

**T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
FELSEFE (BİLİM TARİHİ)
ANABİLİM DALI**

**BALİSTİK İNCELEMELERİ VASITASIYLA
MODERN HAREKET KURAMLARININ AVRUPA'DA GELİŞMESİ VE
OSMANLI DEVLETİNE GİRİŞİ**

Yüksek Lisans Tezi

Vural BAŞARAN

Ankara-2012

**T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
FELSEFE (BİLİM TARİHİ)
ANABİLİM DALI**

**BALİSTİK İNCELEMELERİ VASITASIYLA
MODERN HAREKET KURAMLARININ AVRUPA’DA GELİŞMESİ VE
OSMANLI DEVLETİNE GİRİŞİ**

Yüksek Lisans Tezi

Vural BAŞARAN

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Melek DOSAY GÖKDOĞAN

Ankara-2012

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
FELSEFE (BİLİM TARİHİ)
ANABİLİM DALI

BALİSTİK İNCELEMELERİ VASITASIYLA

MODERN HAREKET KURAMLARININ AVRUPA’DA GELİŞMESİ VE

OSMANLI DEVLETİNE GİRİŞİ

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı:

Tez Jürisi Üyeleri

Adı ve Soyadı

İmzası

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Tez Sınavı Tarihi

ÖNSÖZ

İnsanlık tarihi boyunca evrenin anlaşılması, değişimin ne olduğunun kavranması için birçok çalışmalar yapılmıştır. Tarihin her devresinde, bu müthiş ve belki de anlaşılması en zor olan kavramlardan birisi olan hareketin ve değişimin ne olduğunu anlamaya çalışmışlardır. İyonya’da “Fizik’in” temelleri atılırken, mitolojik kahramanlar tahtlarından indirilmiştir. İşte o ilk fizikçilerden günümüze, hâlâ değişim problemi tartışılmaktadır.

Ülkelerin birbirleriyle yaptığı savaşlarda geometricilere, matematikçilere ve fizikçilere büyük sorumluluklar düşmüştür. Belki de, Archimedes, topraklarını düşman saldırılarından korumak isterken, surların üzerine çıkaracağı taşların, nasıl daha az kuvvet uygulanarak kaldırılacağını tasarlamıştı. Daha güçlü surlar yapmak için bazı karışımlar elde etmek de bu ihtiyacın bir ürünü olabilir. Güçlenen surları geçebilmek için de fizikçilere ve matematikçilere iş düşmüştür. Daha güçlü barut yapma girişimleri 14. yüzyıla kadar götürülebilir. Kalelere doğru top atışlarının daha güçlü yapılabilmesi için, detaylı geometrik ve matematik modellere ihtiyaç olmuştur. İşte bu ihtiyaçlar, 16. yüzyıldan sonra, hareket sorununu anlamak için yapılan çalışmalara yardımcı olmuştur. Daha hassas atışlar ihtiyaç haline gelmiş, bunun için, askerler geometrinin en ince hesaplarını en güzel gösterimlerle öğrenmek zorunda kalmışlardır.

Avrupa’daki bu gelişimlerin farkına geç de olsa varan Osmanlılar, bu bilgi birikimini almaya girişmişlerdir. Çalışmalarının meyvelerini, özgün çalışmalar halinde taçlandıramamış olsalar da, kendileri için gerekli olduğunu düşündükleri balistik analizleri ve hareket teorileri aktarmaya başlamışlardır.

Bu sürecin nasıl geliştiğini tezimizde ele aldık. Bu bağlamda Mühendishane hocalarının balistik veya askeri mühendislik üzerine yazılmış eserlerini inceledik. Bu çalışmanın, bilim tarihi çalışmalarına bir nebze de olsa yardımı dokunacağını umuyorum.

Bu çalışma, pek çok kişinin yardımı ve emeğiyle tamamlanmıştır. Tez konumun belirlenmesinde ve çalışmamın genelinde emeği geçen Prof. Dr. Remzi DEMİR'e, önerdiği kaynaklar ve bölümde yaptığım çalışmaları destekleyip yön göstermesinden dolayı Prof. Dr. Hüseyin Gazi TOPDEMİR'e, sorduğum sorulara sabırla cevap veren, çalışmamı yaparken heyecanımı paylaştı ve her zaman yapıcı yorumlar yapan Yrd. Doç. Dr. İnan KALAYCIOĞULLARI'na müteşekkirim. Tezimin her aşamasında anlamadığım her Osmanlıca kelimeye yahut matematiksel bir problemde, benden desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ODTÜ matematik bölümü hocalarından sayın Prof. Dr. Cem TEZER'e teşekkür ederim. Ayrıca hem bölümdeki çalışmalarım, hem de tez çalışmamda her zaman beni destekleyen, çok uzun konuşmalarımı sabırla dinleyen, tezimin her aşamasında sonsuz emeği geçen, tez danışmanım sayın Prof. Dr. Melek DOSAY GÖKDOĞAN'a saygı ve şükranlarımı sunuyorum. Son olarak, her zaman yanımda olan, hiçbir desteği benden esirgemeyen, emeklerini hiçbir şeyle ödeyemeyeceğim, değerli anne, baba ve kardeşime en kalpten duygularla sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Vural BAŞARAN

2012

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

BALİSTİK İNCELEMELERİ VASITASIYLA MODERN HAREKET KURAMLARININ AVRUPA'DA GELİŞMESİ VE OSMANLILAR'A ETKİSİ (MÜHENDİSHANELERİN AÇILIŞINA KADAR)

1.1. SOCRATES ÖNCESİ DOĞA BİLİMLERİ.....	3
1.1.1. İyonya.....	3
1.1.2. Pythagoras Okulu.....	4
1.1.3. Herakleitos	5
1.1.4. Elea Okulu.....	5
1.1.5. Plüralistler	6
1.1.6. Atomcu Okul.....	7
1.2. SOCRATES SONRASI ANTİK YUNAN UYGARLIĞI'NDA HAREKET	10
1.2.1. Aristoteles'in Fiziğinde Hareket	10
1.2.2. Philiponus.....	19
1.3. İSLAM UYGARLIĞI'NDA HAREKET	20
1.3.1. Kelâm	20
1.3.2. Mu'tezile ve Eş'ari Ekolleri	21
1.3.2.1. Cisimlerin Bölünebilirliği Yönünden Atomun Kanıtlanması	24
1.3.2.2. Noktanın Varlığı Açısından Atomun Kanıtlanması	25
1.3.2.3. Hareket, Zaman ve Mekan Açısından Atomun Kanıtlanması.....	25
1.3.3. Atomculuğun Eleştirisi: Al-Kindî ve İbnSînâ.....	28
1.3.4. İbnSînâ: Doğa Felsefesi ve Hareket	30
1.3.5. İbnSînâ'da Hareket.....	34

1.4. AVRUPA’DA MODERN HAREKET KURAMLARININ GELİŞMESİ	41
1.4.1. Kinematik Teorilerinin Kurulması	43
1.5. OSMANLILAR’DA FİZİK	73
1.5.1. XIV-XVI. Yüzyıllar	73
1.5.2. XVI-XVIII. Yüzyıllar	78
1.5.3. Cihannümâ ve Müteferrika Vasıtasıyla Farklı Bir Mekaniğin Osmanlılar’a Girişi	85
1.6. DEĞERLENDİRME	89
İKİNCİ BÖLÜM	
MODERN HAREKET KURAMLARININ BALİSTİK İNCELEMELER VASITASIYLA OSMANLILAR’A GİRİŞİ VE GELİŞMESİ	
2.1. MÜHENDİSHANELERİN KURULUŞU	93
2.2. HÜSEYİN RIFKI TÂMÂNÎ’NİN HAYATI VE ESERLERİ	97
2.2.1. Mecmûatü’l Mühendisîn	99
2.3. YAHYA NACİ EFENDİ’NİN HAYATI VE ESERLERİ	112
2.3.1. Risale-i Hikmet-i Tabîiye	112
2.4. BAŞHOCA İSHAK EFENDİ’NİN HAYATI VE ESERLERİ	114
2.4.1. Mecmûa-i Ulûm-i Riyâziye	117
2.5. DEĞERLENDİRME	158
SONUÇ	163
KAYNAKÇA	165
EKLER	174
ÖZET	177
SUMMARY	178

KISALTMALAR LİSTESİ

a.g.e.: Adı Geçen Eser

a.g.m.: Adı Geçen Makale

a.g.t.: Adı Geçen Tez

bkz: Bakınız

C.: Cilt

çev.: Çeviren

der.: Derleyen

ed.: Editör

krş.: Karşılaştırınız

S.: Sayı

s.: Sayfa

TDVİA: Türkiye Diyanet Vakfı İslam Ansiklopedisi

vd.: Ve diğerleri

GİRİŞ

Fizik, gizemlerle dolu bir maceradır. Bu gizemlerin çözülebilmesi için birçok ipucu vardır ve bu ipuçları, bilimcileri teoriler kurmaya zorlar.¹ Hareket de bu ipuçlarının yüz yıllar boyunca toplanmasıyla günümüzdeki modern kuramlarına ulaşmıştır. İyonya’da ilk fizikçiler evreni anlamaya çalışmışlar, onların oluşturdukları bilgi birikimi, İslam Uygarlığı elinde şekillenerek Avrupa’ya yayılmıştır.

İlk fizikçilerden günümüze kadar geçen sürede pek çok kuram ortaya atılmıştır. Mekanik bu konulardan birisidir. Tezimizde mekaniğin, kinematik ve dinamik konularının gelişimini inceleyeceğiz. Balistik alanında yapılan çalışmaların bu konuya nasıl katkı sağladığını ve Osmanlılar’a nasıl girdiğini göstermeye çalışacağız.

Savaş yahut teknoloji ile bilim arasındaki bağlantılar antik uygarlıklara kadar uzanır. Özellikle Archimedes, bilimi savaşın hizmetine sunan ilk askeri mühendislerdendir.² Balistik incelemelerin önemi, Galileo’nun; “Aristoteles zamanında topçu bataryalarının henüz olmayışına üzülüyorum, ne yazık! Halbuki topçu atışları sayesinde cehaleti ortadan siler ve Evren’in sorunları hakkında tereddüte yer vermeden konuşabilirdi.”³ cümlesinden anlaşılmaktadır.

Birinci bölüm, tarihsel arka planı ile birlikte modern hareket kuramlarının Avrupa’da gelişmesini ve aynı dönemde Osmanlılar’da ne tür gelişmeler olduğunu

¹ A. Einstein&L.İnfeld, *Fiziğin Evrimi*, çev. Öner Ünalın, Onur Yayınları, Ankara 1972, s.15.

² Jeanne Bendick, *Archimedes and The Door of Science*, Bathgate Bethelam Books&Ignatius Press, Bathgate 2001, s.110-122.

³ Galileo Galilei, *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*, çev. Reşit Aşçıoğlu, Türkiye İş Bankası Yayınları, İstanbul 2008, s.174.

inceler. Bu bağlamda, İslam Uygarlığı'nın hareket konusunda etkilenmiş olduğu Yunan Uygarlığı incelenerek başlanmıştır. Bu bölüm, Avrupa'da modern hareket kuramlarının tamamlandığı tarih olan 19. yüzyılın ilk yarısının sonuna kadar olan dönemi içerir. Bu dönemde özellikle Galileo'cu kinetik teorisi önemlidir. Çünkü, onun bakış açısı ve balistik analizleri uzun süre Avrupa'yı ve modernleşme sürecinde Osmanlıları derinden etkilemiş ve ilk bilimsel çalışmaların kaynağını oluşturmuştur. Bununla beraber, 18. yüzyılın ilk yarısında Osmanlıları etkilemesi bakımından, Descartes'ın hareket kuramı da incelenmiştir.

İkinci bölüm, Mühendishanelerin açılışıyla Osmanlılar'da başlayan modernleşme hareketinden, Başhoca İshak Efendi'nin eseri *Mecmûa-i Ulûm-i Riyâziye'nin* incelenmesine kadarki süreci ele alır. Bu dönem içinde Mühendishane'de çalışmış olan Hocaların bu konu hakkındaki çalışmaları da anlatılmıştır. Bunlar arasında, Hüseyin Rıfkı Tâ mânî, Yahya Naci Efendi vardır. Bu Hocaların hareket kuramları ile ilgili eserleri veya eserlerine ait bazı kısımları incelenmiştir.

