

## OSMANLILAR'DA BALİSTİK VE MODERN FİZİK İLİŞKİSİ\*

Vural BAŞARAN\*\*

### Öz

*Bilimsel ilerlemeler, teknolojik gelişmelerle paralellik göstermektedir. Avrupa'da yapılan balistik ve topçuluk çalışmaları, mekaniğin iki dalı olan kinematik ve dinamik bilimlerinin gelişiminde önemli bir rol oynamıştır. Galileo, bir askeri mühendis olarak yaptığı kinematik çalışmalarında topçuluğun önemine vurgu yapmıştır. Newton da, hava sürtünmesi araştırmalarında topçuluktan yararlanmışır.*

*Osmanlılar 19. yüzyıl başlarından itibaren modern hareket kuramlarını, askeri mühendis hocaların gayretleriyle birlikte almaya başlamıştır. Bu çabalar sonucunda modern kinematik ve dinamik Osmanlılar tarafından kabul görmeye başlamıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** Osmanlı Ateşli Silahları, Balistik, Başhoca İshak Efendi, Hüseyin Rifki Tâmani, Galileo, Topçuluk, Mühendishâne, Modern Fizik.

### Abstract

#### *The Relationship of Ballistics and Modern Physics in Ottomans*

*Throughout the history, scientific improvements have shown parallelism with the technologic developments. The ballistic and artillery studies conducted in Europe have had a crucial role in the development of kinematics and dynamics which are two of the branches of the mechanics. Galileo, as a military engineer, had always emphasized the importance of artillery in his kinematics studies. Similarly, Newton had also used artillery for his friction force of air researches.*

*The Ottomans, from the beginning of 19th century, had started receiving the modern kinetics theories together with the effort of the military engineers. Among them, Huseyin Rifki Tamani and Bashoca Ishak Efendi's considerable efforts leaded off the acceptance of modern kinematics and dynamics by Ottoman Empire in the 19th century.*

**Keywords:** Ottoman's Firearm, Ballistic, Bashoca Ishak Efendi, Galileo, Gunnery, Huseyin Rifki Tamani, Modern Physics, Muhendishane.ttt

\* "Balistik İncelemeleri Vasıtasıyla Modern Hareket Kuramlarının Avrupa'da Gelişmesi ve Osmanlı Devletine Girişi" adlı yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara 2012.

\*\*Ankara Üniversitesi Felsefe Bölümü Bilim Tarihi Ana Bilim Dalı Araştırma Görevlisi.  
vuralbasaran@gmail.com

## I.GİRİŞ

Teknoloji ve bilimsel teoriler arasında, çok yakın bir ilişki vardır. Örneğin; balistik incelemeleri, hareket kuramlarının oluşumunda çok önemli bir rol üstlenmiştir. Nitekim Galileo, balistik incelemelerin önemini, “Aristoteles zamanında topçu bataryalarının henüz olmayışına üzülüyorum, ne yazık! Hâlbuki topçu atışları sayesinde cehalet ortadan kaldırılır ve Evren’in sorunları hakkında tereddüde yer vermeden konuşulabilirdi.” (Galileo 2008: 174) sözleriyle anlatmıştır. Makalemizde, topçuluk ve balistik incelemelerle, modern fizik kuramları arasındaki ilişki ve bu ilişkinin Osmanlılarda nasıl olduğu gösterilmek istenmiştir. Bu bağlamda, önce Avrupa’daki gelişmeler ele alınacak sonra da Osmanlılara modern hareket kuramlarının nasıl girdiği gösterilmeye çalışılacaktır.

## II. Avrupa

Brükselli Gerard (Gérard de Bruxelles), kinematik bilimiyle ilgilenen ilk bilimcilerden olmuş ve *Liber de Motu* (Hareket Üzerine Kitap) adlı eseriyle, Avrupa’da kinematik bilimini başlatmıştır (Clagett 73; Pedersen 187). Gerard’ın çalışmalarını, Oxford Merton Koleji’nde bu konu hakkında yapılan çeşitli çalışmalar takip etmiştir. Bu okulda; Thomas Bradwardine (1290-1349), William Heytesbury (ö. 1350), Richard Swineshead (ö. 1340-1350), John Dumbleton (1310-1349) gibi Orta Çağ’ın önemli bilimcileri hareket üzerine çalışmalar yapmıştır. Thomas Bradwardine, sonuçları yanlış olsa da, kinematik ifadeleri matematiksel olarak ifade etmeye çalışan ilk bilimci olması bakımından önemlidir. Ayrıca Bradwardine, farklı boyutlarda ve ağırlıklarda olan cisimlerin boşlukta, aynı anda yere düşeceklerini söylemiştir. Bu hiç kuşkusuz, Aristoteles fiziğine aykırı bir sonuçtur. Çünkü Aristoteles’e göre düşme ağırlıkla orantılıdır (Grant 53).

Heytesbury, *Regule Solvendi Sophismata* adlı eserinde ivmeyi tanımlamıştır. Heytesbury’ye göre, “hız eşit aralıklarda ve eşit zamanlarda aynı oranda artıyorsa, buna düzgün ivmelenen hareket denir.”(Pedersen 194). Merton Koleji hocaları, düzgün ivmelenen hareketi doğru bir şekilde tanımlamalarına rağmen, anlık hız kavramını anlamakta güçlük çekmişlerdir.

Geometrik ve grafiksel yöntemler kullanarak hızın tanımını ilk kez yapan ise Nicole Oresme’dir (1320-1382). Merton Koleji’nde yapılan çalışmalardan etkilenen Oresme, ilk başlangıç anından t anına kadar geçen sürede, düzenli hareketin grafiğinin dikdörtgen olduğunu göstermiştir. Eğer hareket düzgün hızlanan bir hareketse, ilk hız sıfır olduğu zaman grafik üçgen olur. İlk hız var ise grafik yamuk şeklini alacaktır.

Oresme’nin geometri ve matematik kullanarak hareket problemlerini ifade etmeye çalışması, kökleri Archimedes’e dayanan matematiksel fiziğin

tekrar hatırlanmasıdır. Oresme'nin ifadeleri daha sonra Galileo tarafından genelleştirilmiştir.

Bu yüzyılda doğan iki bilimci, topçuluk ve balistikle ilgili çok önemli çalışmalar yapmıştır. Bunlardan ilki, Niccolo Fontana Tartaglia'dır (1499-1577). Önemli matematiksel ve fiziksel başarılarına imza atan Tartaglia, *Nova Scientia* (Yeni Bilim) (1537) adlı kitabında topçuluk biliminin önemini ve kendisi için ne ifade ettiğini şu sözlerle anlatır. "Berbat şeyler düşündüğümü hissediyorum... insanlık türünün yok edicisi, lanetli çalışmaların değerini arttırmak gibi... Ancak şu anda, görünen o ki kurt (Osmanlı Sultanı I. Süleyman) sürülerimizi yakıp yıkmayı çok istiyor... bu benim için çok hoş görülemez..." (Hackborn 1). Yine aynı kitabında, atılan bir topun, en uzak mesafeye gidebilmesi için 45°'lik açıyla atılması gerektiğini söylemiştir (Henninger-Voss 380).

