



OSMANLI DÖNEMİ'NDE KULLANILAN İKİ ANALOG BİLGİSAYAR: RUBÛ' EL-MÜCEYYEB VE PERGÂR-I NİSBE

TWO ANALOGUE COMPUTERS IN THE OTTOMAN ERA:
TRIGONOMETRIC (SINE) QUADRANT AND SECTOR

İrem ASLAN SEYHAN

Doktora Öğrencisi, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi,
Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı, irem.aslan@ankara.edu.tr.

Öz

İçinde bulunduğumuz çağın bireylere empoze ettiği, "Teknolojinin mekanik ve metalik olmak zorunda olduğu" yanılığısı, çağımızın en büyük yanlış anlaşılmalardan biridir. Teknoloji, en temel anlamda insan aklının ürünü olan ve insan hayatını kolaylaştırmak gayesiyle tasarlanan mamulleri tanımlayan bir sistemdir. Bu bağlamda tarih boyunca birçok teknolojik alet geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları doğrudan bilime hizmet etmektedir. Makalemizin konusu da Osmanlı Dönemi'nde son derece yaygın olarak kullanılmış, bilimsel bilgi sayesinde tasarlanmış ve aynı zamanda doğrudan bilimin gelişmesine hizmet etmiş olan iki teknolojik alettir. Bu aletler, yani rubû' el-müceyyeb (trigonometrik kadran) ve pergâr-ı nisbe (sektör) birer analog bilgisayar sayılmaktadır. Makalemizde adı geçen astronomi-matematik aletleri detaylı olarak incelenirken, kullanım alanları ve popülerliklerinin sebeplerine de yer verilmektedir. Ayrıca bu esnada adı geçen aletlerin bir sentezi olan Galileo'nun askeri pergeli de -yine bu inceleme kapsamında- gerekli yere oturtulmaya çalışılmıştır.

Abstract

"The idea that "Technology need to be mechanical and metallic" is one of the biggest misunderstandings of our time, which has been imposed on us by the era that we are living in. By the basic definition, technology is a unique product of human intelligence, by means of creating tools which render life easier and implementations deemed useful by a society. In this context, there have been countless amounts of technological devices developed, since the beginning of history. Some of those devices served directly to the science. The topic of our article is such two devices which have been used in Ottoman era. These devices, namely sector and trigonometric quadrant, are considered as analog computers. While investigating these forenamed devices we will be mentioning their area of utilization and the reason of their popularity. Meanwhile, we will be considering Galileo's military compass -which is a hybrid device of the quadrant and sector- and it's relation between these devices."

Makale Bilgisi

Gönderildiği tarih: 7 Şubat 2017
Kabul edildiği tarih: 2 Mayıs 2017
Yayınlanma tarihi: 21 Haziran 2017

Article Info

Date submitted: 7 February 2017
Date accepted: 2 May 2017
Date published: 21 June 2017

Anahtar sözcükler

Matematik Tarihi; Teknoloji Tarihi;
Osmanlı Teknolojisi; Osmanlı
Matematiği; Sektör; Pergâr-ı Nisbe;
Trigonometrik (Sinüs) Kadran; Rubû

Keywords

History of Mathematics; History of
Technology; Ottoman Technology;
Ottoman Mathematics; Sector;
Proportional Compass; Trigonometric
(Sine) Quadrant; Quadrant

DOI: 10.1501/Dtcfder_0000001521

Giriş

İçinde bulunduğumuz çağın sıradan bireyleri olarak teknoloji denilince aklımıza bilgisayarlar, akıllı cep telefonları, uzay mekikleri, uçan kayaklar, sanal gerçeklikler, gezegenler arası wi-fi bağlantıları gibi akıl almaz boyutlara ulaşmış olan bilimin sanayi uygulamaları gelmektedir. Çağımızın algısı olan, teknolojinin mekanik ve metalik olduğu yanılığısı, bizi bilimin teknolojiden daha eski olduğu yanılsamasına itmektedir. Bunun doğal bir sonucu olarak teknolojinin temelini bilim olduğunu düşünürüz. Oysaki en temel tanımı insan aklının bir ürünü olup onun hayatını kolaylaştırmak olan teknoloji, bu tanım gereği insanlar çeşitli av araçları yontmaya başladıklarında ve ateşi keşfettiklerinde doğmuştur. Bilgi, sırf bilgi olduğu için

kıymetlenmeden önce, yani bilim ve felsefe doğmadan önce, insanlar akıllarını kullanarak, hayatlarını kolaylaştırmak için çeşitli araç gereçler yapıyorlar ve bu araçları kullanmak suretiyle teknolojiden faydalanıyorlardı. İşte bu (doğrudan) bilimsel bilginin ürünü olma niteliği taşımayan, pragmatik-teknolojik aletler, bazı durumlarda bilimsel bilginin doğmasına ve gelişmesine aracılık etmiştir. Bunun en açık örneklerini askeri teknolojide gözlemlemek mümkündür. Bilim ve teknoloji arasındaki ilişki mutualisttir. Bu iki sistem birbirini doğurur ve karşılıklı besler. Bunu inkâr edecek her tanım eksik kalmaya mahkumdur.

Osmanlı Devleti'nde hesap yapmak hem günlük hayat için gerekli, hem de dini uygulamalar için zaruriydi. Bunun için bilginler bilimsel bilgi sayesinde tasarlanmış ve aynı zamanda doğrudan bilimin gelişmesine hizmet etmiş olan teknolojik aletler geliştirdiler. Bilginler usturlâb, güneş saatleri, tesviye aletleri, çok çeşitli pergeller, kadranlar, kible nûmaları, açılçerler gibi, çoğunlukla Orta Çağ İslâm Dünyası'ndan miras aldıkları ve kimi zaman da Batı Dünyası'ndan öğrendikleri, aletleri kullanıyorlardı. Biz bu makalemizde biri İslâm Dünyası'ndan miras alınmış diğeri ise Batı Dünyası'ndan öğrenilmiş, bilimsel bilginin ürünü olan (aynı zamanda modern bilimin gelişmesine de yardımcı olmuş) iki analog cep bilgisayarından, yani rubû' el-müceyyeb ve *pergâr-ı nisbenden* bahsedeceğiz ki bu aletlerin işlem kapasiteleri zihinlerimizdeki “metalik teknoloji” tabusunu sarssın.