Tezimizde, Avrupa'da ve Osmanlılar'da balistik incelemelerin kinematik ve dinamik açısından önemi vurgulanmıştır. Osmanlılar'a modern hareket kuramlarının girmesi 19. yüzyılın hemen başlarına denk gelmektedir. Gelişmesi ve olgunluk süreci de bu yüzyılın ortalarını işaret etmektedir.

BALİSTİK İNCELEMELERİ VASITASIYLA MODERN HAREKET KURAMLARININ AVRUPA'DA GELİŞMESİ VE OSMANLI DEVLETİNE

GİRİŞİ

BİRİNCİ BÖLÜM

BALİSTİK İNCELEMELERİ VASITASIYLA MODERN HAREKET KURAMLARININ AVRUPA'DA GELİŞMESİ VE OSMANLILAR'A ETKİSİ (MÜHENDİSHANELERİN AÇILIŞINA KADAR)

1.1. SOCRATES ÖNCESİ DOĞA BİLİMLERİ

MÖ 6.yüzyılda, Asya kıyılarında, doğal olguları tanımlamak için mitoloji yerine bilimin dili gelişmeye başladı. Fiziksel dünyayı açıklamak için kullanılan mitolojik kavramlar, felsefi prensipler ve mekanik modeller aracılığıyla, bilimsel ve akılcı kategorilerle yer değiştirdi.⁴ Değişen olguların değişmeyen yasalarını bulmak adına varlığın kökenine inme sorunu ile meşgul olan filozoflar, soruna iki yanıt veriyorlardı. Bunlardan birisi değişmeyen bir arkhe; diğeri de sayı veya ölçümlerdir. Değişmeyen arkhe temel tözdür diyenler bunun bir tane veya birden çok olacağını savunuyorlardı. Sayı veya ölçüm diyenlerin başını ise Pytagoras Okulu çekiyordu.

1.1.1. İyonya

Thales⁵ (MÖ 624-546), bu dönemin ilk figürlerindendir. Thales, arkhe fikrini ortaya atmış ve bunun su olması gerektiği üzerinde durmuştur. Öğrencisi

⁴ Shmuel Sambursky, *Physical Thought from the Presocratics to the Quantum Physicist*, Pica Press, New York 1975, s. 37.

⁵ Θαλής

Anaksimandros⁶, onun görüşlerini geliştirmiştir. Thales'in su fikrine karşı çıkmıştır. Niceliksel olarak sınırlı olan su, aynı zamanda nitelik olarak da belirlidir. Sudan karşıtı çıkamaz. Suyun niteliksel olmasından kaynaklı sorundan kurtulsak bile niceliksel olarak suyun varlığının sınırlı olması sınırsız evreni nasıl doğuracaktır. Çünkü evren sınırsızdır. Buna göre Anaksimandros sınırsız bir ilk madde, temel arkhe düşünmüştür. Buna da *aperion* adı vermiştir.⁷ İyonya okulunun son filozofu Anaksimenes'tir⁸. Önceki İyonya filozofları gibi o da temel arkhe arayışına geçmiştir ve bunu hava olarak ortaya koymuştur. Ona göre havanın sıkılaşp seyrekleşmesi maddeleri oluşturur. Seyrekliği ateşi, sıklığı ise rüzgar, toprak ve suyu oluşturur.

1.1.2. Pythagoras Okulu

Pythagoras⁹ (MÖ 570-495) tarafından İyonya'da kurulmuş olan ve doğu geleneğinin karşısında batıyı temsil eden okuldur. Bununla beraber, İyonya Okulu'nun aksine sadece bilimsel bir okul olarak kalmamış, dini bir tarikat ve politik bir yapılanma içine girmişlerdir. Doğu geleneği, anlamak ve öğrenmek adına teorik işlere girişmiş, Pythagoras Okulu ise bilime pragmatik bir anlayışla yaklaşmışlardır. Bilimsel etkinliği ruhsal arınma için kullanmışlardır. Fizikten ziyade matematik ve geometri üzerine çalışmışlardır. Tanrısal ruhla birleşmek için felsefe ve bilim yolunu seçen Pythagoras Okulu, bilgiyi kendi tarikatı içinde tutan bir tutum sergilemiştir.

⁶ Ἀναξίμανδρος

⁷ Ahmet Cevizci, *Felsefe Tarihi*, Say, İstanbul 2010, s. 41.

⁸ Ἀναξίμενης

⁹ Πυθαγόρας

“Sıradan insanlarla” bu bilgiyi paylaşmamışlardır. Bu okul üyeleri için temel arkhe, sayıdır.

1.1.3. Herakleitos

Evrendeki değişimi çok güçlü bir şekilde işleyen ilk bilimci, Herakleitos’tur¹⁰. Meşhur “aynı nehirde iki kez yıkanılmaz” sözüyle her şeyin değişim olduğunu söylemiştir. Temel arkhesini ateş olarak belirten filozofa göre, insanlar tanrı tarafından yaratılmamıştır. Varlık, savaşanların çatışmasından doğar. Olumlu koşullar tek başlarına bir şey ifade etmezler. Ancak karşıtları olursa bir anlama bürünebilirler. Bu haliyle Pytagorasçıların düzenli evren anlayışına karşı çıkmıştır.

1.1.4. Elea Okulu

Parmenides¹¹, Zenon¹² gibi dönemin önemli bilimcileri bu okulun üyeleridir. Herakleitos’un rasyonalist yaklaşımın ileri taşımışlardır. Tümdengelimsel bir akıl yürütme süreciyle doğayı ele almışlardır. Onlara göre, ampirik bilgi yanılsamaya yol açar. Çünkü doğa karmaşıklıklarla doludur. Dünyanın gerçek doğasını sadece akıl

¹⁰ Ἡρακλείτης

¹¹ Παρμενίδης

¹² Ζήνων

yoluyla keşfedebileceklerini söylemelerinden dolayı, onların Batı’da rasyonalist geleneğin başında oldukları söylenebilir.¹³

Okul’un kurucusu olan Parmenides “var olan vardır” der. Var olanın var olamayacağı onun felsefesinde düşünülemez. Okulu’un ikinci filozofu ise Zenon’dur. Zenon (MÖ 490-430), varlığın birliğinin savunucusu olmuştur. Çözümü kendinden çok sonra bulunacak olan paradokslara imza atmıştır. Çokluk ve hareketle ilgili bu paradoksları meşhurdur. Bu bağlamda *Aşil Paradoksuyla* hareketin gerçeklik olmadığını öne sürmüştür.

1.1.5. Plüralistler

Elealılar, antik Yunan düşüncesinin değişiminde önemli bir rol oynamışlardır. Kendilerinden sonra gelenler, onların açtıkları dört yoldan birini seçmek zorunda kalmışlardır. Bunlar;

- 1) Elealıların görüşlerini, tözsel varlık anlayışlarını kabul edip, dünyaya ilişkin ampirik araştırmadan tamamen vazgeçmek.
- 2) Onların görüşlerini kabul etmekle birlikte, bu görüşleri eski İyonya Okulu’nun görüşleriyle veya sağduyunun dünya görüşüyle bağdaştırmak ya da sentezlemek.
- 3) Eleacı görüşü benimsemek, ama bunun dışında, insanın bütünüyle gerçek dışı olmayan, mutlak bir yanılsama meydana getirmeyen görüşler dünyasıyla ilgili olarak sadece sanılara sahip olabileceği görüşünü de benimsemek.

¹³ Ahmet Cevizci, 2010, s.50.

- 4) Eleacı görüşleri tümünden redderek, dışarıdaki görünüşler dünyasının gerçek olduğunu ve insanın bu dünya ile sadece duyuları yoluyla temas edebileceğini savunmak.¹⁴

Plüralistler Empedokles¹⁵, Anaksagoras¹⁶ ve atomcu Demokritos¹⁷ ikinci yolu takip etmişlerdir. Kendilerinden önce gelen monist felsefecilerin tek arkhe fikrini benimsememiş, onun yerine ikiden çok arkhe olması gerektiğini söylemişlerdir. Empedokles, değişmez maddelerin dört tane olduğunu söylemiştir. Bunlar toprak, su, hava ve ateştir. Her şeyin temelinde bu dört değişmez öge vardır. Yani Empedokles sınırlı bir plüralisttir. Anaksagoras ise Empedokles'e göre daha soyut bir arkhe fikri yaratmıştır. Anaksagoras temel arkhesini sonsuz sayıda, bölünemez tohumlar olarak koymuş ve buna da *homoemori* ya da *spermata* adını vermiştir.

1.1.6. Atomcu Okul

Antik Yunan felsefesinde birlik ve çokluk arasındaki birlikteliği arayan okullardan birisi “Atomcu Okuldur.” Okul’un en önemli temsilcileri Leukippos¹⁸ ve Demokritos’tur. Genel kanı bu iki filozofun, Yunan geleneğinin ilk atomcuları olduğudur. Bunlardan Demokritos (MÖ 460-370), Leukippos’un öğrencisidir. Kimilerine göre hocasının teorilerini sistemleştirmiştir. Leukippos hakkında fazla bilgi sahibi olamadığımızdan, Demokritos ön plana çıkmış ve atom kuramı kendisine

¹⁴ Ahmet Cevizci, 2010, s.54-55.

¹⁵ Ἐμπεδοκλής.

¹⁶ Ἀναξαγόρας.

¹⁷ Δημόκριτος.

¹⁸ Λεύκιππος.

atfedilmiştir. Bütün maddelerin *atomos* denilen ve bölünemez anlamına gelen en küçük yapı taşlarından oluştuğunu söylemiştir. Doğadaki her şey maddenin ögeleri olan bu bölünemez parçacıklara indirgenebilir. Demokritos'un, öncüsü Anaksagoras'tan farkı, sonsuz sayıdaki tohum yerine sonsuz sayıdaki atomu koymasındır. Bunlardan dolayı Demokritos'a mekanikçi materyalizmi¹⁹ benimsemiştir diyebiliriz.

Şu haliyle Demokritos doğanın oluşunda arkheyi atom olarak kabul etmiştir. Maddeler, atomların birbirini itmeleri veya bir araya gelmeleri ile oluşmuştur. Bu itim ve bir araya gelişlerin oluşabilmesi için boşluk olması gerekmektedir. Onun atomculuk anlayışında, ezeli ve ebedi gerçeklik olan atomlar, fiziki ve kavramsal olarak bölünemez niteliğe sahiptir. Kendi içlerinde sürekli ve homojen bir yapıları vardır. Atomlar herhangi bir niteliğe sahip değildirler, kendi içlerinde, kuru-yaş, sıcak-soğuk hiçbir nitelik ya da belirlemeleri de yoktur.²⁰ Atomlar şekil ve büyüklük olarak birbirleriyle aynı değildirler. Hem sayıca hem de şekilce sonsuz sayıda atom vardır. Bu haliyle katı haldeki ve değişmeyen temel arkhe atomlardır. Demokritos'un hareket anlayışında atomlar yer değiştirir, ancak içsel olarak herhangi bir hareket söz konusu değildir.

Başta Demokritos olmak üzere atomcu doğa filozofları teleolojik açıklamayı ve dışsal ilahi müdahale veya tasarımı reddetmişlerdir. Boşluk içinde hareket eden

¹⁹ Mekanik Materyalizm: Evrenin, alemin büyük bir makine olduğunu ve parçalarının birbirleri üzerindeki mekanik etkileriyle açıklanabileceğini savunan, tüm fenomenlerin maddenin mekanik hareketlerinin sonucu olduklarını, maddi nesnelerin yalnızca doğrudan bir mekanik etki ya da temas yoluyla etkileyebileceğini, uzaktan etki olmadığını, evrende bir amaç ya da bir takım ereksel nedenler bulunmadığını öne süren materyalist görüş. Tek tözün madde olduğunu, tinsel tözün hiçbir şekilde var olmadığını öne süren görüş olarak mekanik materyalizm, zihinsel fenomenlerin, yani düşüncelerin, duyguların bile fiziki süreç olduğunu iddia eder, zihinsel fenomenleri ya beyinde ortaya çıkan belirli fizyolojik süreçlerle özdeşleştirir ya da onları beyin tarafından saklanan cisimler olarak değerlendirir. Ahmet Cevizci, *Felsefe Sözlüğü*, Paradigma, İstanbul 2002, s.699.

²⁰ Ahmet Cevizci, 2010, s. 61.

atomlar çarpışmalar ve itmeler ile daha büyük görünür maddeleri oluşturmuşlardır. Birbirleri ile uyan atomların birleşmesi, uymayanların ise birbirlerini itmesi ile oluşan cisimler niteliksel özelliklere sahiptir. Ancak bu nitelikli maddeleri oluşturan atomların kendileri arkhe bakımından değişmezdir.

