaşılmaktadır. Döküm tekniği ile imal edilen bu bronz kantar ağırlıkları estetik açıdan da çok değerlidir ve bazıları büst şeklindedir

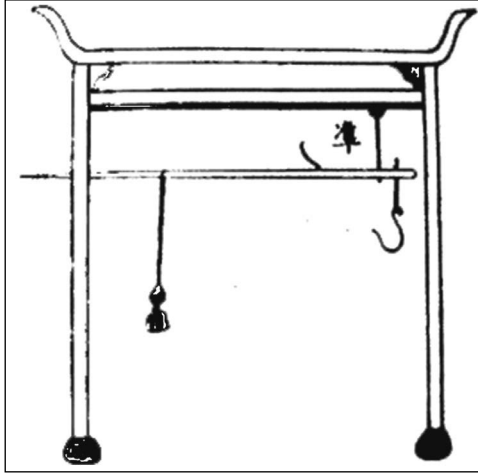
(Ünlüler, 2018, s. 348). Ağırlıkların tarihlendirilmesinde önemli veriler sunan Yassı Ada batığında, 3 adet kantar bulunmuştur (Bass ve Van Doorninck, 1982, s. 315). Bu kantarlardan biri Antik Çağ'ın en büyük kantarlarından biridir ve tunçtan yapılmıştır. Kantar kolunun ağır olan ucunda domuz başı, hafif olan ucunda ise pars başı bulunmaktadır, MS 7. yüzyıla ait olan bu kantar günümüzde Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi'nde sergilenmektedir.

Orta Çağ İslam Dünyası'nda ticaretin ekonomide çok önemli bir yeri vardı. İslam ülkeleri Uzak Doğu ve Batı'nın tam ortasında bulunduğu için ticaret yollarını ellerinde tutuyorlardı. Bu sebeple ticari işlerde kullanmak üzere güvenilir ölçü aletlerine ihtiyaç duyuyorlardı. 12. yüzyılda Basra Körfezi civarında ve Mısır'da ticareti yapılan malların ölçümü için kantar kullanıldığı bilinmektedir (Al-Hassan ve Hill, 1986, s. 17).

Rönesans döneminde ise kantarlar genellikle demir veya ağır kereste kullanılarak yapılmıştır. Kantarlar bu dönemde en çok kırsal alanlarda, özellikle çiftliklerde tartı cihazı olarak kullanılmıştır. Kantar, ev eşyalarından tahıllara, hayvanlara ve hatta yeni doğan bebeklere kadar her şeyi tartmak için kullanılmıştır. Elbette tüm diğer dönemlerde olduğu gibi bu dönemde de ticaret amaçlı kantar kullanımı oldukça yaygındır (Johnston, 2011, s. 735). Rönesans'ın başından itibaren bu konudaki kuramsal çalışmalar hız kazanmıştır. Önceleri üniversitelerde mekanik konuları matematiğin bir konusu olarak öğretilmekteyken, 1597-1598 yıllarında Padua Üniversitesi'nde Galileo Galilei (1564-1642) tarafından ilk bağımsız Makine Mekaniği dersi verilmiştir. Galilei, bu derste 1593 yılında yazmış olduğu *Le Mecaniche* (Mekanik) isimli çalışmasından faydalanmıştır. Bu eserinde Galilei, ağırlıkları kaldırmak için kullanılan temel makinelerin, yani kaldıraç, vinç ve kasnakların temel prensiplerinden bahsetmiştir. Böylece konuyla ilgili fiziksel olguları inceleyerek geometrik ve kinematik modellemelere ulaşmıştır. Galilei, çalışmalarında Archimedes ve Pappus'un çalışmalarından esinlenmiştir. Bu kişiler dışında bu alanda çalışan Guidobaldo Del Monte'den (1545-1607) de kuvvetle ilham almış gibi görünmektedir. Ayrıca yine mekanik alanında çalışmaları olan Alessandro Piccolomini (1508-1579), Francesco Maurolico (1494-1575), Federico Commandino (1509-1575) ve o zamanlar katı cisimlerin ağırlık merkezini belirleme problemi ile uğraşan Giovan Battista Benedetti (1530-1590) ve Girolamo Cardano'nun (1501-1576) çalışmalarından haberdardı ve bu çalışmalardan etkilenmiştir. *Le Mecaniche*'de "Kaldıraç ve Kantar Üzerine" isimli bir bölüm bulunmaktadır. Burada Galilei, kantardan (stadera) kaldıraçın en sık kullanılan uygulaması olarak bahsetmiştir. Aletin pratik kullanımından, kullanılan materyal, boyut ve şekil gibi özelliklerden bahsetmiş ve buna ek olarak teorik bir yaklaşımla moment kavramını kullanarak sistemi analiz etmiştir (Ceccarelli, 2006, 1401-1402). Galilei'nin eseri mekanizma ve makine teorisi hakkında yazılan ilk akademik ders kitabı olarak kabul edilmektedir.