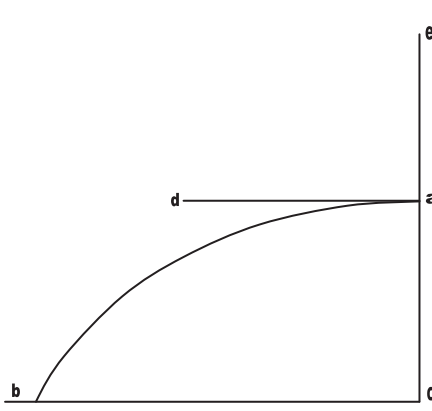
16.yüzyıla kadar geometrik yöntemler kullanılarak hareket kanunları ispat edilmeye çalışılmıştır. Ancak 16. yüzyıl Avrupa'sında savaşlar ve gelişen bazı sanat dallarının ihtiyacı için teknolojik gelişmeler hız kazanmıştır. Özellikle top atışları ve top teknolojisi, savaşlarda etkin bir biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Görünüşe göre balistik kelimesi Marin Mersenne'nin (1588-1648) *Ballistica et Acontismologia* adlı eserinden kaynaklanmaktadır. Önemli bir bilimci olan Mersenne, dahili ve harici balistik konularının yanı sıra, termodinamik ve kimyaya da değinmiştir (Hackborn 1).

Düşen cisimlerin düşme hızlarının, ağırlıklarıyla orantılı olmadığını söyleyen Bradwardine'den sonra, Aristoteles'e bir darbe de gök mekaniğinden gelmiş ve Batlamyus'la, Aristoteles'in evren üzerine söylediklerine yapılan eleştiriler, yeni bir sistemin doğmasına sebep olmuştur.

Galileo Galilei (1564-1642), astronomi ve fiziği geleneksel düşünceden koparak incelemiştir. Pisa Üniversitesi'nde, matematik ve askeri mühendislik alanında dersler verdiği sırada, Aristoteles'i yadsıyan görüşleri sebebiyle artan baskılar karşısında Padua Üniversitesi'ne geçmiştir (Bernal 187). Copernicus astronomisini desteklemesinden dolayı türlü baskılara maruz kalmıştır. Yeryüzünde hareket eden cisimler üzerine getirdiği yenilikler devrim niteliğindedir. *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog* (1632) ve *İki Yeni Bilim Üzerine Diyalog* (1638) adlı eserlerinde hareket kuramlarını ortaya koymuştur. Einstein'a göre, ikinci eserinde, "rahip ve âlim kıyafetine bürünmüş öğretmenlerin uyuşukluğundan ve halkın cahilliğinden destek alarak, otorite olma konumlarını sürdürenlerin ve savunuların çokluğu karşısında, rasyonel düşüncenin temsilcisi olarak ayakta kalma cesaretine, zekasına ve tutkulu iradesine sahip bir insanı tanıtır." (Einstein 1). Galileo, kendi eserlerinde defalarca üstün insan olarak tanıttığı Archimedes ile aynı yolu izlemiş

ve fiziksel olguları matematiksel olarak ifade etmeye çalışmıştır. Galileo, *İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar*'ın üçüncü gün diyaloglarına “doğada, devinimden eski belki hiçbir şey yoktur...” diyerek başlamış ve “mermilerin ve fırlatılan cisimlerin, bir tür eğri yol betimledikleri gözlemlenmiştir, ancak bu yolun, bir parabol olduğu olgusuna daha önce hiç kimse dikkat çekmemiştir.” sözleriyle devam etmiştir (147).

Bu sözlerle; atış hareketinin çizdiği eğrinin bir parabol olduğunu ilk defa ifade etmiştir. Galileo devam eden diyaloglarında, ivmesiz hareketin tanımını yapmış ve  $v = \frac{x}{t}$  denklemini anlatmıştır. Devamında, serbest düşen cisimlerin hızlarının, Aristoteles'in iddia ettiği gibi; ağırlıkla orantılı olmadığını ve zamanın karesi ile orantılı olduğunu söylemiştir (165). Eğik düzlem üzerinde hareket eden cisimlerin kinematığı de bu kitapta anlatılmıştır. Kitap fırlatılan cisimlerin kinematığıyla tamamlanmıştır. Galileo, kitabın sonuna balistik analizlerini koymuştur. Fırlatılan cisimlerin hareket ederken çizdikleri yolun parabol olduğu, geometrik kanıtlar kullanılarak gösterilmiştir. Parabolün özellikleri anlatılmış ve denklemleri için yararlı tanımlamalar yapılmıştır. Galileo, balistik analizini hava sürtünmesinin direncini görmezden gelerek hazırlamış, ortamı ideal hale getirmiştir.



Galileo'nun parabol tanımları şu şekildedir:

Galileo, atış teorisinde şu tanımlamaları yapmaktadır: *bc* yatay çizgisi, yarım parabolün genişliği olarak tanımlanmaktadır. *ac*, yarım parabolün yüksekliğidir. Bununla beraber; *ea* uzunluğu ise, yarım parabolün üzerine eklenmiş ek yüksekliktir. Bu ek yükseklik, öyle seçilmiştir ki, *e* noktasından düşen cisim *a* noktasına ulaştığı andaki hızıyla

yatay olarak devindiğinde, *d* noktasına ulaşma zamanı ile *ea*'yı düşme zamanı birbirine eşit olmalıdır.

Galileo'nun balistik cetvelleri şu şekildedir (2011: 257-259):

Bu cetvellerde, mermi ağızından çıkan topların hızı, her bir atış açısı için aynı kabul edilmiştir. İlk tablo, 45° lik bir atışta 10000 birim uzaklığa giden bir top mermisi için elde edilen teorik sonuçları içermektedir. İkinci tablo ise, aynı atış hızına sahip mermilerin farklı açılar altında hesaplanan yükseklik ve ek-yükseklik miktarlarını vermektedir.

Atış açısı	Menzil	Atış açısı
45°	10,000	45°
50	9,848	40
55	9,396	35
60	8,659	30
65	7,660	25
70	6,428	20
75	5,000	15
80	3,420	10

Tablo I. Farklı açılar için Galileo'nun menzil hesabı.

Atış açısı	Yükseklik	Ek Yükseklik
1°	87	286,533
10	881	28,367
40	4,196	5,959
45	5,000	5,000
60	8,600	2,887
70	13,237	1,819
75	18,660	1,339
90	---	----

Tablo II. Farklı açılar için Galileo'nun yaptığı atış analizlerinde parabollerin yükseklikleri ve ek yükseklikleri.

Bu cetveller ve Galileo'nun balistik analizleri, Avrupa'da ve Osmanlı Devleti'nde uzun süre kullanılmıştır. Bununla beraber, Galileo'nun hareket konusunda yaptığı açıklamalarda, yetersiz bazı taraflar vardı. Galileo'dan hemen sonra, bunlar eleştirilmeye ve geliştirilmeye başlanmıştır. Bilim devriminin en önemli figürlerinden birisi olan Isaac Newton (1642-1727); kinematik ve dinamik alanlarında Galileo'nun çalışmalarını ileriye taşımıştır. *Principia* adlı eserinde kinematik ve dinamik yasalarını bütünüyle ortaya koymaya çalışmıştır. Kütle çekim kuvvetini bulmuştur. Buna göre; elmayı yere düşüren kuvvetle, Ay'ı, Arz'ın etrafında döndüren kuvvet aynı kuvvettir.  $m_1, m_2$  iki farklı cismin kütleleri olmak üzere;  $F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$  formülünü vermiştir. Newton, ayrıca üç tane de hareket kanunu tanımlamıştır. Bunlar

- 1) Eylemsizlik yasası,
- 2) Kuvvet-kütle ilişkisini anlattığı,  $F = ma$  olarak bilinen yasa
- 3) Etki tepki yasasıdır.

Newton'dan önce yaşamış olan ve mekanikle ilgili görüşlerinin Osmanlıları etkilemesinden dolayı Descartes'ın da hareket kuramları önemlidir. René Descartes (1596-1650), dünyayı mekanikçi bir bakış açısıyla algılamıştır. Onun felsefesinde bilim; renk, koku, ses gibi ikincil nitelikler yerine, birincil nitelikler olan hareket ve maddenin yer kaplaması gibi konularla ilgilenmelidir (Cevizci 504-505).