1.2.SOCRATES SONRASI YUNAN UYGARLIĞINDA HAREKET

1.2.1. Aristoteles'in Fiziğinde Hareket

Aristoteles (MÖ 384-322), doğa ve hareket hakkındaki görüşlerini başta *fizik* olmak üzere *Gökyüzü Üzerine*, *Oluş ve Bozuluş Üzerine* adlı eserlerinde incelemiştir. Aristoteles için fizik, bağımsız bir varoluşu olan, ama değişmez olmayan şeyleri (yani kendilerinde bir hareket ve hareketsizlik kaynağı olan 'doğal cisimleri') ele alır.²¹ Fizikçinin birincil işi de, araştırdığı şeyin formunu, tanımını ya da amacını söylemektir.²²

Öncelikle Aristoteles evreni iki kısımda incelemiştir.

- 1) Ay üstü evrendeki hareket dairesel ve düzenlidir.
- 2) Ay altı evrendeki hareket ise doğrusaldır.

Hareketi bu iki evren için tanımlayan Aristoteles, hareketin bu evrenlerde farklı şekillerde olmasını yapılarının farklı olmasına bağlamıştır. Aristoteles hareketi, günümüzde anlaşılan hareketten daha farklı anlamıştır. Onun doğa felsefesinde hareket "değişimin herhangi bir türü" olarak anlaşılmaktadır.²³ En temel görüşlerini yazdığı *Fizikte*;

Her bir cinsten etkinlik halinde olan ile olanak halinde şey ayrıldıkta, olanak halinde olan şeyin aslında böyle bir şey olduğu için kendini tamamlaması, gerçekleşmesi, işte devinim bu. Sözgelişi nitelik değiştirebilen bir nesne olduğu için nitelik değiştiren bir nesnenin nitelik değiştirmesi. Büyüyebilen ve onun karşısı eksilebilen şeyin (her ikisi için ortak bir ad yok) büyümesi ve eksilmesi; oluşabilen ve yok olabilen

²¹ W.D.Ross, *Aristoteles*, çev. Ahmet Arslan, İhsan Oktay Anar vd. Kabalcı, İstanbul 2002, s.83.

²² W.D.Ross, a.g.e., s.100.

²³ Joe Sachs, *Aristotle: Motion and its Place in Nature*, Internet Encyclopedia of Philosophy. (<http://www.iep.utm.edu/>, Mart 2005)

*nesnenin oluşması ve yok olması; yer değiştirebilen bir nesnenin yer değiştirmesi.*²⁴

Burada yazdığından anlaşıldığı üzere Aristoteles hareketi salt bir yerden başka bir yere intikal olarak almaz. Onun hareketi, bir bitkinin büyümesi, bir çocuğun doğması gibi doğadaki bütün değişimleri içerir. Ancak Aristoteles'te hareket bu kadar kolay anlaşılabilir bir konu değildir. Aslında onun zihnindeki ve eserlerindeki hareket çok daha karmaşık bir yapıdadır.

Aristoteles'te hareketi anlamak için öncelikle doğal yeri tanımlamak gerekir. Onun için Aristoteles'te “doğa” ne demek ona bakmak gerekli. Çünkü onun fiziğinde hareket doğal yere doğru olur. Aristoteles'in doğası “physis”tir. Yani büyümeyle alakalıdır. “Bir palamudun büyüyüp meşe olmasının onun doğası gereği olduğu söylenebilir. Bu durumda sözcük Aristoteles'in anladığı anlamda alınmış olur. Bir şeyin doğası, Aristoteles'e göre, onun uğruna var olduğu nihai durumdur. Böylece teleolojik bir içeriği vardır bu sözcüğün.”²⁵ Doğa ve doğal kavramını sorgularken, kimi varlıkların doğal kimilerinin ise başka nedenlere bağlı olduğunu söylemiştir.

“Doğal olanlar: hayvanlar ve bunların kısımları, bitkiler ve yalın cisimler, yani toprak, ateş, hava ve su (bu ve bu gibi nesnelerin doğa gereği var olduğunu söylüyoruz); bütün bunlar varlıkları doğaya bağlı olmayan nesnelerden farklı görünüyor.”²⁶ Doğayı böyle tanımlayan Aristoteles devamında ise doğal olmayıp varlıkları başka nedenlere bağlı olan var olanları anlatırken sedir ve giysi gibi örnekleri veriyor. Bu örneklerden yola çıkarak bunların bir sanata bağlı olduğunu ve

²⁴ Aristoteles, *Fizik* 3, 201a9-15, çev. Saffet Babür, YKY, İstanbul 2005.

²⁵ Bertrand Russel, *Batı Felsefesi Tarihi: İlkçağ*, çev. Muammer Sencer, Say, İstanbul 1996, s.325.

²⁶ Aristoteles, *Fizik* 2, 192b9.

kendi içlerinde hiçbir değişim gücünü barındırmadıklarını, ancak ilineksel²⁷ anlamda varlıklarını başka varlıklardan aldıkları anda belli bir güç taşıdıklarını söylemektedir²⁸. O halde şu açık ki bir şeyin doğal olabilmesi için onun ilineksel anlamda değil kendi başına bulunması gerekli. Ayrıca doğa gereği olan hiçbir şey, bir rastlantı ya da tesadüf eseri değildir. Doğa gereği olan şeylerin ‘ereksel nedeni’²⁹ vardır. Yani doğası gereği erekseldir.

Aristoteles, *Fizik* kitabında ay altı evrende doğal olanı tanımladıktan sonra hareketi³⁰ tanımlamıştır. Hareket, daha önce de belirttiğimiz gibi olanak halinde olanın gerçekleşmesidir. Hareket ve doğal olanlar ile olmayanları tanımladıktan sonra Aristoteles’in yer, zaman ve boşluk ile ilgili görüşlerini incelemek gerekir. Çünkü ay altı ve ay üstü evrende hareketi tanımlarken bu kavramları sıklıkla kullanmıştır.

*Yine doğal cisimlerin ve ateş, toprak bu gibi yalın cisimlerin yer değiştirmesi de yalnızca “yer” diye bir şeyin var olduğunu değil, yerin belli bir güç, olanak taşıdığını da gösteriyor, çünkü her nesne engellenmedikçe kendi yerine gidiyor, kimi yukarı kimi aşağı.*³¹

Burada görüldüğü üzere, Aristoteles hareketten yararlanarak yerin varlığını kanıtlamakla birlikte yerin olanak olarak bir çekici güç taşıdığını da söylüyor. Yerin var olduğunu kanıtladıktan sonra yerin uzunluk-genişli-derinlik olarak üç boyutu

²⁷ İlinek: Bir konuya bağlı olan ve o konu olmadan kendisi var olamayan şey; kendi başına var olamayan, bir taşıyıcıyı, bir tözü gerektiren şey; tözün niteliği. (Ör. Aklık nesneden bağımsız olarak var olamaz). Bedia Akarsu, *Felsefe Terimleri Sözlüğü*, İnkılap Kitapevi, İstanbul 1998.

²⁸ Aristoteles, *Fizik* 2, 192b15.

²⁹ Temelde bulunan erek; varılmak istenen ereğe götüren neden. Bir şeyin kendisi için yapıldığı şey, sonda yer alarak etkileyen neden, kendi uğruna bir şeyin olması yüzünden nedene dönüşen erek. Bedia Akarsu, *Felsefe Terimleri Sözlüğü*.

³⁰ Saffet Babür (kinesis) sözcüğünün karşılığı olarak devinim sözcüğünü kullanmıştır. Bu sözcüğü hareket sözcüğü de karşılamaktadır (Bkz TDK). Ben yazının bütünlüğü açısından devinim sözcüğünü hareket olarak yazacağım.

³¹ Aristoteles, *Fizik* 4, 208b9-14.

olduğunu söylüyor. Aristoteles'e göre yerin, aşağıdaki dört şeyden birisi olması gerekir.

- 1) Ya bir biçim, şekil,
- 2) Ya bir madde,
- 3) Ya sınırlar arasındaki bir ara nesne,
- 4) Ya da sarılan cismin büyüklüğü dışında hiçbir aralık yoksa sınırın ta kendisi.³²

Aristoteles, ilk üç durumu irdeledikten sonra yerin bunlar olamayacağını söylüyor. Yer, saran cismin sarılan cisimle bittiği sınırdır.³³ Burada sarılan cisim, hareket edebilen cisim olarak kullanılmıştır. Yani evrendeki her şey bir yerdedir ve evren bir yerde değildir.³⁴ Şu haliyle yer vardır.

Aristoteles, boşluk kavramını da araştırmıştır. Boşluk, ortamda ağırlığı ya da hafifliği olan bir cismin olmaması demektir. Konu yerde hareket olarak ele alınacak olursa; hareket boşluğu gerekli kılmaz, çünkü cisimler kendilerinden ayrılabilir bir aralığın varlığı olmaksızın, birbirlerinin yerini alabilir. Ayrıca Aristoteles *Fizik* 216a26 ve 216b21'de verdiği açıklamalarda da cisimler tarafından doldurulan bir boşluğun olamayacağı görüşündedir. Cisimlerin içinde de boşluk mümkün değildir. Bunu da boşluk öğretisini iddia edenlerin başvurduğu yoğunluk ve seyreklik ilkesi ile açıklamış ve boşluğun olguları açıklamaya yardım etmeyeceğini söylemiştir. Yoğunlaşma ve seyrekleşmenin meydana gelmesinin boşluğun var olduğu sonucunu doğurmayacağını iddia etmiştir. Aristoteles, zaman kavramı da *Fizik* 'te incelemiştir. Aristoteles için zaman değişmeyi gerektirir. “Ne ki değişmeden bağımsız da değil

³² Aristoteles, *Fizik* 4, 211b7-9.

³³ Aristoteles, a.g.e., 212a5.

³⁴ Aristoteles, a.g.e., 212b20-22.

zaman. Nitekim düşüncemizde hiçbir şey değişmediğinde ya da değişmeyi fark etmediğimizde biz zamanın da geçmediğini düşünüyoruz.”³⁵ O halde zamanın hareketle ilgisi nedir? Hareket sürekli, çünkü sürekli bir uzay boyunca olan harekettir. Aynı şekilde zaman da sürekli bir hareket tarafından işgal edildiği için sürekli.³⁶

*Genel anlamda alındıkta en küçük sayı ‘iki’³⁷ ama bir nesne sayı olarak ele alındıkta [en küçük] bir anlamda var bir anlamda yok: söz gelişi bir çizginin çoklukça en küçüğü iki ya da bir, oysa büyüklükçe en küçüğü yok, çünkü her çizgi hep yeniden bölünür. Dolayısıyla zaman da böyle: sayı açısından en küçük zaman parçası bir ya da iki ama büyüklük açısından ‘en küçük zaman yok’.*³⁸

Aristoteles zamanda olmak kavramını üç şekilde kullanır:

- 1) Zaman olduğu sırada var olmak,
- 2) Zamanın bir parçası ya da öz niteliği olmak,
- 3) Zaman yoluyla ölçülebilir nitelikte olmak anlamına gelmelidir.³⁹

Olaylar nasıl ki yer tarafından kapsanıyorsa zaman tarafından da kapsanmaktadır. Zaman, hareketin ölçüsü olduğu gibi sükûnetin de ölçüsüdür. Hareket kesilemeyeceğinden zaman da kesilemeyecektir. Çünkü her an, doğası gereği, geçmişin sonu olduğu gibi geleceğin de başıdır.

Bu haliyle yer, zaman, boşluk gibi kavramlar tamamlanmıştır. Bu kavramlar tanımlandıktan sonra hareket problemine geçebiliriz. Aristoteles’te bir hareket ilkesi

³⁵ Aristoteles, *Fizik 4*, 218b21-24.

³⁶ W.D.Ross, 2002, s.112.

³⁷ Krş: Aristoteles, *Metafizik* 1088a6.

³⁸ Aristoteles, *Fizik 4*, 220a27-32.

³⁹ W.D.Ross, 2002, s.112.

olan doğanın⁴⁰ sürekli olduğunu söylemiştik. Yer, zaman ve ortam hareketin gerektirdiği şeylerdir. Aristoteles hareketin gerçek olduğunu söyler ve iki durum arasındaki geçiş olarak tanımlar. Genel olarak hareket, potansiyel halinde olanın gerçekleşmesidir. Bu yüzden potansiyel olanın potansiyelliğini bütünüyle kaybetmeden gerçekleşiyor olması hareketin doğasının bir parçasıdır. Hareketle etkinlik arasındaki fark da budur.⁴¹ Yani hareket mevcut etkinliğin devam etme halidir. İlineksel değişim bir kenara bırakılacak olursa hareket dört şekilde gerçekleşir.