Şekil 2. Bronzdan yapılmış Roma Kantarı¹



Şekil 3. Çin Kantarı Çizimi (Robens, Jayaweera ve Kiefer, 2014, s. 173)

Osmanlı Devleti'nde kantar yapımında malzeme olarak genellikle demir ve pirinç kullanılmıştır (Şekil 4). Osmanlıcada kantar sözcüğü aynı zamanda bir ağırlık ölçüsünü ifade etmek için de kullanılmıştır. Kantar, Arapça "kintâr" sözcüğünden gelmektedir (Redhouse, 2013, s. 595). Bazı Arap dili uzmanları kelimenin Arapça "katr" kökünden geldiğini, bazıları da Süryânîce veya Berberîce olduğunu

¹ Bu görsel *National Museum & Galleries of Wales*'in koleksiyon kataloğundan alınmıştır.

ileri sürmektedir. Ancak Cengiz Kallek'e göre, kantar sözcüğünün kökeni Latince "yüzlük" anlamına gelen centenarius'a dayanmaktadır. Bu kelime Yunancaya kentenarion (κεντηνάριον) olarak geçmiş, oradan da Süryaniceye kantirâ ve Arapçaya kintâr (çoğulu kanâtar) olarak aktarılmıştır (Kallek, 2001, s. 317).

Ticaretle uğraşan hemen her toplumda kantar kullanılmıştır. Ancak işin fiziği ve geometrisiyle ilgilenmek farklı bir tutumdur. Anadolu'da çok eski zamanlardan beri kullanılan kantar, Osmanlı döneminde de çarşı ve pazarlarda bir tartı aleti olarak kullanılmıştır. Kantarın fiziğini bir ders konusu olarak işleyen ilk isim İshak Efendi'dir.² Mühendishâne-i Berri Hümayun'un baş hocası İshak Efendi, modern bilimleri tanıttığı *Mecmua-i Ulûm-u Riyâziyye* adlı dört ciltlik muazzam eserinin fizik ile ilgili olan üçüncü cildinde basit makineleri incelemiştir. Bu kısımda, 205-207. sayfalarında "kantar" aletine de yer vermiştir. Biz makalemizin devamında bu bahsin sadeleştirilmiş metnine yer vereceğiz.



Şekil 4. 19. yüzyıl Osmanlı Kantarı³

Mecmua-i Ulûm-u Riyâziyye, 3. Cilt

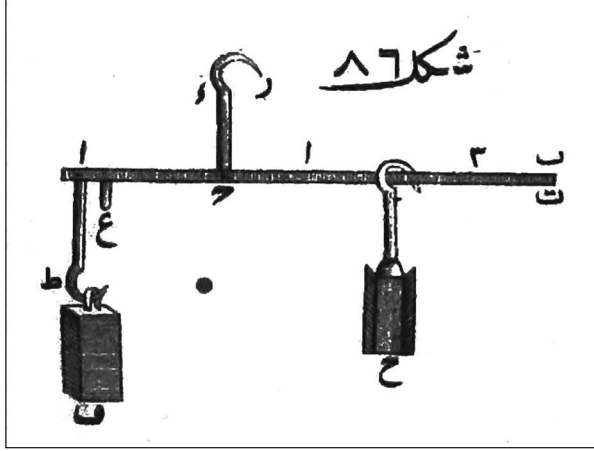
Dördüncü Bölüm Kantar Beyanındadır.

İki kolları eşit olmayan teraziye "kantar" denilerek, büyük ağır cisimler söz konusu kantarın bir koluna asılır ve tartılan ağır cisimden gayet küçük olup, "kantar topu" tabir olunan ağır cisim vasıtasıyla tartılırlar. Şöyle ki (Şekil 86), kantarın

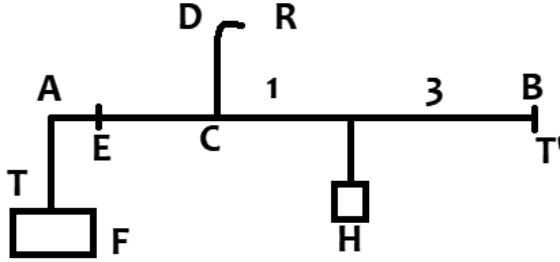
² İshak Efendi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bkz. (İhsanoğlu, 1989).