Descartes, üç tane hareket yasası ortaya koymuştur. Bunlar:

- 1) Her şey, başka bir şey onu değiştirmedeği sürece, bulunduğu durumda kalır.
- 2) Harekette olan her cisim, hareketine düz bir çizgi üzerinde devam etmeye çalışır.
- 3) Harekette olan bir cisim, kendinden daha güçlü bir şeye rastlarsa, hareketinden bir şey yitirmez, ancak harekete geçirebileceği, kendinden daha zayıf bir cisimle karşılaşır, ona verdiği kadar kendi hareketinden yitirir (Descartes 114).

Descartes, hareket problemini ele alırken, felsefi yönden olmasa da, fiziksel yönden Galileo ve Newton'un gölgesinde kalmıştır. 18. yüzyılda Avrupa'da topçuluk hızlı bir gelişme göstermiş, buna bağlı olarak hareket kuramlarında bazı düzeltmelere gidilmiştir. Galileo, balistik incelemelerinde hava direncini önemsiz saymış ve analizlerinde yer vermemiştir. Ancak Newton ve Huygens, bazı basitleştirmeler yaparak, hava dirençli ortamlar için analizler gerçekleştirmişler ve hava sürtünmesinin önemini fark etmişlerdir.

Hava sürtünmesinin bulunduğu ortamdaki balistik denklemlerinin lineer olmamasından dolayı, çözümü çok zordur. Bu konuda çalışmalar yapan iki önemli bilimci vardır: İngiliz matematikçi Benjamin Robins (1707-1751) ve İsviçreli matematikçi Leonhard Euler (1707-1783). Benjamin Robins, yaptığı hassas deneyler ve analizler sonucunda balistik devriminin önemli bir figürü olmuştur (Steele 353). 1742 yılında yayınladığı, *Principles of Gunnery* (Topçuluğun İlkeleri) adlı kitabında dahili ve harici balistik konularını ele almıştır. Kitabın önemi, bu iki konunun arasındaki ilişkiyi göstermesidir (Barnett 93). İyi bir mühendis ve balistik uzmanı olan Robins, icat ettiği Balistik sarkacı sayesinde atış hareketinin hızıyla ilgili ilk güvenilir ölçümleri yapmıştır. Ancak bu balistik sarkacını kullanmak, karmaşık matematik ve mekanik bilgisi gerektirmektedir (Steele 360).

Robins, kitabının ilk yarısını dahili balistik problemlerine ayırmıştır. Buradaki amacı, atış hareketinde merminin namludan çıkış hızını; kütle, barut miktarı ve bunların geometrik fonksiyonu cinsinden anlatmaktır. Çalışmalarında, sıkıştırılmış havayla atılan mermi hızının teorik analizini yapan Daniel Bernoulli (1700-1782)<sup>1</sup> ve Francis Hauksbee (1666-1713) ile Stephen Hales'in (1677-1761) deneysel çalışmaları üzerine inşa edilmiş parametreleri kullandı. Benjamin Robins'in bu çalışmaları, içten yanmalı motorların, termodinamik analizlerine imkan sağlamıştır. Bu etki, belki de Nicolas Léonard

<sup>1</sup> Daniel Bernoulli, bu çalışmalarını *Hydrodynamics* (1738) adlı eserinde yayınlamıştır.

Sadi Carnot'un (1796-1832) yanmalı motorların teorik analizine öncülük etmiştir (Steele 360). Robins'in harici balistik alanındaki başarıları da bir o kadar önemlidir. Yaptığı sarkaçtan faydalanarak, hava direncinin hızlı atışlar üzerindeki karmaşık ve önemli etkisini keşfetmiştir. Top atışlarında mermilerin hareket yolunun, Galileo'nun parabolik atış teorisinden farklı olduğunu görmüştür. Newton ve Huygens; hava direncinin, hızın karesi ile orantılı olduğunu söylemişlerdi. Robins, bunun düşük hızlar için doğru olduğunu göstermiştir. Ancak atış, ses hızına yaklaştığında havanın uyguladığı direnç artmaktaydı. Balistik sarkacı için, düşük gelen hızları ölçmek adına *whirling arm* denen aleti yapmış ve atışlar için kullanmıştır (Steele 361-362).

18. yüzyılın en önemli bilimcilerinden birisi olan Leonhard Euler (1707-1783), Robins'in yaptığı teorik ve pratik çalışmaları daha ileri taşımıştır. Farklı üniversitelerde çalışmış olan Euler, 1741 yılında Büyük Frederick tarafından Almanya'ya davet edilmiş ve kendisinden Robins'in *New Principles of Gunnery* adlı çalışmasını, Almancaya tercüme etmesi istenmiştir. 1745 yılında Euler, eseri çevirirken bazı matematiksel ekler de yapmış, hataları eleştirerek bazı düzeltmelere gitmiştir (Steele 365-366). 1753 senesinde ise, atmosferdeki sürtünme kuvvetinin özelliklerini incelediği balistik analizlerini yayınlamıştır. Problemin çözümü çok güçtür. Euler, birkaç değer için bir atış cetveli hazırlamış; ancak bu geniş ölçekli bir balistik cetveli olmamıştır. 1764 yılında, Alman piyade subayı Graf von Graevenitz, Euler analizlerini kullanarak, 18 farklı atış için değerler hesaplamıştır. Bu tablo, 18. yüzyılın büyük açılı ve düşük hızlı havan topları için doğru değerler vermektedir. Daha sonra Johann Heinrich Lambert (1728-1777) ve Adrien-Marie Legendre (1752-1833), yüksek hızlı ve uzun menzilli atışlar için diferansiyel analizler gerçekleştirdiler (Steele 368-369).

### III. Osmanlı

Osmanlılar, doğa felsefesini kurarken, *Yaratıcı-Yaratılan* ilişkisini ön plana çıkaran ve Orta Çağ İslam dünyasından miras alınan bir yaklaşım içerisindediler (Demir 9). Osmanlı âlim-filozofları, geleneklerini İbn Sînâ-Gazzali-Fahreddin er-Râzî modelinden (detaylı bilgi için bkz. Karlığa 2005) aldıkları bilgilerle kurmuşlardır. Antik Yunan Uygarlığı'ndan alınan bilgiler, Müslüman filozoflar ve mütekellimler vasıtasıyla Osmanlılara taşınmıştır.

Osmanlılarda ilk fizik çalışmaları, İznik Medresesi'nde başlamıştır. Bu medresenin ilk başmüderrisi Dâvûd bin Mahmud er-Rumî-el-Kayserî (ö. 1350), Muhiyiddin-i Arabî'nin *Fusus-ül Hikem*'ine yazdığı şerhte tasavvufu savunmuştur. Belki de bu şerh sayesinde tasavvuf, Osmanlı ülkesinde kolaylıkla tanınmıştır (Adivar 16). Kendisinin felsefe alanında Aristoteles'i tenkit edebilecek kadar ileri bir bilgiye sahip gibi görünmektedir (Bayrakdar 14).

Fizikle ilgili eseri *Nihâyetü'l-Beyân fi Dirâyet-iz Zamân*'da, Dâvûd, Aristoteles ve Bağdadî'nin zaman felsefesini eleştirerek, kendine has bir felsefe kurmuştur. Ayrıca maddelerin atomlardan oluştuğunu kabul etmiştir (Bayrakdar 26-27).

İznik'ten sonra ikinci medrese, Orhan Bey'in büyük kumandanı Lala Şahin tarafından, Bursa'da kurulmuştur. Şemseddin Mehmet bin Hamza-el-Fenârî, bu medresede hocalık yapmış önemli bilginlerdendir. Fahreddin er-Râzî ekolüne bağlı olan âlim, Râzî'nin geliştirdiği İbn Sînâ sisteminin Osmanlı geleneğine taşınmasında önemli bir rol oynamıştır. Kadızade-î Rumî de (ö.1436), dönemin bir diğer önemli matematikçisi ve astronomudur. Semerkant medresesinde, başkanlık ve Semerkant rasathanesinde, müdürlük yapmıştır. *Zic-i Uluğ Bey*'in yazımına katkıda bulunmuştur (Adivar 18-19).