- 1) Bir pozitif terimden (onun karşıtı) bir pozitif terime,
- 2) Bir pozitif terimden onun zıddına,
- 3) Bir negatif terimden onun zıddına ya da,
- 4) Bir negatif terimden bir negatif terime olmalıdır.⁴²

Bunlardan ikincisi bir değişimdir ama hareket değildir. Üçüncüsü oluşturma, ancak hareket değildir. Dördüncü de karşıtlar arasında olmadığından değişme bile değildir. Öyleyse sadece birinci tanım, hareketin fiziksel karşılığıdır.

Aristoteles, ay altı evrendeki hareketlerin iki türlü olabileceğini söylemiştir. Bunlardan birincisi doğal harekettir. İkincisi ise doğaya aykırı harekettir.

Bunlardan doğal hareket cismin ağırlığı veya hafifliği sebebiyle kendi yerine doğru yaptığı harekettir. Çünkü Aristoteles'e göre benzer benzerine gider. Aristoteles'e göre ağırlık;

⁴⁰ Aristoteles, *Fizik* 2, 200b12.

⁴¹ W.D.Ross, 2002, s.103.

⁴² W.D.Ross, a.g.e., s.104.

*Mutlak anlamda hafif dediğimiz; yukarıya ve uç sınıra doğru devinen, mutlak anlamda ağır dediğimiz şey ise, aşağıya ortaya doğru devinen şeydir. Ağırılık taşıyan iki cismin kütlesi de eşitse, ikisinden aşağıya doğru doğal olarak daha hızlı giden diğer nesneye göre bir nesneye hafif, daha hafif diyoruz.*⁴³

Yani kozmolojik olarak konuşursak cisim merkezdeyse ağırdır.⁴⁴ O halde doğal harekette tek etken ağırlıktır. Hafif cisimler her zaman yukarı hareket etmek zorundadırlar. Ağır cisimler ise herhangi bir engelle karşılaşmadıkça aşağı hareket ederler. Ay altı evrenin dört temel elementini bu sınıflamaya sokarsak, toprak en ağır olarak arzın merkezine en yakın yerdedir. Su topraktan hafif, hava ve ateşten ağırdır. Bundan dolayı toprağın hemen üzerindedir. Hava da suyun üzerinde ve en hafif element olan ateş ise en üsttedir. Bütün bu ay altı evrene ait elementlerin doğal hareketi aşağı ve yukarı yönlüdür. Aristoteles'in doğal hareketinde bütün cisimlerin hızı sabittir. Çünkü hız kuvvetle doğru orantılıdır. Dolayısıyla ağırlık ve ortam değişmediğinden hızda da bir değişim söz konusu olmayacaktır. Aynı ağırlık ve cisim iki nedenden ötürü daha hızlı gidebilir: Ya içinden geçtiği nesnenin farklılığından ötürü (sözgelişi su-toprak ya da su-hava) ya da yer değiştiren nesne öteki koşullar aynı kalmasına karşın ağır ya da hafif olması açısından farklıdır.⁴⁵

Doğal hareket dışındaki bütün hareketler doğaya aykırı, başka bir deyişle zorlanmış⁴⁶ harekettir. Mesela taşın yukarıya atılması ya da ateşin aşağı hareketi doğaya aykırı hareketlerdir. Bunlar, dışarıdan bir zorlama olmazsa olmayacak hareketlerdir. Bu tip hareket de iki şekilde olmaktadır. Ya hareket ettirenin kendisi

⁴³ Aristoteles, *Gökyüzü üzerine*, 308a29-33 çev. Saffet Babür, Dost Kitabevi, Ankara 1997.

⁴⁴ Peter K. Machamer , “Aristotle on Natural Place and Natural Motion”, *Isis*, 1978, C.69, S.3,s.377-387.

⁴⁵ Aristoteles, *Fizik4*, 215a25-30.

⁴⁶ Aristoteles Gökyüzü Üzerine adlı eserinde bu hareketi zorla, doğaya aykırı olarak ifade ediyor.

aracılığıyla değil, hareket ettirenin hareket ettirdiği başka bir şey aracılığıyla, ya da kendi aracılığıyla.⁴⁷ Yani iki tür doğaya aykırı hareket vardır. Bunlardan ilki, hareket ettirenin hareket ettirdiği nesneyle olan bağlantısının bir müddet olup sonra kesildiği durumdur. Diğeri ise hareket ettiren kuvvetin sürekli uygulandığı durumdur.

İlk duruma süreli doğal olmayan hareket denir. Bu harekette, hareket ettiren ile hareket eden arasındaki temas belli bir müddet sürdükten sonra, temas kesilmesine rağmen hareket devam etmektedir. Örneğin bir taşı fırlattığımız zaman taş elimizden çıkmasına rağmen hareketi devam etmektedir. Daha önce de belirttiğimiz gibi, Aristoteles'te kuvvetsiz hareket olmaz. O halde atılan nesnenin elden çıktıktan sonraki hareketini tanımlamak gerekir.

“Her hareket eden nesne bir şey tarafından hareket ettiriliyorsa, kendi kendini hareket ettirmeyen nesneler içinde bazıları, sözgelişi atılan nesneler, hareket ettiren nesne onlara bitişik olmadığı halde nasıl oluyor da sürekli olarak deviniyorlar?”⁴⁸ Burada Aristoteles sorunun çözümü için ortama başvurur. Çünkü hareket ettirici kuvvet ortama geçmiştir ve bu şekilde ortama aktarılan kuvvet hareket eden cismi bir miktar daha hareket ettirir.

Temas halindeki kuvvetin, sözgelişi bir arabayı çeken atın, uyguladığı kuvvetse sürekli doğal olmayan harekettir. Aristoteles bu hareketi tanımlanırken kendi dinamik yasalarını da ortaya koyar.

Diyelim ki A cismi B nesnesinin içinden C zamanında, daha seyrek D nesnesinin içindense E zamanında geçsin. B ile D aynı uzunlukta ise [zaman], engelleyen cisimlerin oranına göredir. Nitekim B su, D hava

⁴⁷ Aristoteles, *Fizik* 8, 256a4-6.

⁴⁸ Aristoteles, a.g.e., 266b25-31.

*olsun: hava sudan ne denli seyrek ve ne denli cisimden bağımsızsa A'nın D'den geçişi B'nin geçişinden o denli hızlı olacaktır.*⁴⁹

Demek ki cisim ortamdan geçerken ortamın yoğunluğu ile hız arasında ters orantı mevcuttur. Hareket kuvvetle de doğru orantılı olduğuna göre, Aristoteles'in kuvvet ve hız ilişkisi modern notasyonda V hız, F uygulanan kuvvet, R 'de ortamın direnci yahut yoğunluğu olmak üzere: $V = \frac{F}{R}$ olur. Doğal harekette ise cisme uygulanan kuvvet kendi ağırlığı olduğu için W ağırlığı ve V_d doğal hareketin hızı olmak üzere: $V_d = \frac{W}{R}$ olur.⁵⁰

Ay üstü evrendeki hareket ise dairesel ve düzenlidir. Orada yalın cisimlerin dairesel hareketini yapması için gerekli, bizim çevremizdeki cisimlerin dışında değişik bir cisim var demiştir. Bu nesne buradaki nesnelerden ne kadar uzak ise o denli değerlidir. Bu, Aristoteles'in ay altı evrendeki dört elementinin dışında, döngüsel hareket eden bir elementtir. Ay üstü evrende yer değiştirmeye karşıt başka bir yer değiştirme yoktur. Ay altı evrende yukarının karşıtı aşağıydı. Ancak ay üstü evrende durum böyle değildir. Çünkü orada sadece dairesel hareket mevcuttur ve dairesel hareketin karşılığı olması imkânsızdır. Karşıt noktadan karşıt noktaya yer değiştirmeye karşıt hareket denir. Düz çizgi için bu böyledir. Dairesel harekette ise, hareket aynı noktadan aynı noktayaadır. Aristoteles fiziğinde yeryüzündeki hareketler düzensizdir. Çünkü inişi, çıkışı ve zirve noktaları vardır. Ancak Ay üstü evrende

⁴⁹ Aristoteles, *Fizik 4*, 215b1-6.

⁵⁰ H. Gazi Topdemir , “Aristoteles'in Ortaçağdaki yansımaları”, *Felsefe Tartışmaları*, İstanbul 2006, S.37, s.63.

“gökyüzü tek, biriciktir; oluşmamıştır, ebedidir, devinimi de düzenlidir.”⁵¹Bunlarla Aristoteles’in hareket kavramından ne anladığını açıklamış olduk.

1.2.2. Philiponus

Bir Hristiyan olan Philiponus(MS 490-570), Aristoteles’in Evren’in sonsuzluğu üzerine olan görüşlerini eleştirmiştir. Aristoteles’in aksine, Hristiyan düşüncesine uygun olarak Evren’in bir başlangıcı ve sonu olduğunu düşünmüştür. Ayrıca cisimler üzerine uygulanan kuvvetin, kuvvet kesildikten sonra da hareket etmesine sebep olan şeyin, Aristoteles’in iddia ettiği gibi ortam olmadığını söylemiştir. Kendisinden sonra gelenleri de etkileyecek şekilde, bunu cisme yüklenen bir impetusun sağladığını söylemiştir. Philiponus’a göre, ortam hareketin sebebi değil onu engelleyici bir yapıdadır.⁵² Philiponus’un hareketi bu tarzda ele alması, Aristoteles’in fiziğine ilk ciddi eleştirilerden birisi olması bakımından önemlidir.

⁵¹ Aristoteles, *Gökyüzü üzerine*, 289a8-10.

⁵² Edward Grant, *A History of Natural Philosophy: From the Ancient World to the Nineteenth Century*, Cambridge Press, New York 2007, s.58.

1.3. İSLAM UYGARLIĞI'NDA HAREKET

1.3.1. Kelâm

Kelâm ilmi, kesin delillerle dini akideleri bilmedir.⁵³ Konusu din olan bütün sorunları ele alır. Batıda karşılığı olmayan bu ilim, ilahiyattan biçim yönüyle ayrılmaktadır. Kelâm ilminde esas olan İslam kurallarına uygunluktur. Eğer nakle değer verilmeyip sadece akıl esas alınarak bu konularda fikir beyan edilirse “ilahiyat” olur.⁵⁴ Kelâm ilminin üç temel amacı vardır. Bunlar:

- 1) Taklitten kurtulup kesin bilgiye ulaşmak.
- 2) Doğru yolda olanları irşad, doğru yolu bulmak isteyenlere, delillerle izahlar yaparak hakikati göstermek ve deliller göstererek yoldan sapanları susturmak.
- 3) Dinin esaslarını batıl, yanlış görüş taraftarlarının şüphelerinden korumak ve dini ilimleri Kelâm ilmi üzerine bina kılmak.⁵⁵

Mütekellimler, bu amaçları gerçekleştirebilmek için teoriler ortaya koymuşlardır. Onlara göre kelâm ilmi en önemli ilimdir. Hatta Taftazani'ye göre kelâm hiçbir ilime dayanmaması sebebiyle bütün şer'î ilimlerin başıdır.

Kelâmın doğmasında iki sebep vardır. Bunlardan ilki içsel sebeplerdir. İçsel sebepler, Allah'ın birliğine inanmak (tevhid), peygamberlik (nübüvvet), ahiret, insan ve fiilleridir. Dışsal sebepler, yabancı dinlerin etkisi, İslam ülkesindeki düşünce özgürlüğü, felsefe ve tercümedir.

⁵³ Şerafettin Gölcük, *Kelâm Tarihi*, Kitap Dünyası, İstanbul 2000, s.13.

⁵⁴ Şerafettin Gölcük, a.g.e., s.15.

⁵⁵ Şerafettin Gölcük, a.g.e., s.15.

1.3.2 Mu'tezile ve Eş'ari Ekolleri

Büyük günah probleminden kaynaklı sorunlarda, diğer ekollerden farklı görüşleri savunan Vasıl (748) ve Amr b. Ubeyd (761) Mu'tezile ekolünü kurmuşlardır. Onlara Mu'tezile ismi diğer ekollerden ayrıldıkları için verilmiştir. El-Bağdadi'nin aktardığına göre “bu ikisi ümmetin inancından, görüşünden ayrıldılar.” O günden beri bunlara Mu'tezile denildi.⁵⁶ Mu'tezile aklı nakilden üstün görür ve onda nakil, aklın kavradığını ancak izah eder.