³ Bu görsel *Pera Müzesi Anadolu Ağırılık ve Ölçüleri Koleksiyon Sergisi* kataloğundan alınmıştır.

AB kolu AC miktarıyla eşit kısımlara bölünüp, söz konusu bu kısımların çok olmaları için AC miktarı mümkün mertebe küçük alınır.



Şekil 5. İshak Hoca'nın 86. Şekli (İshak Efendi, 1845, Ek s.7)



Şekil 6. İshak Hoca'nın 86. Şekli'nin Transliterasyonu

Terazide olduğu gibi, C eksenine kantarın dilini içeren sapı asılır. Ve sol tarafında olan ACT kısmına tartılan cisimlerin asılması için bir kefe veya bir çengel asılıp, bu cismin sağ tarafında olan CB koluyla dengelenir. Ve sağ taraftaki kola bilinen ve belirli bir ağırlık, faraza bir kıyye⁴ ağırlığında ve BC kolu üzerinde kolaylıkla hareket eden H kantar topu asılır. İşte söz konusu kantarın bu şekilde inşasından aşağıdaki gerekçeler sıralanır:

Birinci Gerekçe: T çengeline F cismi asılır ve H topu faraza iki kıyye ağırlığında olup, kantar kolunun ikinci taksiminde bulunarak F cismi dahi iki kıyye ağırlığında olsa, dengede olurlar. Zira bu kantarın AC kolu kısmı BC kısmıyla

4 Kıyye (Okka), Osmanlı'da kullanılan, 1283 gram ve 400 dirheme eşit, eski bir ağırlık ölçü birimidir.

dengede olduğundan, dayanağı C noktası ve kuvveti A çengeline asılı olan cisim ve ağırlığı ikinci taksim noktasında bulunan top olarak kendi ağırlığından yoksun bir manivela hükmünde olur.

İmdi, A çengelinde olan cisim, asılı ağır cisim ile AB manivelası yönüne dik olarak ikinci taksimine asılan yük ile dengede olmalarıyla, sözü edilen kuvvet ile yük dayanağa uzaklıklarıyla ters orantılı, yani $F/H :: BC/AC$ olur.

İkinci Gerekçe: Bu kantarın H topu vasıtasıyla tartılmış şeylerin manivelanın BC boyuna konulmuş olarak, dayanaktan AC mesafeleri ne kadar küçük olursa o kadar ağır şeyler tartılabilir. Zira söylendiği üzere $BC = 100 CA$ olsa ve bir kıyye ağırlığında olan kantar topu B noktasına konarak bir F cismiyle dengede olsa, F cismi yüz kıyye ağırlığında olur.

Ve H topu faraza on kıyye ağırlığında olup, BC manivelasının boyu daha büyük ve AC manivelası bir mertebede daha küçük olsa ki AC miktarının BC uzunluğunda yüz kere alınması mümkün olsun.

İmdi, H topu B noktasına konsa, bin kıyye miktarıyla dengede olur. Ve bu surette kantar yeterli miktarda sağlam olduğunda, şeyler her ne kadar ağır olsa dahi tartılırlar.

Üçüncü Gerekçe: Manivelanın kendi eksenıyla teması az oldukça, kantar o kadar kusursuz olur. Zira A çengelinde asılı olan ağırlık aşağı indikçe, meselâ ikinci kısımda olan top yukarı çıktığından, yukarıda söylendiği üzere ağırlığı iki kıyyeyi geçer. Bu sebepten 1) iki kıyyeyi geçmesiyle H topuna müstakil bir hareket verilir. 2) Manivelanın C eksenıyla temasının direnci yok olur.

Dördüncü Gerekçe: Kantar, aşağıdaki hususlardan dolayı yanlış olabilir:

- 1) Bu kantarın sağ tarafıyla sol tarafının muhtelif ağırlıkta olması.
- 2) Ağırlık kabul edilen top faraza tam bir kıyye ağırlığında olmazsa.
- 3) CA, 21, 31, ... mesafelerinden her biri AC uzaklığına eşit olmazsa.

Bu sebeplerden dolayı kantarın çizilmesi işte bu şekilde olarak, kefesine art arda bir, iki, üç, ... kıyye konarak kantar üzerine 1, 2, 3, ... rakamları çizilip, onlar ile H topunun bir, iki, üç, ... kıyye ile dengede olduğu gösterilir. Lakin ölçeğin sınanması kantarda kolay olamadığından, hatasının açıkça giderilmesinin güçlüğü aşikârdır.