Rubû' el-Müceyyeb (Trigonometrik Kadran):

Batı'da *quadrant* adıyla bilinen *kuadrant*, yani rubû Orta Çağ İslâm Dünyası'nda sıklıkla kullanılmış çok eski bir astronomi aletidir. Bir dairenin dörtte biri şeklindedir ve iki sınıfa ayrılmaktadır: Rasathane gözlem aracı *libne*¹ ve pratik amaçlarla kullanılan *rubû tahtası* (*rubû daire* olarak da bilinir) (Dizer1-2). Rubû tahtası, libneden türetilmiş taşınabilir bir hesap aletidir ve Osmanlı âlimlerince en çok kullanılan hesap aletlerinden biri olmuştur. Genel olarak Güneş'in ve diğer gök cisimlerinin yüksekliğine dayanan hesaplamalar yapmak için kullanılmıştır. Bunun dışında kuyuların derinliğini, kulelerin ve dağların yüksekliğini ve derelerin genişliğini ölçmek için de kullanılmıştır (Ziya 126-127). Ancak esas olarak 12-13. yüzyıllarda Orta Çağ İslâm Dünyası'nda, trigonometrinin en üst seviyeye ulaşmış olması sebebiyle trigonometrik fonksiyon ve bağıntıların çözümünü hesaplamak üzere kurgulanmış olan bir hesap cetvelidir (Dizer 2).

¹ Libne İslâm astronomları tarafından yıldızların meridyen geçişlerini gözlemlemek ve yüksekliklerini ölçmek, enlemleri tayin etmek ve ekliptik eğimini ölçülme için kullanılmış çeyrek daire formunda bir duvar kadranıdır (Unat 124).

Rubû tahtasının bir yüzüne rubû' el-müceyyeb (*rub'-üd düstür, sinüs kadranı*) diğer yüzüne ise *rubû' el-mukantara* denir. Rubû' el-mukantara üzerindeki çizgiler, bilinen bir usturlabın şebeke ve levhaları üzerindeki stereografik izdüşümün dörtte biridir. Bu yüzden Latince *astrolabe-quadrant (usturlâb kadranı)* olarak bilinmektedir. M. Şinasi Acar, Atilla Bir ve Mustafa Kaçar'ın, Ahmed bin Ziya'nın çalışmasına dayanarak hazırladıkları *Rubû Tahtası Yapım Klavuzu*² kitabında bulunan gayet açıklayıcı bir rubû' el-mukantara tanımına göre: Bir gözlemcinin güney kutbunda bulunduğunu ve kuzey kutbunda yer küreye teğet bir düzlem bulunduğunu var saydığımızda, gök küresi üzerindeki tüm daire ve şekillerin, bu düzlem üzerindeki konik izdüşümünün dörtte birine rubû' el-mukantara denir (Acar, Bir ve Kaçar 21). Rubû' el-mukantara Güneş'in boylam açısının belirlenmesi ve yarı gün farkı hesabı gibi astronomik hesaplamalarda kullanılmıştır (Acar, Bir ve Kaçar).