Eş'ari ise Mu'tezile ekolünden ayrılmış, sünnet ve cemaat ehli için çalışmıştır. Kendi adıyla bir ekol oluşturmuştur. Bu iki ekolün de ortak yanı atom konusunda görüş bildirmeleridir.

Bu ekoller kendilerine has birer dünya görüşü benimsemişlerdir. Bu yolla hem kendi üstünlüklerini kabul ettirmeye hem de Tanrı'nın varlığını ispat etmeye çalışmışlardır. Bu ekoller bazı istisnalar dışında atomcu görüşü savunmuşlardır. Öncelikle, İslam felsefesi ve kelâm ilminde atom teorisinin iki farklı öğretiden gelmiş olabileceği savlanmaktadır. Shlomo Pines, kelâmi atomculuğun kaynağını Hint felsefesi olarak göstermektedir.⁵⁷ Bununla beraber pek çok kaynak bunu Yunan atomculuğuna, doğal olarak Demokritos atomculuğuna bağlamaktadır. Yunan kaynaklı olduğunu iddia edenlerin başında Yahudi bilgin ibn Meymun(1135-1204) gelmektedir. İki atom öğretisi arasındaki benzerliklerden yola çıkarak kelâmi atomculuğun kaynağını Demokritos olarak vermiştir. Hatta Şemsettin Günaltay, *Mütekellimin ve Atom Nazariyesi* adlı makalesinde,

⁵⁶ Şerafettin Gölcük, 2000, s.59.

⁵⁷ Pines, 1936 yılında Berlin'de basılan *Beitrage zur İslamischen Atomenlehre* adlı kitabında kâlami atomculuğun kaynağının Hint atomculuğuna daha yakın olduğuna dikkat çeker. Bkz. Cağfer Karadaş, “Kelam atomculuğunun kaynağına dair yeni bir yaklaşım”, *Bilim ve Ütopya*, İstanbul 2011, S.206, s.20-34.

sonradan gelen bütün Yunan kökenli anlayışların sebebini ibn Meymun'un bu hatalı görüşüne bağlar.⁵⁸ Öyleyse, Hint atomculuğu ve Yunan atomculuğunun genel özelliklerine bakmalıyız.

Hint Atomculuğu:

- 1) Maddeyi oluşturan ilk unsur uzamsızdır/yer kaplamaz ve duyusal açıdan da algılanamaz.
- 2) Bu türden iki unsur gerçekte görünür bir form, basit bir uzam oluşturur.
- 3) Bir cismin oluşabilmesi için boyutları belli olan üç atom gereklidir.⁵⁹

Daha önce değindiğimiz Yunan atomculuğunun genel özellikleri:

- 1) Cisimler, atom denilen bölünemez parçalardan oluşmuştur.
- 2) Atomlar nitelikten yoksundur.
- 3) Atomların belli bir büyüklüğü/uzamı, geometrik şekli ve sertliği vardır.

Daha önce de değindiğimiz gibi, bu iki atomculuktan biriyle ilişkilendirilen kelâm atomculuğu, kimi araştırmacılara göre daha özgün bir yapıya sahiptir. Çağfer Karadaş, kelâm atomculuğunun özgün bir karakterde olduğunu söylemektedir.⁶⁰

Kelâm atomculuğunun Ebu'l Huzeyl el-Allaf⁶¹ (752-840) tarafından kurulduğu, genel bir kanıdır. Ancak İslam Uygarlığı'nda atomculuğu sistemleştiren Ebû Bekir el-Bakıllani⁶² (ö. 1013) olmuştur.

⁵⁸ Şemsettin Günaltay, *Kelam Atomculuğu ve Kaynağı Sorunu*, Fecr, Ankara 2008, s.72.

⁵⁹ Şemsettin Günaltay, a.g.e., s.73.

⁶⁰ Çağfer Karadaş, "Kelam atomculuğunun kaynağına dair yeni bir yaklaşım", *Bilim ve Ütopya*, İstanbul 2011, S.206, s.20-34.

⁶¹ Mu'tezile ekolünden gelmiştir. Bazı konularda geldiği ekole ters düşmüştür. El Allaf, Mu'tezile ekolünü akli sınırlara çekmiştir. Eserleri günümüze kadar ulaşamamıştır.

Kelâm filozoflarının; inananın inancını güçlendirme ve yabancı inançlara karşı dini savunmak gibi iki temel maksadı vardır.⁶³ Bu kapsamdaki arayışlar kelâmî ilim olarak ortaya çıkarmıştır. Ebu'l Hassan Eş'ari'ye göre, atom konusunda, İslam coğrafyasında dört farklı görüş vardır. Bunlar:

- 1) “Atom kendi kendine kaim olandır veya her kendi kendine kaim olan atomdur” şeklindeki Hristiyan öğretisi.
- 2) “Atom kendi kendine kaim olan ve zıtları kabul edendir” şeklindeki felsefecilerin görüşü.
- 3) “Atom yaratıldığında araz (ilinek) taşıyandır” şeklindeki Mu'tezile'den Cubbai'nin görüşü.
- 4) “Atom arazları taşıyandır ama yaratıldığında arazın da yaratılması gerekmeyebilir” şeklindeki Mu'tezile'den Salihi'nin görüşü.⁶⁴

Eş'ari bu dört görüşün İslam atomculuğunda etkin olduğunu söylemiştir.

Kelâmcılar ilk dönemlerde, daha kuramları sistemli değilken, araz ve cevher kavramlarını tanımlamışlardır. Bu konudaki önermeleri; “dışsal varlığın öncesi ya yokluktur ya da değildir. Varlığın öncesi eğer yokluk değilse varlık ezelidir. Eğer öncesi yokluk ise varlık hâdistir. Hâdis varlık bizzat yer kaplar/uzamlıdır, yani kendisine bizzat duyusal işaretle işaret edilebilir, bu cevherdir. Ya da bizzat yer kaplayan şeyde bir durumdur, bu da arazdır.”⁶⁵ Öyle görünüyor ki kelâmcılar fiziksel öğeleri metafiziklerine taşıyabilmek için bu iki kavramı kullanmışlardır. Bu kavramlaştırmada cevher, eğer ki bölünebiliyorsa, o cisimdir. Eğer bölünemiyorsa o

⁶² Eş'ari ekolünden gelmiştir.

⁶³ Çağfer Karadaş, “Kelâm Atomculuğu”, *Bilim ve Ütopya*, İstanbul 2011, S.206, s.16.

⁶⁴ Çağfer Karadaş, a.g.m., s.17.

⁶⁵ Şemsettin Günaltay, 2008, s.63.

cüz‘ü la yetezezâ⁶⁶, yani atomdur. Cismin tanımı bakımından bazı ekoller farklılık göstermektedir. Mesela Eş‘ari’de cisimler için en az iki atom olması gerekirken, Mu‘tezile’de cisim eni boyu yüksekliği olan üç boyutlu bir cevherdir. Kelâmcılar atomun varlığını kanıtlamak için üç yol tercih etmişlerdir.⁶⁷

1.3.2.1.Cisimlerin Bölünebilirliği Yönünden Atomun Kanıtlanması

Öncelikle, cisimler bölünmeyi kabul ederler ve bölünen her şeyin bir parçası olması gerekir. Bunun ispatı iki yolla olur. Bunlardan ilki; bölünebilen “bir”in diğer parçası ilk halden başkadır. O halde bölünebilen her cismin bir parçası olması zorunludur. Diğer; bölünebilen şey kendinde bir ve kendine bitişik ise bölünmesi yok olması demek olur. İkinci durum olanaksız olduğundan, birinci durum da olanak dışıdır. Yani bölünebilen şey fiilen bölünebilir durumdadır.⁶⁸ İşte bu bölünebilen cisimlerin parçaları sonludur. Yani bölünemeyen en küçük parçaya gitmektedir. Bu parçaların sonlu olduğunu da akıl yürütme yöntemiyle türetmişlerdir. Bunlardan ilki; sonlu bir mesafe, sonsuz çokluktan oluşsaydı, o mesafe sonlu zamanda geçilemezdi. Çünkü o mesafeyi geçmek isteyen olan şey, o mesafenin sonsuz sayıdaki yarısını geçmek zorunda kalacaktı. Buradan anlaşıldığı üzere sonsuz tane parçacık makul değildir. İkinci akıl yürütme; sonlu bir hacmin kendisi nasıl sıkışıyor, parçaları da sıkışmak zorundadır. Ancak sonsuz iki şey arasına sıkıştırılamaz. Yani bir cisimde var olan parçaların sonsuzluğu olası değildir. Sonuncusu ise; cisimlerin sonsuza kadar bölünemeyeceğini, hem filozoflara hem de tafrâ teorisinin kurucusu ve atomu

⁶⁶ Bölünemeyen en küçük cüz/parça.

⁶⁷ Şemsettin Günaltay, 2008, s.65.

⁶⁸ Şemsettin Günaltay, a.g.e., s.65.

reddeden Nazzam'a göstermektedir. İster sonlu ister sonsuz olsun her sayı bölünemez olan gerçek "bir"i içerir. Bir olmaksızın sonlu ya da sonsuz bir sayı düşünmek olanaksızdır. Demek ki; hacimce sınırlı ve belirli olan cismin parçalarının sonsuz olduğu varsayılırsa, onda sonlu "bir"in bulunacağı şüphesizdir.⁶⁹

1.3.2.2. Noktanın Varlığı Açısından Atomun Kanıtlanması

Filozoflara göre nokta gerçek bir şeydir ve bölünme kabul etmez. Eğer nokta bir cevher olarak kabul edilirse, bu, atomun varlığının kanıtı olur. Yok, eğer nokta araz ise, arazın mahallinin bölünemez olduğu anlamına gelir. Bu mahallin arazlığı sonsuza kadar devam edemeyip bir cevherde son bulması gerekir. Bu cevher de atomun kanıtıdır.⁷⁰ Bu akıl yürütme sayesinde kelâmcılar noktanın varlığından, atomun varlığını ispat etmeye çalışmışlardır.

1.3.2.3.Hareket, Zaman ve Mekan Açısından Atomun Kanıtlanması

Bu delil özellikle Meşşâî filozoflara karşı gösterilmiştir. Çünkü hareket, ya geçmişte olabilir ya şimdi ya da gelecekte. Ancak şimdi olmayan hareket geçmişte veya gelecekte olamaz. Çünkü geçmiş zamandaki hareket, geçmiş zamanda olduğundan şu anda var değildir. Aynı şekilde, gelecek zamandaki hareket de yoktur. O halde şu anda hareket yoksa ne geçmişte ne de gelecekte hareket var demektir.

⁶⁹ Şemsettin Günaltay, 2008, s.66-67.

⁷⁰ Şemsettin Günaltay, a.g.e., s.67-68.

Ancak hareketin varlığı kaçınılmaz olduğu için hareket asla bölünebilir değildir. Çünkü eğer bölünebilirse ya geçmişte kalacaktır ya da gelecekte. O halde hareket sonsuza kadar bölünemez. Bu akıl yürütme şekli de Kelâm filozofları için atomun varlığının güçlü bir delilidir.

Şu halde Kelâm filozoflarına göre atom:

Oldukça küçük ve duyumsal olarak algılanamazdır. Tıpkı Yunan ve Hint felsefesinde olduğu gibi Kelâmcılar da, atomların duyusal yollarla algılanamayacağından ötürü, ancak akıl yürütme yöntemiyle atomu anlayabileceklerini söylemişlerdir. Kelâmcılara göre atomlar bölünemez niteliktedir. Seyyid Şerif Cürcânî'ye (1340-1413) göre, atomun bölünemezliğini kanıtlama yöntemleri şunlardır:

- 1) Atom kesilme ile bölünemez. Çünkü çok küçük olduğundan hiçbir güç onu ayıramaz.
- 2) Kırılma ile de bölünemez. Çünkü çok sağlam olduğu için, başka bir cisim ona nüfuz ederek kıramaz.
- 3) Vehim olarak da bölünemez. Çünkü vehmetme yetisi atomun bir tarafını diğer tarafından ayırt edemez.
- 4) Varsayım olarak da bölünemez. Çünkü atomun zihinde tasarımı mümkün olmadığından, akıl atomun bölünmesini mümkün görmez.⁷¹

Atomların şekli, büyüklüğü ve uzamı yoktur. Kelâmcıların atom görüşünde Allah'ın bütün sıfat ve fiillerinin ezeli iradesiyle nitelendirdiği arazlar mevcuttur.⁷²

⁷¹ Şemsettin Günaltay, 2008, s.64.