Osmanlıların kuruluşundan, Fatih Sultan Mehmet'in tahta çıkışına kadar geçen süreçte, Osmanlı medrese hayatı; Selçuklulardan alınan geleneğin biraz daha ileri taşınarak devam ettirilmesinden ibarettir. Fatih Sultan Mehmet, bilimin koruyucusu ve bilime düşkün bir sultandı. İskenderiye kralı Ptoleme'nin yaptığı gibi, meşhur bilimcileri İstanbul'a davet etmiş (Gökdoğan & Unat 44), Antik Yunan bilginlerinin eserlerini Türkçeye çevirtmiştir. Bu dönemde; Ali Kuşçu, Molla Lutfi, Müeyyed-zâde önemli âlim-filozoflardır. Fatih döneminden sonra, bir müddet daha bilimdeki gelişmeler devam etmişse de, XVII. yüzyılda doğa bilimleri gücünü kaybetmeye başlamıştır. Bu dönemde Koçi Bey, IV. Murad'a ilim adamlarının rüşvet ve adam kayırmayla göreve geldiğini bildiren bir risale yazmıştır (Bilkan 16-17). Yine Nev'izâde Atâyî (1583-1635?), *Sohbetü'l-Ekbâr* adlı eserinde, ilim ortamındaki yozlaşmayı anlatmıştır (Bilkan 26). Ancak bu dönemde, Kâtip Çelebi (1609-1657) gibi önemli bir âlim de yetişebilmiştir. Kâtip Çelebi'nin *Cihannümâ* adlı eseri İbrahim Müteferrika tarafından basılmıştır. Bu eser aşağıda incelenecektir.

Osmanlılarda XVIII. yüzyılın başında, bilimdeki durgunluğu gidermek adına bazı heyetler kurulmuştur. Bu dönemde kısmen de olsa, belli bir uyanış söz konusudur. Tarihçilerin, Lale Devri diye adlandırdığı bu dönemde, tercüme faaliyetleri yapılmıştır. Bu devrin en ünlü bilimcilerinden birisi olan Yanyalı Es'ad Efendi (ö.1730), Aristoteles'in *Fizik* kitabını Yunancadan Arapçaya çevirmiştir. Bu eser, Ioannis Kuttinius'un şerhine dayanarak yapılmıştır. Es'ad Efendi, ilk üç makaleyi şerhiyle birlikte, son beş makaleyi de sadece özet olarak tercüme etmiştir (Aydüz 143).

Bu dönemin bir diğer önemli bilim insanı İbrahim Müteferrika'dır (1670-1745). İlk matbaayı kuran ve burada bilimsel eserler basan Müteferrika, ayrıca Kâtip Çelebi'nin *Cihannümâ* adlı eserine yaptığı eklerle beraber,



yeni bir mekaniği ve felsefeyi Osmanlılara tanıtmıştır. Bu eklerde, yeni astronomi de anlatılmaktadır. İbrahim Müteferrika, Kâtip Çelebi'nin "Beşinci Emir: Feleklerin ve Unsurların Halleriyle İlgili Toplu Bilgi" başlıklı kısmına yaptığı eklerde, gökyüzü ile ilgili üç görüş olduğunu söylemektedir. Bunlar:

- 1) Aristoteles ve Batlamyus'un görüşleri.
- 2) Pythagoras ve Platon ile Copernicus'un görüşleri.
- 3) Tycho Brahe isimli filozofun görüşüdür.

Bu üç görüşü de veren İbrahim Müteferrika, Arz'ın hareketiyle ilgili Güneş Merkezli Kuram ile eski astronomiyi savunanların görüşlerini tarafsız bir şekilde ele almıştır (Kalaycıoğulları 64). İbrahim Müteferrika, felsefi kaygılarından ya da yararlandığı eserlerin Fransız kaynaklı olmasından dolayı, Descartes mekaniğini de Osmanlılara tanıtmıştır (Adıvar 171).

Bu döneme kadar, Avrupa'da gelişen modern hareket kuramlarının, Osmanlı Devleti'ne yararı dokunmadığı görülmektedir. Çünkü Avrupa'da, Galileo'nun teorileri; Newton, Huygens, Robins ve Euler gibi bilimciler tarafından eleştirilip, daha hassas teoriler kurulmaya çalışılırken; Osmanlılar, 18. yüzyıl başlarında hâlâ Aristoteles fiziği yahut yanlış olan Descartes mekaniği ile uğraşmaktaydı. Bilimsel bilgi, teknoloji kalıbına döküldüğü zaman günlük hayatta kullanılabilir hale gelir. Bununla birlikte teknoloji, daima bilimden çıkmaz; bağımsız bir şekilde de gelişebilir (Sayılı 82-83). Balistik sahasındaki incelemelerin ve gelişmelerin, hareket kuramlarına katkı sağladığı anlaşılmaktadır. Bu bağlamda Osmanlı bilimcileri, 18. yüzyıl başlarında hâlâ yanlış bir yer ve gök mekaniği ile uğraşırken; Avrupa'da çok önemli atılımlar olmuştur. Galileo'nun balistik cetveli, eleştirilere maruz kalmış ve bilimciler tarafından geliştirilmiştir.

### III.a Mühendishânelerin Kuruluşu

XVIII. yüzyıl başlarından itibaren üst düzeye çıkan siyasi, ekonomik ve askeri alandaki sorunları gidermek için bazı tedbirler alınmaya başlanmıştır. Bu tedbirlerde öncelik askeri alana verilmiştir. Zira, savaş kayıpları ile imparatorluk güç ve toprak kaybetmeye başlamıştı. Patrona Halil isyanından (1730) sonra başa geçen I. Mahmud, bir Fransız asilzadesi olan Cloud Alexandre de Bonneval'i İstanbul'a çağırılmış ve Humbaracı Ocağının başına geçirmiştir. Adı da Humbaracı Ahmet Paşa olmuştur. Bir nizamname yayınlayan Ahmet Paşa, topçuluğu geliştirme çabasına koyulmuştur (Hayta & Ünal 40). Bu bağlamda, Mühendishânelerin çekirdeğini teşkil eden Hende-sehâne, 1734 senesinde topçu ocağının ihtiyaçlarını karşılamak için kurulmuştur. Ahmet Paşa, Fransız ordusunun topçu kuvvetlerinden bahsederken "Sayıları bini aşan, matematiği kuvvetli ve harp esnasında, cepheledeki

hesaplamaları yapan bir mühendis birliği bulunmaktadır. Bunlar aynı zamanda düşman kalelerine taarruz esnasında hendeklerin kazılmasından da sorumludur.” (Kaçar 21) diyerek Hendesehâne'nin önemine dikkat çekmiştir. Ahmet Paşa'dan sonra, Baron de Tott'un katkılarıyla Tersane içinde bir Hendesehâne açılmıştır. Bu kurum, 1781 yılından itibaren Mühendishâne olarak anılmaya başlamıştır (Beydilli 23). Bu Mühendishâne, denizcilik için kurulmuş olsa da, karacılık için de eğitim vermiştir.

1887/88 yıllarında, Rusya ve Avusturya ile yapılan savaşlar sonrası, askeri düzenlemeye dair planlar hız kazanmıştır. Bu dönemde, devletin ileri gelenlerinden reform taslakları içeren layihalar hazırlamaları istenmiştir. Ermeni tercüman D'ohsonn da, bu layihaların istendiği kişilerden birisidir. Bu layihalara istinaden, 1792 yılında, Lağımçı ve Humbaracı ocaklarına kanunnâme çıkarılmıştır. Bu kanunnâmelere göre, bu ocaktakiler “top ve tüfek atmak, metris almak, hendese üzerinde humbara atmak ve yeni harp bilimlerini öğrenmek durumundaydılar.” (Beydilli 27).