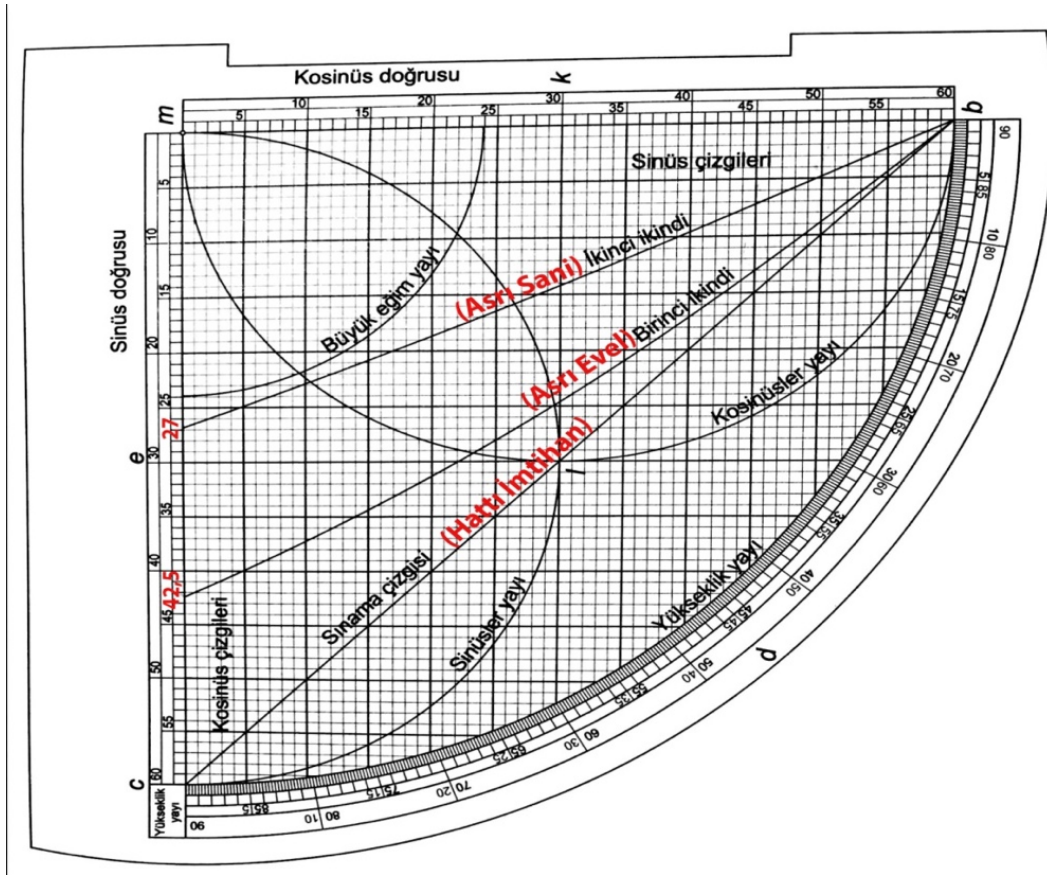
Rubû' el-mukantaranın arka yüzünde bulunan rubû' el-müceyyebin (Şekil 1) bir kolunda sinüs yarıçapı (es-sittîni) ve bu kola dik diğer kolunda kosinüs yarıçapı (ceybu't-tâm) bulunur. Rubû' el-müceyyeb yüzü özellikle trigonometrik fonksiyon ve bağıntıların çözümünü hesaplamak üzere kurgulanmıştır. Sinüs ve kosinüs yarıçaplarının kesişim noktasında bir sarkaç (el-hayt) bulunur. Bu sarkaç üzerinde ise aşağı yukarı hareket edebilen bir gösterge (el-müri) vardır. Bu aletin her iki kolu da 60°'lik taksimata sahiptir. Rubû' el-müceyyeb in üzerinde Şekil 1'de görüldüğü gibi, birinci ikindi (asr-ı evvel), ikinci ikindi (asr-ı sâni), sına çizgisi (hatt-ı imtihân) doğrularının yanı sıra, sinüsler yayı (et-Tecvîbü'l evvel), kosinüsler yayı (et-Tecvîbü's sâni), büyük eğim yayı (kavsü'l-meyli'l-a'zam) ve yükseklik yayı (kavs-i mutâli) bulunur.³ Yükseklik yayı aynı zamanda burçlar kuşağıdır (Acar, Bir ve Kaçar 87). Rubû' el-müceyyebe ait ilk bilgilere Nâsireddin Tûsî'nin (1201-1274) usturlâb risalesinde rastlanmaktadır. Bu risalede usturlabın arka yüzüne bir rubû'el-müceyyeb çizildiği takdirde, bu aletin *usturlâb-ı müceyyeb* ismini alacağını ve tarif edilen bu aletle bilinen tüm göksel hesaplamaların çözümlerinin mümkün olacağını belirtmiştir. Rubû' el-müceyyeb ile ilgili ilk müstakil eser ise Şamlı bir

² Eserler hakkında detaylı bilgi için *Kaynakça* bölümüne bakınız.

³ Birinci ikindi yükseklik yayının başlangıcı ile sinüs yarıçapının 42,5. taksimatını, ikinci ikindi ise 27. taksimatını birleştiren doğrulardır. Buna göre Dizer'in *Rubu Tahtası* kitabında s. 98'deki şekilde asr-ı evvel ve asr-ı sâni doğrularının yeri ters çizilmiştir. Oysa adı geçen eserde s. 99'daki tanım bizim tanımımızla paraleldir.

bilgin olan Aliyyülansari el Mut'im⁴ tarafından yazılan *İzahülmügayyeb fil-amel-i birub'ül müceyyeb*'dir (Gökmen III). Bu eserin tek nüshası Kandilli Rasathanesi'nde bulunmaktadır. Ayrıca ibn Şâtır'ın da konu ile ilgili *Ravzatuzzahirat fil-amel-i birub'ül mukantarat* ve *Risale fi rub'ulam elmevzuu limevakit'il İslâm* isimli eserleri bulunmaktadır (Gökmen IV)⁵. Osmanlı Devleti'nin en seçkin bilim adamı olan Takiyüddin ibn Maruf'un da bu aletin kullanımına ilişkin *Rub'u'l-Müceyyeble Yapılan İşlemler Manzumesi* adlı bir risalesi bulunmaktadır⁶. Bu risale Süleymaniye Kütüphanesi H. Hüsnü Paşa Koleksiyonu nr.1135'te kayıtlıdır ve Nisan 1992 yılında Remzi Demir tarafından incelenerek yayınlanmıştır (Demir).

Şekil 1.7



⁴ Doğum ve ölüm tarihi bilinmeyen bu kişi hakkındaki tek bilgi 1332-1333 yılları civarında (Hicri 733) hacca gitmiş olduğu ve bu esnada Mekke ve Medine'nin arzlarını tayin ettiği (Gökmen IV).

⁵ Bu risalelerin isimleri Gökmen'in kaynakçada adı geçen eserinin yukarıda belirttiğimiz sayfalarında kullandığı haliyle, herhangi bir düzeltme yapılmaksızın verilmiştir.

⁶ Eser ismi Demir'in eserindeki haliyle verilmiştir.

⁷ Bu şekil Acar, Bir ve Kaçar, 86'dan alınmış olup kırmızı renkli eklemeler tarafımızdan yapılmıştır.