⁷² Şemsettin Günaltay, a.g.e., s.78.

Atomlar niceliksiz basit yapıdadır. İbn Meymun bu konu hakkında: “Atomların her biri kesinlikle nicelikten yoksundur. Fakat birbirleriyle birleşince yeni birleşik yapı bir niceliğe sahiptir.”⁷³ Uzamdan yoksunluğunu ise şu cümleyle anlatmıştır: “Atom belli bir konuma sahip olsa da uzamsızdır.”⁷⁴

Öyle görünüyor ki, Kelâm filozoflarının atom görüşü Yunan atomculuğundan yahut Hint felsefesinden gelmektedir. Veya daha özgün bir tarzda ortaya çıkmıştır. Kelâmcıların atomculuğu seçmeleri fiziksel ihtiyaçlardan ziyade teolojik ihtiyaçlardan kaynaklanmıştır. İbn Meymun, dinsel argümanları yansıttığı için kelâmcıların atom ve boşluk teorisini kabul ettiğini söylüyor.⁷⁵ Yeni kurulan ve yükselen bir uygarlık olarak İslam ve âlimler atom konusunu kendi nazarlarından ele almışlardır. Kelâmcılara çok uygun gelen atom görüşü ilk dönem kelâmcılarından büyük destek görmüştür. Kelâmın bu amacı pratik veya deneysellikten uzak akıl yürütme yöntemi olmuştur. Çünkü Yunan filozofları gibi doğayı anlamak için değil, tanrıyı kanıtlamak için atom teorisine başvurmuş görünüyorlar.

XII. yüzyılda kelâm atomculuğu gözden düşmeye başlamıştır.⁷⁶ Bunun türlü sebepleri olabilir. Medreselerde kelâm öğretilmesine rağmen atomculuk geri planda kalmıştır. Gazâlî’nin etkisi yahut İbn Sînâ’nın daha sağduyuya yakın hareket ve kozmografya öğretisi bunlarda etkili olmuş olabilir.

⁷³ Şemsettin Günaltay, a.g.e., s.79.

⁷⁴ Şemsettin Günaltay, a.g.e., s.79.

⁷⁵ Harry Austryn Wolfson, *The Philosophy of the Kalam*, Harvard University Press, Londra 1976, s.470.

⁷⁶ Remzi Demir, “Unutulmuş bir doğa felsefesi: Kelâmî atomculuk”, *Bilim ve Ütopya*, İstanbul 2011, S.206, s.4-6.

1.3.3. Atomculuğun Eleştirisi: Al-Kindî ve İbn Sînâ

Önceki bölümlerde hem Yunan atomculuğunu hem de Kelâm atomculuğunu genel hatlarıyla özetlemiştik. Al-Kindî ve İbn Sînâ gibi büyük İslam filozofları, tıpkı Aristoteles gibi, atomculuğu ve bölünemez parçacık fikrini reddetmişlerdir. Al-Kindî, cismin Allah tarafından yaratıldığını kabul ettiğinden, Yunan atomculuğunun ezeli ve ebedi cisim teorisini kabul etmemiştir. Al-Kindî'ye göre cisim sonlu ve bölünür olduğu gibi, cisimle özdeş olan ve aynı zamanda var olan hareket, zaman ve mekân da sonlu, sınırlı ve sonsuza kadar bölünebilirler.⁷⁷ Al-Kindî: “Cisim, hareket ve zaman aynı zamanda beraberdirler, hiçbirisi diğerinden önce değildir.”⁷⁸ diyerek şöyle devam eder: “O halde açıktır ki cisim için sonsuzluk yoktur ve bu açıdan da, bilfiil kemiyetlilikte de sonsuza varan bir şeyin olması mümkün değildir.”⁷⁹ Bu haliyle Al-Kindî bölünemez cismi reddetmiştir. Aynı şekilde Yunan atomculuğunun boşluk fikrini de şu şekilde tenkit eder: “Boşluk, mekânlaştırılmamış bir mekândır. O halde mutlak varlığa sahip olması imkânsızdır”.⁸⁰ Böylece boşluğu da reddetmiştir. Hatta Al-Kindî Aristoteles'in tersine zamanın da bölünemez anlardan oluştuğu fikrine karşı çıkmıştır.

İbn Sînâ da Aristoteles'ten faydalanarak bölünemez atom fikrini kabul etmemiştir. İbn Sînâ atomculuk teorisini al-Şîfa'da eleştirir. Sadece Yunan atomcularını değil, aynı zamanda İslam atomcularını da eleştirmiştir. Atomculuğu, Aristoteles'ten esinlenerek ortaya koyduğu “temas teorisi” ile reddeder. Al-İşârât adlı eserinde şöyle demektedir:

⁷⁷ Mehmet Bayrakdar, “Al-Kindî ve İbn Sînâ'da Atomculuğun Tenkidi”, *İbn Sînâ; Doğumunun Bininci Yılı Armağanı*, der. Aydın Sayılı, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 1984, s.476.

⁷⁸ Mehmet Bayrakdar, a.g.m., s.476.

⁷⁹ Mehmet Bayrakdar, a.g.m., s476-477.

⁸⁰ Mehmet Bayrakdar , a.g.m., s477.

Kendileri cisim olmadıkları halde, cisim teşkil eden parçaların birbirine bağlandıkları bağlara her cismin sahip olduğuna inanan insanlar⁸¹ vardır. Bu insanlar, ne kesiklik, ne kırılma, ne tahayyül ve de ne faraziye ile cismin bu parçalarının bölünme kabul etmediklerine ve onlardan cismin teşekkülünde bulunan parçanın, iki aşırı ucunun temasını engellediğine inanırlar. Onlar bilmezler ki, eğer parçanın bir merkezi varsa parçanın bu iki aşırı ucundan her biri diğerinin temasta olduğu şeyle temas etmez ve bu merkez tamamen iki tarafın biriyle temasta değildir. Yine onlar bilmezler ki, eğer başka bir cisim, bu cisimde, bu cisimle her ikisi de ayrı bir yer veya mekân veya senin arzuladığın bir şey yapacak şekilde, bu cismin merkezine ulaşıncaya kadar sokulsa, sen bu cismin öbür cisimle sadece “bir” yaptığını söyleyebilirsin; zira bu cismin kendine temas edenden başka cisimle temas etmesi için, öbür cismin kendi merkezine sokulmasını önleyecek hiçbir vasıtası yoktur. Bu karşılıklı ortak temasla farz edilen temastan önce, bu cismin temas ettiği kemiyet ve bizzat farz edilen temas, merkeze kadar temas edilen şeyin merkezle temas eden diğer aşırı ucu temas ettiği şey olmasını ister. Ve eğer bu, durumda bir değişiklik yapmıyorsa, o halde ne cismin teşkili, ne merkez, ne aşırı uç, ne de hacmin artması var demektir. Çünkü temas devamlılık taşıyor. Ve eğer bu şeylerden biri yoksa, farz edilen ortaklaşa temasın da bütünle asla teması yoktur, zıddına bundan devamlılık neticesi ortaya çıkar ve karşılıklı temas eden şey o halde bölünür”.⁸²

Yani, bütünün parçaları arasında devamlılık olması için temas olmalıdır, temas olması için de, en küçük de olsa, parçalar bölünebilir olmalıdır. Yani İbn Sînâ'da atom denilen bölünemez parçalardan cismin oluşması mümkün değildir.

⁸¹ Burada kasıt atomcudur.

⁸² Mehmet Bayrakdar, 1984, s.479.

1.3.4. İbn Sînâ: Doğa Felsefesi ve Hareket

Ortaçağ Hristiyan dünyasında Avicenna olarak anılan İbn Sînâ (980-1037), büyük bir İslam filozofudur. İslam felsefecilerine göre, Kindî kelâmdan felsefeye geçmeyi sağlamış, Fârâbi bu felsefeyi sistemleştirmiş, İbn Sînâ ise bu külliyatı derlemiş ve değerlendirmiştir.⁸³ İbn Sînâ sadece bir filozof değil aynı zamanda döneminin en önemli bilginlerinden biridir de. İbn Sînâ, bu özelliklerini şüphesiz kendinden önceki İslam filozoflarına olduğu kadar, antik Yunan öğretisine de borçludur. Özellikle Aristoteles'ten çok etkilenmiş ve yeni-Platonlukla Aristoteles felsefesinin mükemmel bir sentezini gerçekleştirmiştir. Siyaset felsefesini Platon'dan, fizik ve metafiziğini Aristoteles'ten almıştır. Ancak aldığı bilgileri eklektik bir şekilde ifade etmemiş, özgün ve başarılı çalışmalara imza atmıştır. İslam dinini kendi terimleriyle ifade etmiştir. Ortaçağa etkisi, felsefe ve bilime katkılarından dolayı kendisine “eş-şeyhü'r-re's denmiştir.

İbn Sînâ, bilimleri kendine özgü bir yöntemle sınıflandırmıştır. Madde ve formun ayrı olup olmadığına göre bilimleri üçe ayırmıştır.

- 1) al-‘ulûm al-‘âlîya (yüksek ilimler), madde ile ilişkisi olmayan bilgiler: al-hikmat al-ûlâ (metafizik)
- 2) al-‘ulûm al-sâfîla (maddeye bağlı ilimler): Fizik ve Tabiiyat
- 3) al-‘ulûm al-vustâ (orta ilimler): Bazen tabiatın ötesine, bazen de maddeye aittirler.⁸⁴

⁸³ Ahmet Cevizci, 2010, s.249.

⁸⁴ Hilmi Ziya Ülken, *İbn Sînâ*, İstanbul Milli Eğitim Basımevi, İstanbul 1951, s.4.

İlk bilim türünde madde ve suret birbirinden ayrıdır. İkincisinde suret, madde ile bitişiktir. Üçüncü türden bilgide suret maddeden zihinsel olarak ayrılabilir.⁸⁵

Ayrıca İbn Sînâ bilimleri iki genel sınıfa ayırır: Nazarî bilimler ve amelî bilimler.

Bunlardan Nazarî Bilimler:

- I) Tabi'î bilimler: Hareket ve değişme problemini ele alır.
- II) Riyâzî bilimler: Varlığı değişim halinde olmasına rağmen, zihinde değişmeyen şeylere ait bilgidir.
- III) Hikmet-i ûlâ: Varlığı değişmeyen şeylerin bilgisidir.

Amelî Bilimler:

- I) Siyaset bilimi,
- II) Ekonomi bilimi,
- III) Ahlak, olmak üzere üç alt kısma ayrılmıştır.⁸⁶

İbn Sînâ, Platon'dan beri bilinen sudur öğretisiyle varlığın meydana gelişini açıklamıştır. Önce Allah'tan ilk akıl doğar. Sonra bunlardan ikinci akıl ve sırayla onuncu akla kadar gidilir. İkinci akılla beraber birinci nefis başlar ve dokuzuncu nefste son bulur. Ve ikinci akıldan başlamak üzere en uzak felek, sabit yıldızlar feleki, Zühal, Müşteri, Merih, Güneş, Zühre, Utarit ve Ay feleği sırasıyla sudur eder.⁸⁷

⁸⁵ Hilmi Ziya Ülken, a.g.e., s.8.

⁸⁶ Hilmi Ziya Ülken, a.g.e., s.9.

⁸⁷ İbrahim Agâh Çubukçu, "İbn Sînâ'nın İslam Felsefesindeki Yeri", *İbn Sînâ Doğumunun Bininci Yılı Armağanı*, der. Aydın Sayılı, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 1984., s.16.