Bütün bu layiha ve incelemelerin sonucunda, 1795 yılında, Mühendishâne-i Berrî-i Hümayun, bir kanunnâmeyle kurulmuştur (Çeçen & Şengör 29-30). Kanunnâmeden, Mühendishâne'nin görevinin, Avrupa'daki bilimsel gelişmeleri takip etmek olduğu anlaşılmaktadır. Bu amaçla çalışan Mühendishâne hocaları, modern hareket kuramlarının Osmanlılara girişini sağlamışlardır.

Bu dönemde karşımıza çıkan ilk hoca, özellikle geometri alanındaki çalışmaları ve Euklides'in *Elementler*'ini çevirmesiyle dikkati çeken Hüseyin Rıfki Tâ mânî'dir. Çok sayıda eser yazmış ve tercüme yapmıştır. 1794 yılında *Lağım Risalesi*, 1797 yılında *Usûl-i Hendese*, 1802 yılında *Memûatü'l Mühendisîn* ve yine 1802 yılında *İmtihan-ül Mühendisîn* adlı eserleri matbu olarak basılmıştır. Ayrıca, *el-Feridet el Münir fi-ilm el-Küre* adlı Arapça bir yazma eseri ve *İrtifa Risalesi* ve *Humbara Cetveli, Müsellesat-ı Müsteviye* ve *Usul-i inşa-i Tarik* adlı eseleri de mevcuttur. Tâ mânî'nin, *Mecmûatü'l Mühendisîn*<sup>2</sup> adlı 293 sayfadan oluşan eserinin, içinde modern hareket kuramları da, top atışları vesilesiyle yer almaktadır (detaylı bilgi için bkz. Tosun 519-526). İlk kısım, serbest düşme hareketi anlatılarak başlamıştır. Burada Hüseyin Rıfki Tâ mânî, öncelikle serbest düşen cismin, ilk saniyede alacağı yolu 12,94 kadem<sup>3</sup> olarak vermiştir. Bunun iki katı, bugün Arz'ın kütle çekim kuvvetine eşittir ki, Hüseyin Rıfki Tâ mânî bunların deneysel hesaplarının Avrupa'da yapıldığını söylemektedir.

<sup>2</sup> Hüseyin Rıfki Tâ mânî, *Mecmûatü'l Mühendisîn*, Milli Kütüphane, Yer Numarası: EHT 1946 A863.

<sup>3</sup>1 kadem=0,379 metre. Feza Günergün, “Eski Fransız ve Metre Osmanlı Ölçü ve Tartılarının Sistemlerdeki Eşdeğeri: İlk Karşılaştırmalar ve Çevirme Cetvelleri”, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, C.2, s.23-68.

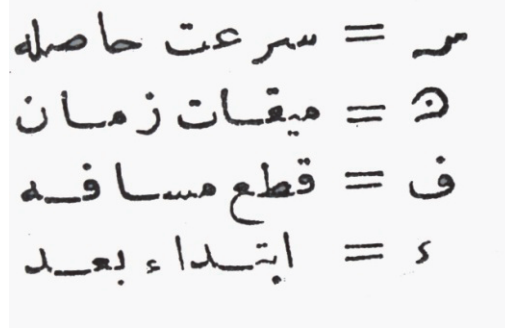
Tâmânî, denklemlerinde kullandığı kavramları aşağıdaki gibi sembolleştirmiştir:

s = Sürat

n = Zaman

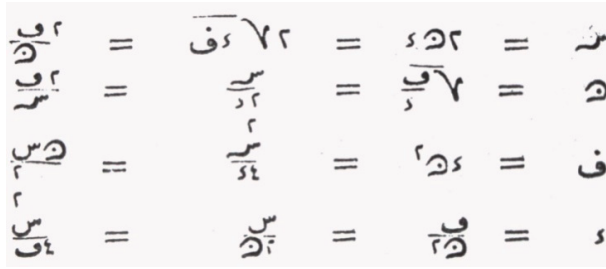
f = Mesafe

i=İlk uzaklık



Şekil 1.

Hareket denklemlerini de şu şekilde vermiştir.



Şekil 2.

$$1) \quad s = 2 \times n \times i = 2\sqrt{i \times f} = \frac{2f}{n}$$

$$2) \quad n = \sqrt{\frac{f}{i}} = \frac{s}{2i} = \frac{2f}{s}$$

$$3) \quad f = i \times n^2 = \frac{s^2}{4i} = \frac{n \times s}{2}$$

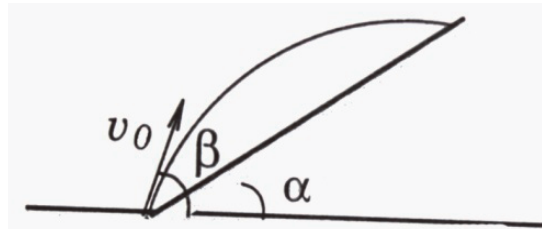
$$4) \quad i = \frac{f}{n^2} = \frac{s}{2n} = \frac{s^2}{4f}$$

Bu denklemler Tâ mânî'nin hareket denklemleridir. Denklemlerde n yerine t yazarsak ve  $g=2i$  olarak alırsak, denklemler  $h = \frac{1}{2}gt^2$  ve  $v = gt$  olur. Bunlar Galileo'nun ortaya koyduğu serbest düşme denklemleridir. Devamında, serbest düşmeyle ilgili hangi denklemlerin nasıl kullanılacağına dair sayısal örnekler verilmiştir. Serbest düşmenin anlatıldığı bölüm, Galileo'nun modern hareket kuramlarını içerse de, Aristoteles'in doğa felsefesi ile devam etmiştir.

*Ecsâm-ı sakilede<sup>4</sup> hareket iki kısım olub biri hareket-i tabîyye<sup>5</sup> ve diğeri hareket-i kasriyye<sup>6</sup> dir. Zirâ bir cismin bit-tabî merkez-i arz cihetine hebût<sup>7</sup> etmesi hareket-i tabîyye olub, bir kâsirin<sup>8</sup> kasri sebebiyle kâh hebût kâh suûd' eylemesi hareket-i kasriyye olur.*

Aristoteles'in hareket kuramının en önemli iki ögesi, Tâ mânî'nin eserine girmiştir. Şu haliyle 19. yüzyıl başlarında hâlâ Aristoteles'in doğa felsefesi ve hatta niteliksel bilim anlayışının etkileri görünmektedir diyebiliriz. Eserde, serbest düşme problemini, mermi hareketi izlemiştir. Doğal hareketin ve zorlanmış hareketin toplanması ile oluştuğunu söylediği mermi hareketinin yolunun bir parabol eğrisi olduğunu anlatmıştır. Mermi hareketi problemindeki hesaplamaların havasız ortam için yapıldığını; ancak normalde hava sürtünmesinin ihmal edilemeyeceğini söyledikten sonra; maksimum uzaklık problemine geçmiştir. Bir topun, en uzağa gidebilmesi için gerekli atış açısının 45 derece olduğunu ifade etmiştir. Bunu geometrinin inceliklerini kullanarak ispatlamıştır.

Devamında belli bir açıyla, eğimli yüzeylerdeki atış için çözümü sunmuştur.



Şekil 3.

<sup>4</sup>Ecsâm-ı sakile: Ağır cisimler.

<sup>5</sup>Hareket-i tabîyye: Doğal Hareket.

<sup>6</sup>Hareket-i kasriyye: Zorlanma/zoraki Hareket.

<sup>7</sup>Hebût: İnişyer.