Rubû' el-müceyyeb yardımıyla Güneş yüksekliği gözlenerek zaman hesaplanabilir. Birinci ikindi (asr-ı evvel) ve ikinci ikindi (asr-ı sâni) zamanları, kible doğrultusu tespit edilebilir. Taşınabilir bir hesap cetveli olan rubû' el-müceyyeb genel anlamda geometrik orantıya dayanan matematiksel bağıntıların çözülmesi için tasarlanmıştır. Bu yönüyle ileride bahsedeceğimiz bir diğer hesap aleti olan pergâr-ı nisbe ile benzerlik göstermektedir. Ancak rubû' el-müceyyeb, daha çok trigonometrik fonksiyonların ve bağıntıların hesabı için kullanılırken (Çünkü her bir kolunda birer ölçek bulunur: sinüs ve kosinüs yarıçapları) ileride tekrar değineceğimiz gibi sektör her cinsten oran-orantı problemlerini çözmek için, kollarında çeşitli ölçekler taşımaktadır. Gözlem araçları açıları ölçmemizi mümkün kılar, fakat trigonometrik fonksiyonlar bizzat açıları değil bunlara ait trigonometrik değerlerdir. Lise bilgilerimizden de hatırlayabileceğimiz gibi her trigonometrik fonksiyon belli açılara göre belli değerler alır ve matematiksel işlemler çoğu zaman açılarıyla değil, bu değerlerle yapılır. Günümüzde trigonometrik bağıntıları çözmek için logaritma veya bilgisayarlardan yardım almaktayız. Kısacası bir manada rubû' el-müceyyeb bugün kullanılan logaritma cetvellerinin veya bilgisayarların vazifesini gören ve hatta onların atası sayılabilecek kullanışlı bir alettir (Unat 366).

Daha önce de belirttiğimiz gibi rubû' el-müceyyeb genel olarak astronomik hesaplamalarda kullanılmıştır. Bu astronomik hesapları iki kısma ayırabiliriz:

1) Dini kaygılarla uğraşılan astronomi problemleri: Kible yönünün tespiti, namaz vakitlerinin belirlenmesi vb. (Gökmen 20, 53).

2) Doğrudan dini kaygı gütmeyen astronomi problemleri: Bir yıldızın yüksekliğinden saat açısının⁸ bulunması, enlemleri farklı iki yerden birinin azimutunun⁹ ve yüksekliğinin bilindiği durumda, diğerinin değerlerinin hesaplanması vb. (Gökmen 63).

Osmanlılarda bu aletin yaygın olarak kullanılmasının başlıca sebebi birinci maddede adı geçen dini motivasyon problemleridir.

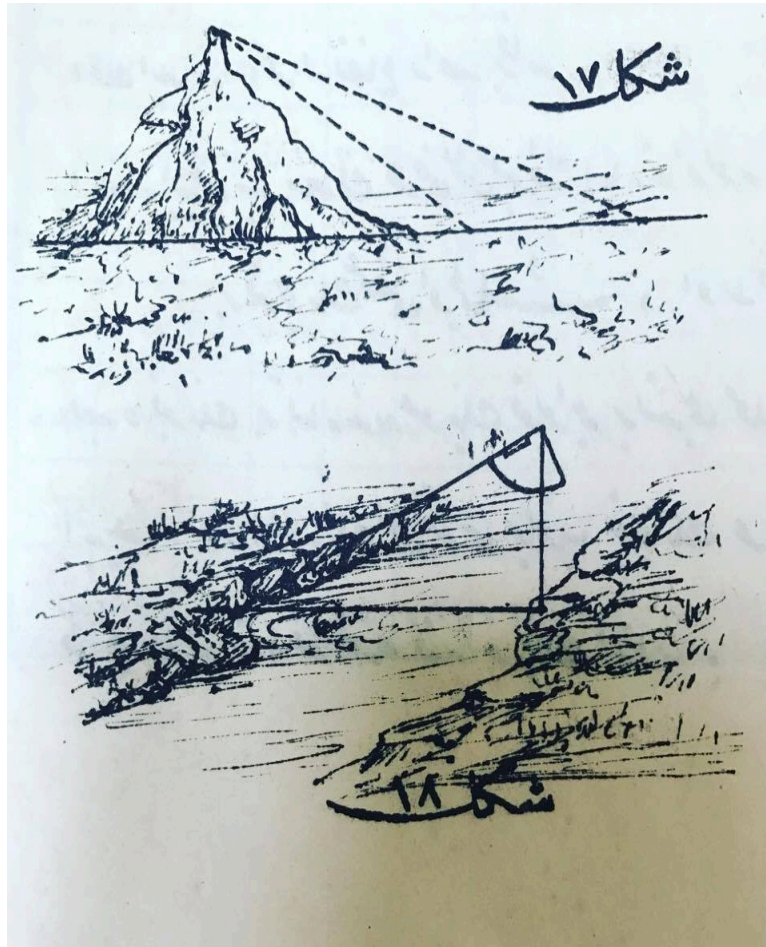
⁸ *Zaviye-yi saat* veya *saat açısı* astronomide kullanılan bir terimdir. Herhangi bir yıldızın saat açısı, o yıldızın yücelimden meridyen dairesine kadar hareketi sırasında meydana gelen açının, saat cinsinden ifadesidir (Gökmen 16).

⁹ *Azimat* (semt): Güney açısı. Ufuk koordinat sisteminde bir yıldızın Güney doğrultusuna göre açısız uzaklığı (Unat 327, 370).

Yukarıda bahsi geçen işlemler dışında rubû' el-müceyyeb vasıtasıyla yapılan işlemlerden bazıları şöyledir:

- Güneş'in yüksekliğini ölçerek saat açısının bulunması. Yani zamanın belirlenmesi.
- Güneş'in deklinasyonunun (yükselimi) belirlenmesi.
- Bir sayının karekökünün ve küp kökünün bulunması.
- Bir sayının karesinin ve küpünün bulunması.
- Herhangi iki sayının çarpma ve bölme işlemi (Demir 34).
- Sinüs, kosinüs, tanjant, kotanjant ve sehm¹⁰ değerlerinin tespiti (Demir 34).
- Ulaşılamayan yüksekliklerin ölçülmesi (Dağların yükseklikleri, derelerin genişlikleri ve kuyu derinlikleri gibi) (Şekil 2 ve 3)¹¹.