İbn Sînâ'nın felsefî görüşleri incelendiğinde, bütün varlıkların yaratıcısı olan Tanrı'nın saf akıl olduğu görülür. Onun mantık anlayışına göre, varlık; rasyonel ve mantıksal bir yapı sergiler. İnsan bu yapıyı bütünüyle kavrama yetisine sahiptir. İbn Sînâ'da mantık sadece epistemolojik bir aracı değil, gerçeklikle zihin arasında ortaklığı sağlayan ontolojik bir güce götüren ahlaki bir yoldur.⁸⁸ İnsanlar akıl yürütme yöntemiyle hakikati anlamalarına bağlı olarak sınıflandırılabilirler. Bunlardan akıl yürütme yöntemine başvuramayanına cahil insan denir. Bu kişiler her hangi bir tez oluşturamazlar. Bunun tam diğer ucunda ise peygamber bulunur. O akledilirleri bilen kişidir. Rasyonel bir ruha sahiptir. Yetkinlikten yoksun olan filozoflar ve aradaki diğer insanlar düşüncelerini salt dile veya bulanık kavramlara dayandırırılar.⁸⁹

İbn Sînâ'da aklın pratik ve teorik olmak üzere iki türü vardır. Teorik akıl bilgiye ulaşabilmek için duyulardan, ancak daha da esaslı bir şekilde “Faal Akıl”dan (Akl-ı Fa‘al) yardım alır. İnsan akli doğduğunda boştur. Ancak deneyimsel bir şekilde nesnelerden tümel kavramlar çıkarmaya başlar. Akıl yürütme yoluyla iki türden idrak edilebilir tümel form vardır. İlk idrak edilebilirler, insan tarafından doğrudan ve apaçık mantıksal doğrulardır. İkinci idrak edilebilirler ise ilk idrak edilebilirlerin aracılığıyla, iç ve dış duyuların kullanımını içeren hazırlık niteliğinde faaliyetlerin kaçınılmaz olduğu, sadece kanıtlayıcı bilgiye ulaşabilenlere açık olan kavramlar ve mantıksal çıkarımlardır.⁹⁰ İbn Sînâ, idrak edilebilir bilginin derecelerini şu şekilde sınıflandırmıştır.

⁸⁸ Ahmet Cevizci, 2010, s.251.

⁸⁹ Ahmet Cevizci, a.g.e., s.251.

⁹⁰ Ahmet Cevizci, a.g.e., s.252.

- 1) Teorik akıl boşken, mutlak bir potansiyel halindeyse ve idrak edilebilir olanları idrak edebilme kapasitesine sahipse bu duruma “maddi akıl” denir.
- 2) Maddi akıl ile idrak edilebilenleri, yani rasyonel düşüncenin temel yapıtaşını meydana getiren soyut mantıksal öncülleri kavradığında, İbn Sînâ’nın “bil-meleke akıl” dediği ikinci kavram oluşur.
- 3) Akıl bu düzeyden sonra ikinci idrak edilebilirleri çıkarsamaya yetkin hale gelir. Teorik akıl bu çıkarsamaları yapmaya başladığında, “bil-fiil akıl” haline geçer.
- 4) Bu düzeye otomatik olarak değil de, mantıksal araştırmaya dayanarak geldiği vakit “müktesep akıl”⁹¹ konumuna geçmiş olur.⁹²

İnsan bu bilgiye üç yolla ulaşabilir. Bunlardan ilki; evrensel doğrulardan adım adım ilerlenerek, mantıksal bir akıl yürütmeye ulaşılabilir. İkincisi; nefsin daha önce idrak ettiği fakat daha sonra dikkatini kendisine yöneltmediği tümelleri kavrayışındaki bilgiyle ve en son olarak müktesep akıla giden ve insanı mutlak doğruya götüren sezgisel bilgiyle.

İbn Sînâ’da Tanrı ise Vâcibü’l-Vücûd’dur, yani varlığı zorunludur. İlk varlık ve maddi olmayan tözdür. Diğer varlıklarsa, olmamaları herhangi bir çelişki oluşturmayacak olan, Mümkünü’l-Vücûd’dur, yani varlığı mümkün olanlardır. İbn Sînâ’nın nedensellik zincirinde son halka, zorunlu varlık olarak Tanrı’dır. Bu haliyle İbn Sînâ, Aristoteles ve Yeni-Platoncu bir sentezle atomculuğu eleştirmiş ve doğa felsefesinden çıkarmıştır. Aristotelesçi bir bakışla doğayı ve hareketi yorumlamıştır.

⁹¹ Kazanılmış akıl.

⁹² Ahmet Cevizci, 2010, s.252.

1.3.5. İbn Sînâ'da Hareket

İbn Sînâ için doğa biliminin konusu, değişime uğrayan cisimlerdir.⁹³ Bu konuda hem Kelâm filozoflarını eleştirmiş, hem de Aristoteles'in hareket kuramının dışına çıkmıştır. Aristotelesçi bir filozof olan İbn Sînâ Kelâm filozoflarının hareket kuramını eleştirirken, süreklilik düşüncesinden faydalanmıştır.⁹⁴ Bunun için süreklilik görüşünden yararlanan İbn Sînâ'ya göre, mekân sürekli olduğu için, hareket bölünemeyen hareket atomlarından oluşamaz. Aristoteles ise, fırlatılan cismin fırlatan ile ilişkisi kesildikten sonra hareketine devam etmesini, ortam fikri ile açıklamıştı. Ortaçağ'da bu fikre karşı hem İslam hem de Avrupa bilimcileri tarafından eleştiriler gelmeye başlamıştır. Bunlardan ilki Philoponus'tur. Kendine ait bir teori geliştirmiştir ki, bu İbn Sînâ da olmak üzere, pek çok filozof ve bilimciyi etkilemiştir.

İbn Sina da hareket konusunda Aristoteles'in ortam fikrinden farklı düşünmüştür. Ona göre, fırlatılan bir cismin hareketine bir müddet daha devam etmesinin sebebi ortam değil, fırlatılan cisme verilen itmenin sağladığı içsel güçtür. İbn Sînâ'da mevcut cisimlerin hiç birisi kendiliğinden durağan veya hareketli değildir. Bunlar ona kendisinden gelmez, ancak kendisindeki bir kuvvetten gelir.⁹⁵ Bu kuvvetleri Kitâbu's-Şifâ adlı eserinin doğa ile ilgili kısmında, maddeden ilahi âleme kadar şu şekilde sıralar:

“Bu kuvvelerden birisi hareket ettirici, değiştirici ve irade olmaksızın kendisinden tek bir yöntem üzere fiilin sudur ettiği tek bir kuvvedir. Bir diğeri de benzer şekilde, ama irade ile fiilin kendisinden

⁹³ Ali Durusoy, Türkiye Diyanet Vakfı İslam Ansiklopedisi, C.20, İstanbul 1999, s. 324.

⁹⁴ Mehmet Dağ, “Kelâm ve İslam Felsefesinde Hareket Kuramı”, *Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, C.24, s. 230.

⁹⁵ Hilmi Ziya Ülken, 1951, s.16.

sadır olduğu kuvvedir. Bir diğeri ise, irade olmaksızın çeşitli şekillerde hareket ettiren ve fiilde bulunan bir kuvvedir. Bir başka kuvve ise, irade ile çeşitli şekillerde hareket ettiren ve fiillerde bulunan bir kuvvedir.”⁹⁶

İbn Sînâ’nın burada bahsettiğı kuvvetler yine kendi tabirleriyle:

- 1) Birinci çeşit kuvvet; mesela düşen bir taşın hareketi gibi olan hareketlere sebep olur. Bunlara “doğal kuvvet”ler denir.
- 2) İkinci çeşit kuvvet; Güneş’teki kuvvet gibi “Nefs Kuvveti”dir.
- 3) Üçüncü olarak anlatılan kuvvet, “Nebati Nefs” olarak adlandırılan, bitkilere ait kuvvettir.
- 4) Son olarak anlattığı kuvvet ise “Hayvani Nefs”tir.

İbn Sînâ’ya göre en genel araz hareket ve durgunluktur.⁹⁷ Durgunluk, hareketin olmadığı durum olduğundan, önce hareketi tanıtmakla başlar. Varlıklar bir yönden bilfiil, bir yönden de hem bilfiil hem bilkuvvedir. Her şey bütünüyle bilkuvve olamaz. İbn Sînâ bunu postulat olarak koymuştur. Her kuvve sahibinin kuvveden, ona karşılık gelen fiile çıkma özelliğı vardır. Bütün kuvveler kendisi için olan fiile çıkmak zorundadır. Yani hareket bir kuvveden fiile çıkıştır.⁹⁸ Kuvveden fiile çıkışlar şu şekildedir:

Cevherde bu, insanın bilkuvve oluşundan fiile çıkışı gibidir. Nicelikte ise, uyuyanın kuvveden fiile çıkışı gibidir. Nitelikte siyahlığın kuvveden fiile çıkışı gibidir. Görelide babanın kuvveden fiile çıkışı gibidir. Yerde, “yukarının” kuvveden sonra bilfiil meydana gelmesi gibidir. Zamanda, “yarının” kuvveden fiile çıkışı gibidir. Konumda bir yere

⁹⁶ İbn Sînâ, *Kütubu’ş-Şifâ: Fizik I*, çev. Ferruh Özpilavcı&Muhittin Macit, Litera, İstanbul 2004, s. 34.

⁹⁷ İbn Sînâ, 2004, s.35.

⁹⁸ İbn Sînâ, 2004, s.99.

*konuslandırılanın kuvveden fiile çıkışı gibidir. Mülkiyette, etki ve edildide de durum böyledir. Ancak antik filozoflar nezdinde hareket sözcüğünün kullanımında üzerinde uzlaşılan anlam, bu kuvveden fiile çıkış sınıflarının hepsinin ortak olduğu bir anlam değildir; aksine bir defada değil de dereceli olarak fiile çıkış anlamı vardır.*⁹⁹

İbn Sînâ değişimi bu şekilde tanımlamıştır; bilkuvveden bilfiile geçiş. Hareketin de diğer yetkinliklerle birlikte ortak noktası; bazen bilkuvve bazen de bilfiil olmasıdır. Diğer yetkinliklerden ayrıklığı ise; diğer yetkinlikler bilkuvveden bilfiile geçtikleri zaman, bu fiille ilgili bilkuvve hiçbir şeyin bulunmamasıdır. Zira siyah olan bilfiil siyah olduğu zaman, kendisi için olan siyahlık grubundan herhangi bir bilkuvve siyahlık kalmaz. Ancak hareketli ise bilfiil hale geçtiğinde, sonrasında onun kendisiyle hareketli olduğu bitişik hareket grubundan bilkuvve hareketli olduğu düşünülür.¹⁰⁰

İbn Sînâ, hareketin iki türlü olabileceğini söylemiştir. Bunlar; doğal hareket ve doğal olmayan hareketlerdir. Doğalı şu şekilde tanımlar:

*Doğa ismi, kendisinden iradesiz olarak fiil meydana çıkan tüm şeyler için kullanılabilir. Dolayısıyla bitkisel nefis, doğa diye isimlendirilebilir. Ve yine düşünmeksizin ve seçmede bulunmaksızın fiili kendisinden çıkan her şeye “doğa” denilebilir. Hatta bu yüzden örümcek, ağını ancak doğal yolla örür. Ona benzeyen canlılar da bunun gibidir.*¹⁰¹

Doğasından aykırı hareket eden her şey doğaya aykırı harekettir. Mesela yukarı atılan taşın hareketi doğaya aykırı bir harekettir, çünkü taşın doğal konumu yerdir. Herhangi bir zorlayıcı kuvvet olmaz ise havada bırakılan bir taş yere düşer. Tıpkı Aristoteles gibi, İbn Sînâ’da da ortam boşluk kabul etmez. Ancak onun boşluksuz

⁹⁹ İbn Sînâ, a.g.e., s.100.

¹⁰⁰ İbn Sînâ, a.g.e., s.101.

¹⁰¹ İbn Sînâ, 2004, s.35.

ortamının görevi veya işlevi Aristoteles’inkinden farklıdır. Aristoteles’te ortam hareketi hem devam ettiren hem de engelleyen bir konumdayken, İbn Sînâ ortamın sadece direnç gösterdiğini söylemiştir. Bu anlayış Aristoteles’in anlayışının neredeyse zıttıdır.¹⁰² Onun fiziğinde boşlukta hareket olması mümkün değildir. Ne doğal hareket ne de doğal olmayan hareket boşlukta gerçekleşemez. İbn Sînâ bunu şöyle ifade eder:

Boşlukta bir hareket ve durağanlığın olması mümkün değildir ve de her mekânda bir hareket ve durağanlık bulunur. Binaenaleyh boşluk mekân değildir. Onda hareketin olmamasına gelince, her hareket ya zorlamadır ya da doğaldır. Bize göre, boşlukta doğal hareket olmaz. Bu, doğal hareketin ya dögüsel ya da doğrusal olması nedeniyledir. Boşlukta dögüsel hareketin olması caiz değildir. Bunun nedeni ise, boşluğun durmama ve ortadan kalkmama özelliğinin, ancak onun ötesinde sonsuz bir cismin bulunmasına bağlıdır. Dolayısıyla bu cisim onun sonsuza kadar uzamasını engeller.