<sup>8</sup>Kâsir: Zorlayıcı.

Burada da taşın en uzak noktaya gidebilmesi için, taşın atılma açısı olan  $\beta$ 'nın,  $\alpha$ 'nın yarısının 45 dereceye eklenerek bulunacağını söylemiştir. Bunun için herhangi bir ispat vermemiştir. Bölümün sonunda ise, ses hızından faydalanarak mesafe tayininin nasıl yapılabileceğini anlatmıştır. Sesin saniyede 173 *tevas* yol aldığı Avrupa'da yapılan deneylerle bilindiğini söylemiştir. Tâmnânî'nin verdiği değer metrik sistemde 337,1917 metreye denk gelmektedir. Bu değer, günümüzde 343 metre olarak verilmektedir.

Yahya Naci Efendi (ö.1824), Mühendishâne'de hocalık yapan bir başka zattır. Bu âlim,1809 yılında yazdığı *Risâle-i Hikmet-i Tabîye* adlı eserinde, topçuluk zanaatının gereklerini anlatmıştır.<sup>9</sup> Eserinde, Galileo'dan bahsetmiş ve onun yazdığı denklemleri vermiştir. Yine, Arz'ın kütle çekim kuvvetini ifade etmemiş; onun yerine, ilk saniyede alınan mesafeyi denklemlerine koymuştur. Modern okuyucu, bu hızı iki ile çarparak yer çekimi ivmesini bulup, denklemleri bu eşitlikle yazabilir. Yahya Naci Efendi'nin bu eseri, çoğunlukla barutun yanmasını ve havayla ilişkisini anlatır.

Yahya Naci'den sonra, yüksek matematiği Osmanlı Devleti'ne sokan Başhoca İshak Efendi (1774-1836) gelmektedir.(İhsanoğlu 1989) Modernleşmede önemli bir yere sahip olan İshak Efendi, yazdığı dört ciltlik *Mecmûa-i Ulûm-i Riyâziye*<sup>10</sup> adlı eserinde, modern hareket kuramlarını bütün yönleriyle Osmanlılara anlatmıştır. Dört ciltlik bu önemli eserin üçüncü cildi, fizik konusuna ayrılmıştır. Bu cildin ilk makalesi, daha çok felsefi konuları ele alırken; ikinci makale hareket problemini ele almaktadır.<sup>11</sup>

İkinci makaleye hareketin genel tanımlarıyla başlanmıştır. Burada, Newton'un yasalarını anlatmıştır. Bu makalenin ikinci kısmındaki açıklama şöyledir:

[C.3, s.27] *Bir cismin üzerine hareket eylediği hattın nukat-ı mütevâliyesi*<sup>12</sup> *mecmû'na -zamân- ve ol zamân içinde hareketiyle kat' eylediği eczâ-i mekâniye mecmû'na -mesâfe- ve zamân-ı mezkûrun bir cüz'ü mahdudunda*<sup>13</sup> *kat' eylediği mekânın eczâsı mecmû'na -sür'at- tesmiye olunur.*

Bu açıklamanın devamında,  $s$ =sürat,  $f$ =mesâfe,  $n$ =zamân harfleriyle gösterilerek hareket denklemleri verilmiştir. Buna göre;  $f = n \times s$ ,  $s = \frac{f}{n}$  ve  $n = \frac{f}{s}$  olmalıdır. Başhoca İshak Efendi, bu denklemleri beş sonuçta ayrıntılı bir şekilde ele almıştır.

<sup>9</sup> Eserin transliterasyonu için bkz. Ademoğlu 2001.

<sup>10</sup> Başhoca İshak Efendi, *Mecmûa-i Ulûm-i Riyâziye*, Milli Kütüphanesi, Yer Numarası, 06 mil EHTA 3210.

<sup>11</sup> Eserin ciltlerinin içeriği hakkında bilgi için bkz. Gökdoğan 2002

<sup>12</sup> Nikat-ı mütevâliye: Birbiri ardına gelen noktalar.

<sup>13</sup> Mahdûd: Sınırlanmış.

Üçüncü konu, momentumla ilgilidir.

[C.3, s.29] *Bir cismin mikdâr-ı hareketi cevherinin sür'atine darbın hâsılina müsâvî olur.*

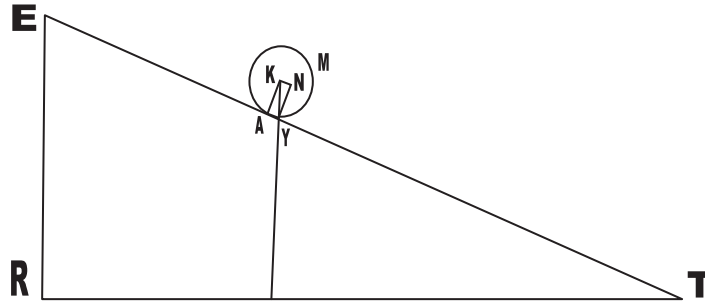
Yani 3 kıyye<sup>14</sup> ağırlığındaki bir cisim, saniyede 5 ba'<sup>15</sup> hızla gidiyorsa, bu cismin hareket miktarı, yani momentumu 15 olur. Momentumun devamında, basit hareket ve birleşik hareket başlıkları altında, hız vektörlerinin toplanması anlatılmıştır. Bu bağlamda, paralel kenar kuramı ya da hızların iki bileşene ayrılması yöntemi gösterilmiştir.

Beşinci konuda, düzgün hızlanan hareketler anlatılmaktadır. Burada, hem serbest düşen cisimler için, hem de yatay bir şekilde ivmelenen hareket için tanımlar verilmiştir.

[C.3, s.42] *Mütesâvi'l-sür'at<sup>16</sup> harekette ezmine-i mahduda kat' olunan mesâfat a'dad-ı efrâd-ı tabîyyenin<sup>17</sup> yani 1,3,5,7,9 vb tenâsüb-ü adediyesi üzerine tezâyüd edub matlûb sâbit olur...*

*Ezminenin nihayetlerinde kat' olunan mesâfat sarf olunan zamânların murabba'larıyla<sup>18</sup> mütenâsib olurlar...*

Serbest düşmenin denklemini verdikten sonra, konuyla ilgili örneklere yer vermiştir. Konunun devamında eğimli yüzeylerde hareket incelenmiştir. Konuya, temellerini 13. yüzyılda Jordanus Nemorarius'un attığı konumsal ağırlık anlatılarak başlanmıştır. Buna göre;



Şekil 4.

<sup>14</sup> Kıyye: Ağırlık birimi.

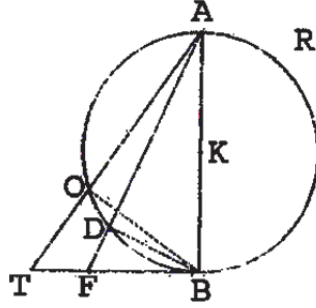
<sup>15</sup> Ba': Uzunluk birimi. 1 Ba'=1,875 metre.

<sup>16</sup> Mütesâvi'l-sür'at: Düzgün hızlanan hareket.

<sup>17</sup> Efrâd-ı Tabîyye: Tek sayılar.

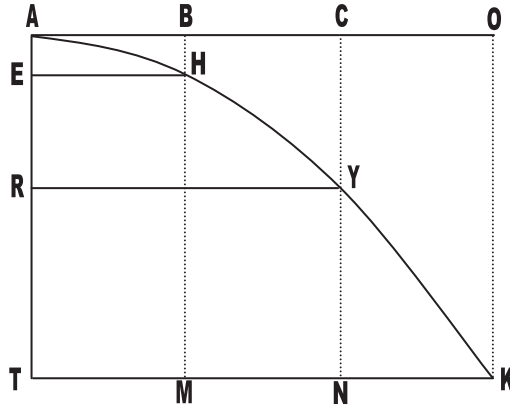
<sup>18</sup> Murabba': Kare.