Beşinci Gerekçe: AB kolunun boru tarafında E noktası bir şekilde alınsa ki AE miktarı AC miktarından gayet küçük olsun ve bu noktaya bir başka eksen ile başka bir dil takılsa ve AB kolunun boru tarafında olan kısmı üzerine her biri AE miktarına eşit, eşit kısımlar çizilse, yeniden başka bir kantar inşa olunmuş olup, H topu en büyük ağırlıklar ile dengede olarak, AC: AE oranında olur.

Şimdi, fazla ağır olan cisimler manivelanın ET' kısmıyla tartılıp, bu kısma "ağır taraf" adı verilir. Hafif cisimler AC kısmıyla tartularak, "hafif taraf" adı verilir.

Sonuç

Anadolu'da tarihin ilk dönemlerinden itibaren pratik ihtiyaçlar için kantar kullanılmıştır. Kantarlar çeşitli büyüklüklerde inşa edilmiştir, büyük boyda olanları ağır yükleri tartmak için kullanılırken, ufak boyutlu olanları eczacılar tarafından kullanılmıştır. Kantarın pratik amaçlarla en yaygın kullanıldığı yerler pazarlar ve ticaret merkezleridir. Kantar günümüzde hala yaygın olarak kullanılmakta olan bir ölçme aletidir. Uygulaması antik dönemlere dayanan bu aletin kuramsal fiziksel yasaları ilk olarak Archimedes tarafından ortaya konmuş ve böylece fizikte moment olarak bilinen denge prensibinin temeli atılmıştır. Rönesans döneminde kaldırma ile ilgili kuramsal çalışmalar yeniden canlanmış, kantar, temel basit makinelerden biri olarak ele alınmış ve o dönemde matematiğin bir konusu olarak incelenmiştir. Basit makine konusu ve bu makinelerin çalışma prensibi ilk defa Galilei ile birlikte müstakil bir alan olarak ele alınmıştır. Basit makinelerle ilgili kuramsal çalışmalar mühendislik tarihinde önemli bir yere sahiptir.

Mühendishâne-i Berri Hümayun'un baş hocası İshak Efendi de modern bilimleri tanıttığı *Mecmua-i Ulûm-u Riyâziyye* adlı dört ciltlik eserinin fizik ile ilgili olan üçüncü cildinde basit makineleri incelemiştir. İncelediği basit makinelerden biri de kantardır. Görüldüğü kadarıyla İshak Efendi konuyu kuramsal olarak ele almıştır. Öncelikle kantarın tanımını vermiş ve daha sonra beş prensip (gerekçe) altında bu aleti incelemiştir. İshak Efendi birinci gerekçesinde yük ile yük kolunun çarpımının kuvvet ile kuvvet kolunun çarpımına eşit olduğunu belirten denge kanununu bir örnek üzerinden açıklamıştır. İkinci gerekçesinde kuvvet kolu uzadıkça (veya yük kolu kısaldıkça) yük tartma kapasitesinin artacağını belirtmiştir. Üçüncü gerekçede dirençten bahsetmiştir. Dördüncü gerekçesinde kantar hesaplamalarının hangi durumlarda yanlış çıkabileceğini ele almıştır. Bu durumlardan birinde kantarın sağ tarafıyla sol tarafının farklı ağırlıkta olmasının hesaplamalarda hataya sebep olacağını belirtmiştir. Ayrıca hatasız hesap yapabilmek için ölçüm yapılacak bölmelerin eşit aralıklarla belirlenmiş olmasının önemini vurgulamıştır. Beşinci gerekçede aynı kol üzerinde yeni bir denge noktası belirlenerek ve yeni bir ölçeklendirme yapılarak yeni bir kantar elde etmenin mümkün olduğundan bahsetmiştir.

19. yüzyılın sonunda yazılmış Batı kitaplarında kantarda askının ağırlık merkezinde bulunduğu durum ve bulunmadığı durum birbirinden ayrılmış ve bu iki durum için farklı hesaplamalar ele alınmıştır. İshak Efendi'nin böyle bir ayrımı incelemeyeğini görüyoruz. Bunun sebebi İshak Efendi'nin muhtelif konuları içeren, geniş kapsamlı *Mecmua-i Ulûm-u Riyâziyye* eserinde her konuya yeterince yer ayıramamış olması olabilir.