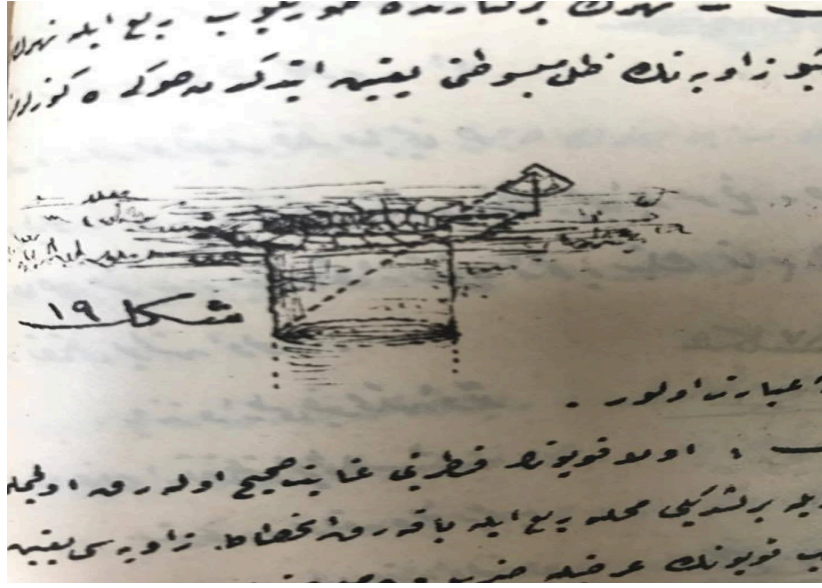
Şekil 2



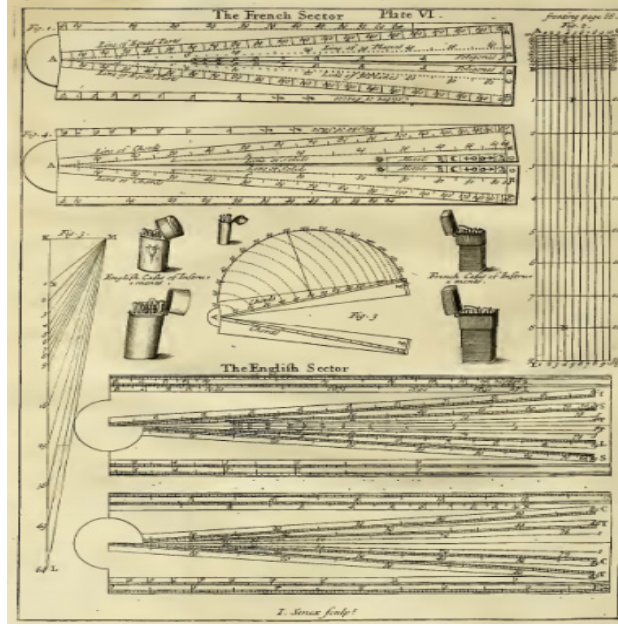
¹⁰ $Sehm(a) = 60 - \cos(a)$.

¹¹ Şekil 2 ve 3: (Ziya 126, 127).

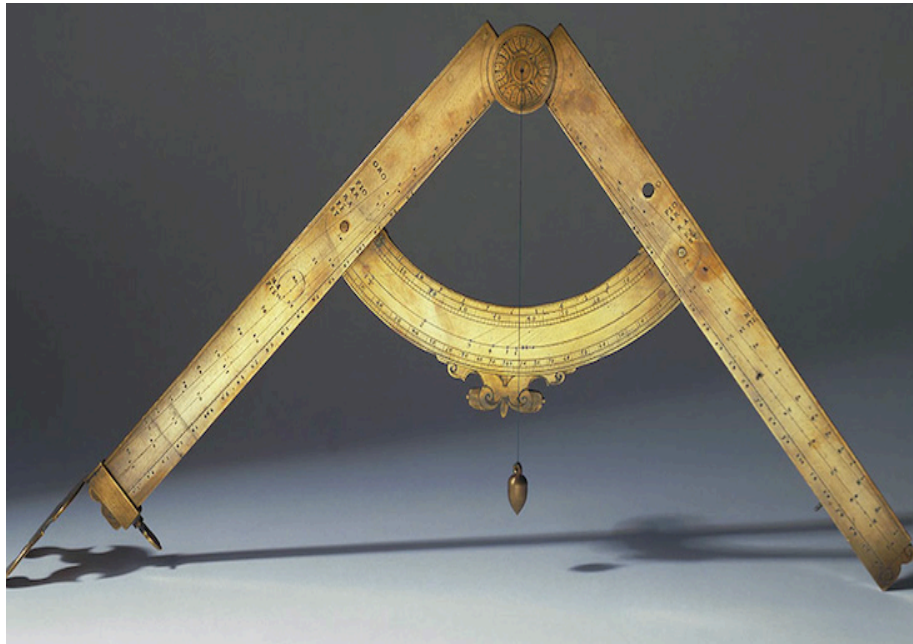
Şekil 3

**Pergâr-ı nisbe (Hesap Sopası - Sektör - Orantılı pergel)**

Pergâr-ı nisbe yani *sektör*, aynı cinsten nicelikler arasındaki oran-orantıyı bulmak için tasarlanmış matematiksel bir alettir (Şekil 4). Bir başka deyişle sektör, oran-orantı yoluyla çözülebilecek her türlü problemin çözümünün kolaylıkla hesaplanabilmesi için geliştirilmiş bir alettir. Daha çok askeri amaçlarla kullanılmış olan sektör, matematiksel hesaplama kabiliyeti çok da yüksek olmayan askerlerin dahi savaş alanında gerekli hayati hesaplamaları kolayca ve hatasız yapabilmelerine imkan sağlamıştır. Sektörün işlem kapasitesi kollarında bulunan ölçeklere göre değişir. Ölçekler en basit tabirle sayı doğrularıdır. Sektörlerin kollarında birden fazla ölçek bulunur. Bu ölçeklerin sayıları sektörün cinsine göre farklılık gösterir. Örneğin, Fransız (Avrupa) sektörünün her iki kolunda birbirine eş 6 adet ölçek bulunur (Eşit aralıklar veya doğrular ölçeği, yüzeyler ölçeği, çokgenler ölçeği, kırışlar ölçeği, katı cisimler ölçeği ve metaller ölçeği). Edmund Gunter'ın (1581-1626), Thomas Hood'dan (1556-1620) ilham alarak tasarladığı İngiliz sektöründe ise Fransız sektöründe bulunan ölçeklere ek olarak, trigonometrik ölçekler (sinüs, tanjant sekant), meridyen ölçeği (kerte hattı), saatler ölçeği gibi ek ölçekler bulunur. Bu sayede aletin işlem kapasitesi oldukça genişletilmiştir. İngiliz sektörünün Fransız sektöründen bir başka farkı da ölçeklerdeki parsel sayısının farklı olmasıdır. Örneğin, İngiliz sektöründeki doğrular ölçeği 10'ar birimlik 10 parsel ayrılmışken, Fransız sektöründeki doğrular ölçeği genellikle 200 parsel ayrılmıştır (Stone 46). Sektör ölçeklerinin üzerindeki sayılar, bu sayıların aralıkları ve artış miktarları da yine ölçeklerin görevlerine göre değişkenlik göstermektedir.