Şekil 4'te, cismin ağırlığı mutlak ağırlıktır. Ancak cisim, eğik düzlem üzerinde bir engelle karşılaştığından buna göreli ağırlık denir. Göreli ağırlığın, mutlak ağırlığa oranı, eğik düzlemin hipotenüsünün yüksekliğe oranına eşittir demiştir. Yani  $m$  mutlak ağırlık,  $m_g$  göreli ağırlık olmak üzere;  $\frac{m}{m_g} = \frac{|ET|}{|ER|}$  olur. Buradan da  $m_g = m \frac{|ER|}{|ET|}$  olur. ETR açısına  $\alpha$  dersek,  $\frac{|ER|}{|ET|} = \sin\alpha$  olur ve  $m_g = m \sin\alpha$  olur. Göreli ağırlık anlatıldıktan sonra eğimli yüzeylerdeki hareketlerin denklemleri örneklerle birlikte açıklanmıştır. Bunlardan beşinci sonuç şu şekildedir:



Şekil 5'te, A noktasından serbest bırakılan bir cismin B noktasına düştüğü anda geçen zaman ile O ve D noktalarına ulaşması için geçen zaman birbirlerine eşittir. Bunun gibi bir çok örnek ve sonuç sıralanmıştır.

Onuncu bölüm, atılan bir merminin hareketinin izlediği yolun geometrik şekline ilişkindir.



Şekil 6.

Şekil 6’da,  $|AB| = |BC| = |CO|$  ve  $|AT| = 9|AE|$  ve  $|AR| = 4|AE|$ ’dir. Şekildeki geometrik işlemler yapılırsa, merminin betimlediği yol parabol olur. Makalenin bu kısmının sonunda, balistik cetveli ve atışlarla ilgili diğer denklemler verilmiştir.

Başhoca İshak Efendi, konunun sonuna balistik cetveli koymuştur.<sup>19</sup> Bu balistik cetvelini Étienne Bézout’un (1730-1783), 1772 yılında basımı yapılan, *Cours de Mathématiques a l’usage du corps de l’artillerie* adlı dört ciltlik matematik kitabından almıştır.<sup>20</sup> Bu iki balistik cetvelini karşılaştırdığımızda, Başhoca İshak Efendi’nin, cetvelin deneysel sonuçlarını ve Galileo’cu kinematik analizi verdiğini görmekteyiz. Buna karşın Bézout, hava sürtünmeli ortamda atılan topların analizlerini de vermiştir. Bu analizlerin, Galileo’cu analizlere göre daha doğru sonuçlar verdiği görülmektedir. İki ders kitabı arasındaki bu fark önemli görünmektedir. Başhoca İshak Efendi, ilerleyen kısımlarda hava sürtünmesinden söz etmişse de, herhangi bir balistik cetveli vermemiştir.

#### IV. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Teknolojik gelişmeler, bilimsel gelişmeler için itici bir güç olabilir. Hareket kuramlarında da bu böyle olmuştur. Galileo’dan Euler’e kadar bilimciler, topçuluk için daha hassas sonuçlar elde etme uğraşısına girmiştir. Galileo zamanında, etkisinin çok büyük olmadığı düşünülen hava sürtünmesinin yaptığı direncin, daha sonraki deneylerle çok büyük olduğu gözlemlenmiştir. Bu gözlemlerle eski görüşler tadil edilmeye çalışılmıştır. Osmanlılar ise, Mühendishâneleri açarak Avrupa’daki bilimsel gelişmeleri aktarma çabasına girmişlerdir. 1802 yılında, Hüseyin Rıfki Tâ mânî’nin yazdığı *Mecmûatü’l Mühendisîn*, mühendislere askeri sahada yardım etmesi için yazılmış bir mühendislik kitabıdır. Kitapta, modern hareket kuramlarının anlatıldığı kısım, ispatlara girmeden geometrik olarak ifade edilmiştir. Bununla beraber kitap, Mühendishâne öğrencileri için basılan ve modern hareket kuramlarını içinde barındıran ilk kitaplardan birisi olması bakımından önemlidir. Ancak, ne kadar modern hareket kuramlarından bahsetse de, doğa felsefesini Aristoteles’in doğal hareket ve zorunlu hareket kategorileri ile anlatmıştır.

Başhoca İshak Efendi, yüksek matematiği Osmanlılara anlatırken, bunun kullanıldığı astronomi ve fizik gibi alanlarda da araştırmalar yapmıştır. Bu kapsamda incelediğimiz hareket konusunda, Osmanlı bilimcileri ve askerleri için Avrupa’daki gelişmeleri aktarmıştır. Bézout’un, 1772 yılında yazdığı dört ciltlik matematik kitabı, kullanım amacı bakımından İshak

<sup>19</sup> Bkz. Ek 1.

<sup>20</sup> Bézout’un balistik cetveli için bkz: Ek 2.



Efendi'nin kitabıyla eşdeğer görünmektedir. Yani askeri mühendis yetiştirmek için okullarda bu kitaptan faydalanılmaktadır. Bézout, cetvelinde, hava sürtünmesi etkisi altındaki balistik incelemeleri, deneysel sonuçlar ile birlikte vermiştir. Bununla birlikte, İshak Efendi sadece, Galileo'cu kinematik analizlerle birlikte Bézout'un deneysel sonuçlarını aktarmış, kitabından 60 sene evvel yazılmış bir kitaptaki bilgilerin bir kısmını almamıştır. Ancak hava sürtünmesi kuvvetinin, hızın karesi ile orantılı olduğunu söylemiştir.

Modern hareket kuramları, Osmanlılara 19. yüzyılın hemen başlarında balistik ve askeri incelemeler maksadıyla girmiş gibi görünmektedir. Ancak yine de bilgilerin bütünü alınmayıp, sadece askeri sahada fayda sağlayacak bilgileri, çabuk bir şekilde askeri öğrencilere öğretme gayesine girilmiştir. Bu sayede de modern hareket kuramları, askerî mühendisler eliyle Osmanlı Devleti'ne girmiştir.

## IV. EKLER

## EK 1. Başhoca İshak Efendi'nin balistik cetveli.

\*(۸۲)\*

الجدول هذا

زاوية رمي مقدار درجه لرى	خلاده اولان غايه منزل	ملايه اولان غايه منزل	خلاده صرف اولسان زمان	ملايه صرف اولسان زمان	درجه
۱۰	۲۵۳	۲۵۷	۴	۴	۱۰
۲۰	۴۷۶	۴۴۰	۸	۸	۲۰
۳۰	۷۴۰	۴۰۱	۱۲	۱۲	۳۰
۴۰	۱۰۷۸	۳۶۷	۱۶	۱۶	۴۰
۴۳	۱۳۸۸	۳۰۶	۱۷	۱۷	۴۳
۴۵	۱۶۳۹	۲۹۰	۱۷	۱۷	۴۵
۵۰	۲۱۷۸	۲۸۱	۱۸	۱۸	۵۰
۶۰	۳۱۴۰	۲۵۷	۲۱	۲۱	۶۰
۷۰	۴۷۶۷	۲۱۳	۲۳	۲۳	۷۰
۷۵	۵۷۰۰	۱۶۸	۲۳	۲۳	۷۵

(۴)

## EK 2. Bézout'un hazırladığı balistik cetveli. (Steele 379)

*TABLE DES PORTÉES DE BOMBES, calculées 1°. en supposant que l'air ne résiste pas ; 2°. ayant égard à la résistance de l'air ; & comparées aux Portées observées dans les épreuves faites à La Flère, au mois d'Octobre 1771, par les ordres de M<sup>r</sup> le Marquis DE MONTEYNARD, Secrétaire d'Etat ayant le département de la Guerre, & sous la direction de M. DE BEAUVOIR, Brigadier des armées du Roi, Commandant en chef l'école d'Artillerie.*