Bu konuyla ilgili bir başka soru da, mühendishane öğrencilerine teorik olarak anlatılan bu basit makinenin bir deney düzeneği yardımıyla uygulamalı olarak da anlatılıp anlatılmadığıdır. Bunu anlamak için mühendishanenin 1801, 1816, 1822, 1826 ve 1836 tarihli alet edevat listeleri incelenmiştir. Bu listelerde çeşitli teraziler olmasına rağmen, kantar ile ilgili herhangi bir kayıt bulunmamaktadır (Beydilli, 1995, s. 302-421). Buradan yola çıkılarak bu aletin yalnızca teorik olarak öğretildiğini ve bu aletle ilgili uygulamalı bir ders yapılmadığını var sayabiliriz.

Kaynakça

- Al-Hassan, A. Y. ve Hill, D. R. (1986). *Islamic Technology: An Illustrated History*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bass, G. F. ve Van Doorninck, F. H. (1982). *Yassı Ada: Seventh-Century Byzantine Shipwreck*. Texas: Texas A&M University Press.
- Beydilli, K. (1995). *Türk Bilim ve Matbaacılık Taribinde Mühendishane ve Mühendishane Matbaası ve Kütüphanesi (1776-1826)*. İstanbul: Eren Yayıncılık.
- Bowser, E. A. (1893). *An Elementary Treatise on Analytic Mechanics: With Numerous Examples*. New York: D. Van Nostrand.
- Ceccarelli, M. (2006). "Early TMM in Le Mecaniche by Galileo Galilei in 1593." *Mechanism and Machine Theory*, (41). 1401-1406. Elsevier Ltd.
- Ceccarelli, M. (2014). "Contributions of Archimedes on Mechanics and Design of Mechanisms." *Mechanism and Machine Theory*. (72). 86-93. Elsevier Ltd.
- Chomdros, T. G. (2007). "Archimedes", *Distinguished Figures in Mechanism and Machine Science*. Dordrecht-Hollanda: Springer-Verlag. 1-30.
- Heath, T. L. (1897). *The Works of Archimedes*. Londra: Cambridge University Press.
- İhsanoğlu, E. (1989). *Baş Hoca İshak Efendi (Türkiye'de Modern Bilimin Öncüsü)*. Ankara: Kültür Bakanlığı Yayınları.
- İshak Efendi. (1845). *Mecmûa-i Ulûm-i Riyâziye*, C. 3. Kahire: Bulak Matbaası.
- Johnston, R.A. (2011). *All Things Medieval*, C.1, Santa Barbara: ABC-CLIO LLC.
- Kallek, C. (2001). "Kantar", *TDV İslam Ansiklopedisi*. İstanbul: Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları. 317-320.
- Meriçboyu, Y. ve Atasoy, S. (1983). *Büst Şeklinde Kantar Ağırlıkları*. İstanbul: Arkeoloji ve Sanat Yayınları.
- Parkinson, S. (1874). *An Elementary Treatise on Mechanics: For The Use of The Junior Classes at The University and The Higher Classes in School, With a Collection of Examples*. Londra: MacMillan and Co. Redhouse, S. J. (2013).
- Redhouse Osmanlıca-İngilizce Sözlüğü*. İstanbul: Ayhan Matbaası.
- Robens, E., Jayaweera S. A. ve Kiefer, S. (2014). *Balances: Instruments Manufacturers, History*. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag.
- Ünlüler, Y. (2018). "Niğde Müzesi'ndeki Bizans Dönemine Ait Ağırlık Örnekleri". *Uluslararası Medeniyet Çalışmaları Dergisi*, (3/1). Nevşehir.

Elektronik Kaynaklar:

Museum of Applied Arts and Science Koleksiyonu. <https://collection.maas.museum/object/238713>. (18.06.2020) tarihinde bakıldı.

Minnesota Historical Society Koleksiyonu. <http://discussions.mnhs.org/collections/2010/11/steelyard/> (18.06.2020) tarihinde bakıldı.

National Museum & Galleries of Wales'in Koleksiyonu. https://museum.wales/collections/online/?field0=string&value0=steelyard&field1=with_images&value1=1. (18.06.2020) tarihinde bakıldı.

Pera Müzesi Anadolu Ağırlık ve Ölçüleri Koleksiyon Sergisi.

<https://www.peramuzesi.org.tr/Images/pdf/ogretmen-kitapcik/anadolu-agirlik-ve-olculeri.pdf>. (19.06.2020) tarihinde bakıldı.