Şekil 4 (Stone 69)

Aynı zamanda bir çeşit sektör olan Galileo'nun askeri pergelinde ise 7 adet ölçek bulunur (Şekil 5). Bunlar sırasıyla geometrik, aritmetik, sterometrik, metalik, polygrafik, tetragonik ve ek ölçeklerdir. Galileo pergelinde bu sektör doğrularına ek olarak Gunner'ın karesi ve 90 eşit parçaya bölünmüş astronomik bir kadran da bulunur (Istituto e Museo di Storia della Scienza Museo Galileo). Bu kadran gök cisimlerinin yüksekliklerinin ölçülmesini mümkün kılar. Galileo pergeli, sektör ve rubû' el-müceyyebin bazı özelliklerini bir araya getirmek suretiyle bu iki aletin sentezi olan bir alettir.

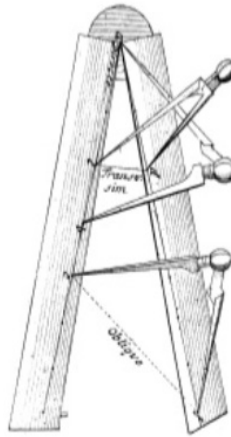
Şekil 5 (Istituto e Museo di Storia)

Sektör, yani diğer adıyla orantılı pergel, çoğu zaman adaşı olan -ve yine orantılı pergel ismiyle anılan- daha ilkel bir başka gereçle karıştırılır (Şekil 6). Bu gereç, yani esas orantılı pergel eşit uzunluklardan oluşan iki kolun bir menteşe yardımıyla kolların merkezinin biraz üstünden tutturulmasıyla elde edilir ve temel kullanım amacı şekilleri belli boyutlarda büyültüp küçültmektir. Sektör ise birbirine eşit iki cetvelin, kollarının uçlarından perçinlenmesi ile meydana gelir. Bu perçinin merkezi aynı zamanda sektörün merkezidir. Sektör ile hesap yaparken mutlaka bir de pergele ihtiyaç duyulur. Bu sayede orantı kurmak için gerekli kol açıklıkları hatasız olarak ölçülebilir (Şekil 7).

Şekil 6



Şekil 7 (Leupold 248).



Osmanlılar sektör için, *orantılı pergel* manasına gelen *pergâr-ı nisbe* terimini kullanmışlardır. Bu terim Fransızcada *sector* kelimesine alternatif olan *compass de proportium* teriminin doğrudan tercümesidir. Osmanlılar 18. yüzyılın ikinci yarısında bu aletle ilgili 9 adet müstakil eser tercüme etmiştir (Polat) ve bunların her birinin kaynağı Nicholas Bion'un (1652-1733), *Traité de la construction et des*

principaux usages des instruments de mathématiques isimli eseridir. Bu nüshalardan yalnızca bir tanesi Bion'un bu eserin tam tercümesi iken diğerleri yalnız sektörle ilgili olan ikinci kitabın tercümesidir (İkinci kitabın Fransızca adı: “*De la construction et des usages du compas de proportion*”) (Polat). Bu eserin Edmund Stone tarafından yapılan genişletilmiş çevirisi de mevcuttur. Stone, Fransız Kralı'nın baş araç-gereç şefi Bion'un eserin tercümesine, İngiltere'de yaygın olarak kullanılan bazı aletler ile İngiliz sektörü bölümü de eklemiştir. Başhoca İshak Efendi de *Mecmu'a-yı 'Ulûm-ı Riyâziye*'nin birinci cildinde bu aletten bahsetmiştir (İshak Efendi).

Sektör vasıtasıyla çözülen problemlerden bazıları şöyledir:

- Oran-orantıyla çözülebilecek her türlü problem. (Rubû' el-müceyyeble de çözülebilen “Ulaşılamayan yükseklik, derinlik ve genişliklerin ölçülmesi.” problemleri dahil. (Bakınız: Şekil 2 ve 3).

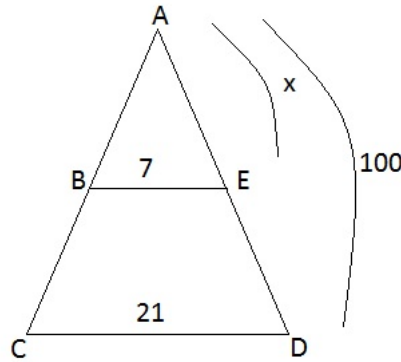
-Sayıların kare ve küplerini almak.

-Sayıların karekök ve küpköklerini hesaplamak.

- Çarpma ve bölme işlemi.