ANGLES de PROJECTION	PORTÉES CALCULÉES		PORTÉES OBSERVÉES.	DURÉE DES PORTÉES			ANGLES de CHUTE.
	Sans égard à la résistance.	En égard à la résistance.		Sans la résistance.	En égard à la résistance.	Selon l'expérience.	
10	153	217	217. 219. 211. 228.	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	4	14
20	476	396	440. 414. 394. 398.	8 $\frac{1}{4}$	8	7 $\frac{1}{2}$	26
30	640	500	451. 516. 537. 492.	12 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{4}$	10 $\frac{1}{2}$	36
40	728	547	569. 575. 574. 544. 577.	15 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$	48
43	738	549	506. 517. 543. 509. 544.	16 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	14	50 $\frac{1}{2}$
45	739	547	490. 536. 505. 489. 554.	17 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	52 $\frac{1}{2}$
50	718	534	481. 512. 488. 507.	18 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{3}{4}$	16	57 $\frac{1}{2}$
60	640	467	457. 424. 417. 448.	21	19 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	68
70	476	348	349. 297. 349. 328.	23 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{1}{2}$	22	74
75	370	277	298. 265. 261. 256.	23 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{2}$	23	78

Les bombes dont on a fait usage dans ces épreuves, étoient de 11 pouces 10 lignes de diamètre, du poids de 142<sup>lb</sup>, y compris la terre dont on les avoit remplies ; & elles ont été chassées avec  $\frac{1}{2}$  de poudre.

FIG. 5.—Bézout's range and time-of-flight table comparing Galileo's ballistics theory, ballistics theory with air resistance considered, and experimental observations as a function of firing angle. (Euenne Bézout, *Cours de mathématiques, à l'usage du corps de l'artillerie* [Paris, 1797], p. 456.)

**KAYNAKÇA**

- ADEMOĞLU, F. Ebru. *Yahya Naci Efendi ve Modern Fizik Konusundaki Eseri*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 2001.
- ADIVAR, Adnan. *Osmanlı Türklerinde İlim*. İstanbul: Remzi, 1982.
- AYDIN, H. İbrahim. “Molla Fenârî”, *TDVİA*. C.30, İstanbul: Türkiye Diyanet Vakfı, 2005.
- AYDÜZ, Salim. “Lâle Devri’nde Yapılan İlmî Faaliyetler.” *Divan İlmî Araştırmalar*,.3 (1997): 143-170.
- BARNETT, Janet H. “Mathematics goes ballistics: Benjamin Robins, Leonhard Euler, and the mathematical education of military engineers”, *Journal of the British Society for the History of Mathematics*, 24.2 (2009): 92-104.
- BAYRAKDAR, Mehmet. *Kayserili Dâvûd*. Ankara: Kültür ve Turizm Bakanlığı, 1988.
- BERNAL, J.D. *Modern Çağ Öncesi Fizik*. Çev. Deniz Yurtören. Ankara: TÜBİTAK, 1995.
- BEYDİLLİ, Kemal. *Türk Bilim ve Matbaacılık Tarihinde Mühendishâne, Mühendishâne Matbaası ve Kütüphânesi*. İstanbul: Eren, 1995.
- BİLKAN, Ali Fuat. *Hayri-Nâmeye göre XVII. Yüzyılda Osmanlı Düşünce Hayatı*. Ankara: Akçağ, 2002.
- CEVİZCİ, Ahmet. *Felsefe Tarihi*. İstanbul: Say, 2010.
- CLAGETT, Marshall. “The liber de motu of Gerard of Brussels and the Origins of Kinematics in the West”, *Osiris*, 12 (1956): 73-175.
- ÇEÇEN, Kazım & Celal Şengör. *Mühendishâne-i Berrî-i Hümâyun’un 1210/1795 Tarihli Kanunnâmesi*. İstanbul: İTÜ Bilim ve Teknoloji Tarihi Araştırma Merkezi, 1988.
- DEMİR, Remzi. *Osmanlılar’da Bilimsel Düşüncenin Yapısı*. Ankara: Epos, 2001.
- DESCARTES, René,. *Felsefenin İlkeleri*. Çev. Mesut Akın, Ankara: Say, 2010.
- EINSTEIN, Albert. “İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog’un Önsözü”. Çev. Metin Sitti. *Bilim ve Mühendislik-3* (1991): 1.
- GALİLEİ, Galileo. *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*. Çev. Reşit Aşçıoğlu, İstanbul: Türkiye İş Bankası, 2008.
- GALİLEİ, Galileo. *İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar*. Çev. Yasemin Çevik, Ankara: Elips, 2011.

- GÖKDOĞAN, Melek Dosay. "Mecmûa'-i Ulûmu Riyâziye", *Düşünen Siyaset*, 16 (2002): 74-103.
- GÖKDOĞAN, Melek Dosay & Yavuz Unat. "Fatih Dönemi (1451-1481) Bilim Anlayışı ve Bilim Adamları", *Osmanlılarda Bilim ve Teknoloji*, ed. Yavuz Unat, Ankara: Nobel, 2010. 39-50.
- GRANT, Edward. *Orta Çağda Fizik Bilimleri*. Çev. Aykut Göker, Ankara: V, 1986.
- GÜNERGUN, Feza. "Eski Fransız ve Metre Osmanlı Ölçü ve Tartılarının Sistemlerdeki Eşdeğeri: İlk Karşılaştırmalar ve Çevirme Cetvelleri", *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, 2 (1998): 23-68.
- HACKBORN, William W., Hackborn, "The Science of Ballistics: Mathematics Serving the Dark Side", *Seminar Proceedings of the Canadian Society for History and Philosophy of Mathematics*, 16 (2006).
- HAYTA, Necdet & Uğur Ünal. *Osmanlı Devletinde Yenileşme Hareketleri*, Ankara: Gazi, 2010.
- HENNINGER-VOSS, J. Marry. "How the "New Science" of Cannons Shook up the Aristotelian Cosmos", *Journal of the History of Ideas*, 63. 3 (2002): 371-397.
- İHSANOĞLU, Ekmeleddin, *Başhoca İshak Efendi Türkiye'de Modern Bilimin Öncüsü*, Ankara: Kültür Bakanlığı, 1989.
- KAÇAR, Mustafa. "Osmanlı İmparatorluğunda Askeri Sahada Yenileşme Döneminin Başlangıcı", *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, ed. Feza Günergun, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, 1995. 209-225.
- KALAYCIOĞULLARI, İnan. *Kâtip Çelebi'nin Cihannümâ Adlı Eserine İbrahim Müteferrika'nın Yaptığı Ekler Doğrultusunda Çağdaş Bilimlerin Türkiye'ye Girişi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 2003.
- KARLIĞA, Bekir. "Uyanış Devirlerinde Tercümenin Rolü", *Doğu Batı*, 33 (2005): 161-174.
- PEDERSEN, Olaf. *Early Physics and Astronomy: A Historical Introduction*, New York: Cambridge Press, 1993.
- SAYILI, Aydın. *Bilim Tarihi Hayatta En Hakiki Mürşit İlimdir*. Ankara: Gündoğan, 1999.
- STEELE, Brett D. "Muskets and Pendulums: Benjamin Robins, Leonhard Euler, and the Ballistics Revolution", *Technology and Culture*, 35.2 (1994): 348-382.
- TOSUN, Ali Rıza. "İlk kapsamlı Türkçe Mühendislik Kitabı Mecmûat-el-Mühendisîn'in Ele Aldığı Konular ve Niteliği Hakkında Bir Değerlendirme", *Belleten*, 74.270 (2010): 519-526.