Örneğin; 100 sayısını 3'e bölmek istediğimizde, biri diğerinin 3 katı olan iki sayı seçeriz, mesela 7 ve 21'i seçmiş olalım. Bu durumda sektörün tabanını 21 birim olacak şekilde açarız. Daha sonra kollar arasında 7 birime denk gelen yeri işaretleriz. Bir üçgende (Şekil 8) $|AC|=|AD|=100$, $|CD|=21$ ve $|BE|=7$ iken, $|AE|=|AB|=x$ olsun, bu durumda;

Şekil 8



$$\frac{|AE|}{|AD|} = \frac{|BE|}{|CD|}$$

$$\frac{|AE|}{|100|} = \frac{|7|}{|21|}$$

$$\frac{|x|}{|100|} = \frac{|7|}{|21|}$$

$|x| = 0, \bar{3}$ olacaktır.

Sektör kullanılırken genellikle pergeli ve cetveldi de yardım alınır (Şekil 5). Örneğin, bir pergeli ve bir sektör yardımıyla yarıçapı bilinen bir dairenin alanına denk alana sahip bir çokgen çizmek mümkündür.

Tamamen askeri amaçla kurgulanmış ve bir askerin sahadaki muhtemel problemlerinin hepsini çözmeye yetkin bir alet olarak tasarlanmış Galileo'nun askeri pergeli (Şekil 5), sektörün bir üst modeli olarak tanımlanabilir. Bu alet rubû' el-müceyyeb ile çözülen bazı problemleri çözme kabiliyetinde ise de (Güneş'in deklinasyonu, gök cisimlerinin ufuk çizgisinden yükseklikleri, iki yıldız arası mesafenin hesabı, kuyu derinliği, duvar yüksekliği gibi ulaşılamayan mesafelerin ölçülmesi, eğim ölçümleri vb.), tam anlamıyla bir kadran veya hesap karesi değildir. Diğer sektörlerde olduğu gibi çözümü orantıya dayalı problemleri çözme kabiliyetindedir. Kısacası daha önce de belirttiğimiz gibi bu alet geometri ve aritmetik işlemlerinin çözümü için tasarlanmış sektör ve astronomik bir hesap cetveli olan rubû' el-müceyyeb'in sentezidir. Galileo bu alet ile yapılabilecek 40 adet işlem tanımlamıştır. Bunlardan bazıları şunlardır: (Istituto e Museo di Storia della Scienza Museo Galileo, Galileo's Compass.)

- Bir doğru parçasının istenilen sayıda eşit parçaya ayrılması (aritmetik ölçek).
- Döviz kuru değiştirme (Aritmetik ölçek).
- Askeri düzenlemeler (Geometrik ölçek).
- Hacimler toplamı (Sterometrik ölçek).
- Kalibre hesaplamaları (Metalik ölçek).
- Herhangi bir dairenin çevresinin istenilen sayıda eşit aralığa ayrılması (Bu taksimat işlemi çokgen çizimi, usturlâb ve gece saati yapımı için gereklidir.) (Polygrafik ölçek).
- Düzgün yüzeylerin kareleştirilmesi (Bir şeklin yüzey alanının ölçülüp, o alana denk bir kare çizilmesi) (Tetragonik ölçek).
- Topların nişangah açısını ölçmek (Gunner'ın Kadranı).

Şekil 9¹²**Sonuç**

Tarihi çok daha eskiye dayanan sektör Batı'da 18. yüzyılın ilk yarısı kullanılırken, Osmanlılar'a geçişi 18. yüzyılın ikinci yarısı olmuştur. Bu noktadan bakıldığında yarım yüzyıllık bir aktarım süresi (özellikle Batı kitaplarından yapılan tercümeleler ele alındığında), savaş sanatı konusunda Batı'daki gelişmeleri takip etmeye son derece hevesli olan Osmanlılar için biraz geç sayılabilir. Çünkü 17. yüzyıl Bilimsel Devrimler Çağı'nın arkasından gelen, 18. yüzyıl Aydınlanma Çağı, bilimsel gelişmelerin ve savaş teknolojisinin çok hızlı değiştiği bir yüzyıldır. Sonuç olarak yarım asırlık bir fark Batı ile aranın açılması demektir ki bu gecikme Osmanlılar'ın gerileme dönemindeki başarısızlıklarının başlıca sebebi olarak görülmektedir. 19. yüzyıla gelindiğinde ise sektörün yerini sürgülü hesap cetveli almış ve sektör kullanımı tarihin sayfalarına karışmıştır. Buna karşın rubû' el-müceyyeb kullanımı 20. yüzyılın başlarına kadar devam etmiştir. Kanımızca bunun sebebi, rubû' el-müceyyebin bir çeşit saat olması ve zamanın ölçülmesinde de kullanılmasıdır. Buna ek olarak yukarıda bahsettiğimiz dini motivasyonun bu konuda rolü büyüktür.

¹² Galileo Müzesi, Floransa'da tarafımızdan çekilmiştir: Aynı levha üzerinde bir rubû ve bir sektör (Istituto e Museo di Storia della Scienza Museo Galileo).

Kemal Beydilli'nin *Türk Bilim ve Matbaacılık Tarihinde Mühendishane ve Mühendishane Matbaası ve Kütüphanesi (1776-1826)* eserinde bulunan 1801, 1816, 1822 ve 1826 seneleri mühendishanede bulunan alet ve edevat mevcudatını gösteren listelerin tamamında pirinç pergâr-ı nisbe bulunmaktadır (Beydilli 376-409). 1836 listesinde pergâr-ı nisbe bulunmaması da dikkat çekicidir. 1801'den 1836'ya kadar olan tüm bu listelerde rubû tahtası adı geçmektedir. Bu listeler bu aletlerin mühendishane bünyesinde mevcut olduğunun kanıtıdır.

Yazımızda bahsettiğimiz aletlerin işlem kapasiteleri kollarında bulunan çizgilere yani ölçeklerine bağlıdır. Yukarıda verdiğimiz işlem kapasiteleri listeleri kıyaslandığında bu iki aletin kesiştiği uygulama alanları dikkat çekecektir. Dolayısıyla bazı işlemlerin çözümünü elde etmek için rubû' el-müceyyeb veya sektörden herhangi birini kullanmak mümkündür. Çünkü bu aletlerin üzerindeki bazı ölçekler örtüşmektedir. Ancak bu iki aletin, birinin diğerinin yerine kullanılabilceğini söylemek yanlış olur. Çünkü sektör yani Osmanlıcadaki adıyla pergâr-ı nisbe pergel, cetvel gibi bir geometri aletiyken, rubû' el-müceyyeb taşınabilir bir hesap cetveli, bir saat ve bir astronomi aletidir. Yani bu iki aletin en temel farkı kullanım alanlarıdır. Sektör esasen oran-orantı ve benzer üçgenlere dayalı hesaplar yapmak üzere kurgulanmıştır. Ancak daha önce de belirttiğimiz gibi bir çeşit sektör yoktur ve bazı sektörlerle daha gelişmiş hesaplar yapabilmeleri için yeni hesap çizgileri eklenmiştir. Örneğin, sinüs çizgileri mevcut bir sektörün kolları 90° açıldığında, onu rubû' el-müceyyeb yerine kullanmak işinin ehli biri için pek âlâ mümkündür. Fakat rubû' el-müceyyebdeki sinüs ve kosinüs yayları sektörde bulunmadığından, bu yayların kullanıldığı işlemleri sektör ile yapmak haliyle zor olacaktır. Ancak bir çeşit sentez olan Galileo pergeli bu iki alet arasında bir köprü kurmuştur.

Cambridge Üniversitesi'nin sözlüğüne göre teknoloji, "*Bilimsel bilginin sonucunda doğan ve pratik amaçlar için kullanılan şeyleri belirten sözcük*" olarak tanımlanır ("Technology"). Bu tanım günümüz teknolojisi düşünülerek yapılmış çağdaş bir tanım olsa da yukarıda bahsettiğimiz gereçlerin hepsi bu tanım kapsamında birer teknolojik alettir. İnsanlar tarafından yaratılan, yaşamımızı daha basit hale getiren ve problemlerimizi kolayca çözmemizi sağlayan sistem teknoloji ise; hesap yapma kabiliyeti çok da gelişmiş olmayan askerlerin savaş alanında gerekli hesapları kolayca yapabilmesi için geliştirilmiş bir alet olan Galileo'nun sektörü dönemin en ileri teknolojisini temsil etmektedir. Teknoloji her zaman ilerleyen bilimin sonucu değildir, aksine bazı durumlarda -mesela askeri teknoloji-

bilimin ve matematiğin ilerleyip *modern bilim* haline gelmesine yardımcı olan bir iteleyici güçtür. Ne yazık ki, bu iteleyici güç tarihin hemen her döneminde niyeti bozuk kişilerin elinde yıkıcı bir kuvvet olarak kötüye kullanılmıştır.

KAYNAKÇA

Acar, M. Şinasi, Atilla Bir ve Mustafa Kaçar. *Rubu Tahtası Yapım Klavuzu (Rubu Dâirenin Esâsı ve Usûl-i Tersimi)*. İstanbul: Ofset, 2014.

Beydilli, Kemal. *Türk Bilim ve Matbaacılık Tarihinde Mühendishane ve Mühendishane Matbaası ve Kütüphanesi (1776-1826)*. İstanbul: Eren, 1995.

Demir, Remzi. "Eski Bir Hesap Aleti: Rub'u'l-Müceyyeb ve Takiyüddin ibn Maruf'un Rub'u'l-Müceyyeble Yapılan İşlemler Manzumesi Adlı Risalesi." *Bilim ve Felsefe Metinleri* 1.1 (1992): 29-52.

Dizer, Muammer. *Rubu Tahtası*. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi, 1987.

Gökmen, Fatin. *Rubu Tahtası, Nazariyatı ve Tersimi*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi, 1948.

Istituto e Museo di Storia della Scienza Museo Galileo Catalogue Florence-ITALY: 2010-2015. Web. 22 Aralık 2016.

Istituto e Museo di Storia della Scienza Museo Galileo. *Galileo's Compass*. Florence: 2004. Web. 22 Aralık 2016.

İshak Efendi. *Mecmu'a-yı 'Ulûm-ı Riyâziye*. İstanbul: Matbaa-i Amire. 1831.

King, David. *Islamic Astronomical Instruments*. London: Variorum Reprints, 1987.

Leupold, Jacob. *Theatrum Arithmetico-Geometricum*. Leipzig: Bernhard Christoph Breitkopf und Sohn, 1727.

Polat, Atilla. "Treatises on Pergâr-ı nisbe (Sector) in the manuscript collections of Turkey." *XXVth Scientific Instrument Symposium: Instruments between East and West*. İstanbul. 29.09.2016.

Stone, Edmund. *The Construction and Principal uses of Mathematical Instruments; Translated from the French of M. Bion Chief Instrument-Maker to the French King*. Londra: H. W for J. Senex and W. Taylor, 1723.

"Technology." *Cambridge University Online Dictionary*. Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus Online, 2017. Web. 2 Ocak 2017.

- Tomash Erwin ve Williams Michael R. "The Sector: It's History, Scales and Uses."
EEE Annals of the History of Computing 25. 1 (2003): 34-47.
- Turner, Gerard L'E. *Scientific Instruments 1500-1900*. California: University of California, 1998.
- Unat, Yavuz. *İlk Çağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*. Ankara: Nobel, 2013.
- Zack M. ve Landry E. *Research in History and Philosophy of Mathematics (The CSHPM 2014 Annual Meeting in St. Catharines, Ontario)*. Basel: Birkhaeuser, 2015.
- Ziya, Ahmed. *Rubu Dâirenin Sûret-i İsti'mâli*. İstanbul: Kandilli Boğaziçi, 1919-20 (Hicri 1338).