*Ayrıca boşlukta doğrusal doğal hareket de yoktur ve bunun nedeni doğal hareketin bir yönü terk edip başka bir yöne yönelmesidir.*¹⁰³

İbn Sînâ aynı yöntemleri kullanarak, boşlukta durağanlığın da olamayacağını ifade eder.¹⁰⁴ Boşlukta zorlanmış yani doğaya aykırı hareket de mümkün değildir. İbn Sina; “salt boşlukta hareketliden ayrık ya da onunla birlikte olan zorlamalı hareket yoktur. Bu yüzden söylediklerimizden boşlukta doğal ve doğal olmayan hareketin de olmadığı açığa çıkmıştır.”¹⁰⁵ der. Ve boşlukla ilgili makalesini “bütün bu

¹⁰² Aydın Sayılı, “İbn Sîna and Buridan on the Dynamics of Projectile Motion”, *İbn Sînâ Doğumunun Bininci Yılı Armağanı*, der. Aydın Sayılı, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 1984, s.141-160.

¹⁰³ İbn Sînâ, 2004, s.162.

¹⁰⁴ İbn Sînâ, a.g.e., s.165.

¹⁰⁵ İbn Sînâ, a.g.e., s.170.

şeylerden açığa çıkmıştır ki, boşluğun hiçbir anlamı yoktur”¹⁰⁶ diyerek bitirir. Böylece, İbn Sînâ’da boşluk fikrinin olmadığını söylenebilir.

İbn Sînâ için hareketin iki türlü olduğunu söylemiştik. Bunlardan doğal hareket, cismin doğal yerine gitmek için yaptığı harekettir. Her bir cisim bir doğal yere sahip olmak zorundadır. Bu, basit cisimler için de birleşik cisimler için de böyledir. Tek bir cisim için sadece tek bir doğal yer vardır.¹⁰⁷ Bütün cisimlerin doğal hareketi de bu doğal yerlerine gitmektir. Eğer zorlayıcı bir dış kuvvet gelirse, cisimler doğal yerlerinden ayrılırlar.

*Her cisim kaçınılmaz olarak zorla içinde bulunduğu konumdan yer değiştirmeyi ya kabul edici olur ya da olmaz. Eğer içinde olduğu konumundan yer değiştirmeyi kabul edici olur ise, ya cevherinde onun için doğal mekânına doğal bir eğilim olacaktır ya da doğasının onun içinde olması gerektirdiği doğal bir hayyizi(uzam) vardır.*¹⁰⁸

Mekânsal hareket ettirmede doğal hareket ağırlık ve hafiflik ile belli olur. Ağır olanlar aşağıya doğru hareket eder. Hafif olanlarsa yukarıya doğru hareket ederler. “Çünkü onların meyilleri arttıkça yer değiştirmeye dair hareket etmeyi kabul etmeleri daha yavaş olur.”¹⁰⁹ Çünkü ağır bir cismin bir yerden kaldırılması ile hafif bir cismin kaldırılması bir değildir. Ağır cisim ağırlığından dolayı, doğal yerinde kalmaya daha fazla meyillidir. İbn Sînâ, ortamı hareketi engelleyici bir unsur olarak görmüştür. Havada hareket halindeki cisimler havaya nüfuz ederler. Hava da onlara karşı bir

¹⁰⁶ İbn Sînâ, a.g.e., s.173.

¹⁰⁷ İbn Sînâ, *Kütübü’ş-Şifâ: Fizik II*, çev. Ferruh Özpilavcı&Muhittin Macit, Litera, İstanbul 2005, s.179.

¹⁰⁸ İbn Sînâ, 2005, s.182.

¹⁰⁹ İbn Sînâ, a.g.e., s.183.

direnç uygular. İbn Sînâ bunu şöyle açıklar: “Kendisine nüfuz edilen şeyin direnci, hareket kuvvetini iptal edicidir.”¹¹⁰

Doğal olmayan harekete gelince, bu iki kısımdır;

- 1) Zorlanmış hareket,
- 2) Hareketin kendisinden olan (zorlanmamış hareket)¹¹¹

Zorlanmış olan hareket, hareket ettiricisi hareketlinin dışında olan ve hareketi doğasının gereği olmayan harekettir.¹¹² Örneğin herhangi ağırlıkta bir cismin yere dikey ya da yatay olarak hareket ettirilmesi bu türdendir. Zorlanmış döndürme hareketleri ise itme ve çekmenin bileşimidir. Taşıma hareketleri daha çok arazî bir harekettir. İbn Sînâ burada hareket ettiricinin hareket edenle ayrıldığı durumda, yani yuvarlanma yahut fırlatılan bir taşın hareketinde, iki farklı görüşü dile getirir. Bilimcilerin bu konu hakkındaki görüşlerini şöyle verir:

Onlardan bir kısmı bunun sebebinin onda itilmiş havanın atılanın aksine dönmesi ve önündekine baskı yapan bir kaynaşmayla kaynaşmasıdır. Onlardan bir kısmı da şöyle demiştir: İten, havayı ve atılanı topluca iter. Ancak hava itmeyi daha çok kabul eder. Dolayısıyla daha çok itilir. Buna göre beraberinde kendisine konulanı da çeker. Onlardan bir kısmı da şu görüştedir: Bunun sebebi hareketlinin hareket ettiriciden aldığı kuvvetin, teğet olduğu şeylerden ona bitişen darbeleri çarpmaların onu ortadan kaldırıp bozuncaya dek bir müddet hareketlide sabit kalmasıdır. Bu şekilde zayıfladıkça, doğal eğilim ve darbeleri çarpma

¹¹⁰ İbn Sînâ, 2005, s.184.

¹¹¹ İbn Sînâ, a.g.e., s.196

¹¹² İbn Sînâ, a.g.e., s.196.

*onun üzerine güçlenir ve hareket ettiricinin kuvvetini ortadan kaldırır.
Atılandan da doğal eğilimi yönünde geçip gider.*¹¹³

İbn Sînâ burada sonuncu görüşü kabul eder ve sistemine sokar. Ona göre “hareketli, hareket ettirenden bir meyil alır ve bu meyil, doğal olan zorlamayla durdurulmaya çalışıldığı veya zorlanmış olan diğer bir zorlamalı ile durdurulmaya çalışıldığı zaman duyuyula hissedilen şeydir. Bu durumda artmayı ve eksilmeyi kabul eden itişme üzerinde bir kuvve hissedilir. Ve bu kuvve bir kere şiddetli olurken başka bir kere de daha eksik olur ki her ne kadar cisim zorlama ile durağan olsa da bu kuvve, cisimdeki varlığı hakkında şüphe duyulmayan şeydir.”¹¹⁴ Yani itilen bir cisim, İbn Sînâ’nın *kasrı meyil* dediği bir meyille hareketine devam eder.

Şu haliyle Aristoteles’in görüşlerine benzeyen, ancak kasrı meyil ilkesi yani zorlanmış hareket ilkesiyle ondan ayrılan İbn Sînâ, bu hususta Philoponos’a daha yakındır. Kendinden sonra gelen fizikçileri de bu konuda ciddi bir biçimde etkilemiştir. Daha sonra kasrı meyil Buridan’da impetus olarak karşımıza çıkar.

¹¹³ İbn Sînâ, 2005, s.197.

¹¹⁴ İbn Sînâ, a.g.e., s.199.

1.4. AVRUPA'DA MODERN HAREKET KURAMLARININ GELİŞMESİ

Avrupalılar, bilimsel alanda uzun bir sessizlik yaşadktan sonra, İslam Uygarlığı'nın Yunan kaynaklarından aktardığı bilgilerin farkına varmıştır. İslam Uygarlığında Rönesans'a sebep olan Yunan bilgisi, Arapçadan Latinceye çeviriler yoluyla Avrupalılar tarafından da tanınmaya başlamıştır. Bu dönemde, 11. yüzyılın sonları ve 12. yüzyılda Paris, Oxford ve Padua gibi şehirlerde üniversiteler açılmıştır. Bu üniversitelerde İbn Rüşdçü ve İbn Sina'cı yorumlara dayanarak, Yunan otoritelerin kitapları okunmaya başlanmıştır. Bu dönemdeki fiziksel gelişmelerden, özellikle kinematik ve dinamik konularını ele almak, modern hareket kuramlarına giden yolun nasıl açıldığını anlamak açısından önemlidir.

Bu konuda karşımıza ilk çıkan isimlerden birisi Jordanus'tur. Ağırlık bilimi olarak adlandırılan bilime katkıları ile önemli işler başardığını söyleyebiliriz. Günümüzde ise bu bilime “statik” adını vermekteyiz. Jordanus'un bu konuda ki en önemli katkısı, konumsal ağırlıktır. Bu kavramı şu şekilde ifade eder: “Bir cisim yüksek eğimli bir düzlemden daha düşük eğimli bir düzleme geçtiğinde, konumundan dolayı ağırlığı artar.”¹¹⁵ *Elementa Super Demonstrationem Ponderum* ve *Liber de Ratione Ponderis* adlı eserleriyle Jordanus, Antik dönemden beri çözülemeyen statik cisim problemlerine, yeni bakış açılarıyla çözüm getirmiştir. Eğik düzlem üzerindeki durgun cisimlerin denge durumlarını matematiksel olarak izah etmiştir. Aynı yüksekliğe sahip iki eğik düzlem vasıtasıyla, eğik düzlem yasasını ispata girişmiştir. Bir ABD üçgeninde AD kenarı l_2 , DC kenarı l_1 olsun. Yine AD

¹¹⁵ John Freely, *Alaaddin'in Lambası: Yunan Bilimi İslam Dünyası Üzerinden Avrupa'ya Nasıl Ulaştı?*, Şenocak, İzmir 2010, s.149.

kenarına P_2 ve DC kenarına P_1 ağırlıklı cisimler asılsın. Bu haliyle iki ağırlığın dengede olma koşulu $\frac{P_1}{P_2} = \frac{l_1}{l_2}$ olur.¹¹⁶ Jodanus, DC yüzeyinin uzunluğu ve yüksekliği ile aynı olan üçüncü bir eğri yüzey düşünmüştür. Eğer üçüncü DK yüzeyine de P_1 ağırlığı koyacak olursak, bu iki ağırlık dengede olacaktır. Bu ispatıyla Jordanus, konumsal ağırlığın tanımını vermiştir.

Jordanus denge durumlarını kaldıraçlar için de uygulamıştır. Konumsal ağırlık vasıtasıyla kaldıraç yasasını ortaya koymuştur. AB uzunluğunda bir kaldıraç, B'ye yakın bir C noktası etrafında serbestçe dönebilsin. A ucuna P_a ve B ucuna P_b ağırlıkları asılsın. AC uzunluğu a, BC uzunluğu b olmak üzere:

$$\frac{P_a}{P_b} = \frac{b}{a} \text{ veya } P_b = P_a \times \frac{a}{b} \text{ olur. Jordanus'a göre, ağırlıklar dengede ise,}$$

konumsal ağırlıkları eşit olur. Dengede değillerse, denge konumuna geldiklerinde, yani $\frac{HE}{GD} = \frac{b}{a}$ konumunda dengede olurlar. Bunlara *Jordanus Aksiyomları* denir.

Statik üzerine yapılan bu çalışmalar, mekanik problemlerin kaldıraç yasalarıyla ya da daha gelişkin bir takım yöntemlerle çözülebileceğini gösterdi. Jordanus, hızı cisimlerin direnç, ağırlık ve yüzeylerinin durumlarına göre belirlemeye çalıştı. Ortaçağ statik bilimiyle beraber, matematiksel fiziğin önemi anlaşılmış ve Archimedes'in ruhu doğanın matematiksel tanımlanması yoluyla tekrar canlanmıştır.¹¹⁷

¹¹⁶ Olaf Pedersen, *Early Physics and Astronomy: A Historical Introduction*, Cambridge Press, New York 1993, s.187.

¹¹⁷ Olaf Pedersen, a.g.e., s.190.

1.4.1. Kinematik Teorilerinin Kurulması

Hareketi matematiksel olarak tanımlamak isteyen ve bu bağlamda kinematikle ilgilenen ilk bilimcilerden birisi Brükselli Gerard'dır.¹¹⁸ *Liber de Motu* (Hareket Üzerine Kitap)adlı eseriyle, Ortaçağ kinematik denklemlerine ve bilimine kendisini adanmıştır.¹¹⁹ Düzgün hareketlerle düzgün olmayan hareketler arasında bir eşitlik bulmaya çalışarak, sonraki yüzyıllarda kinematik biliminde yapılacak çalışmaların habercisi olmuştur. Çünkü ondan sonra, Oxford'daki Merton Kolejinde yapılan çalışmalar, mekanik biliminin doğru şekilde anlaşılmasına yol açmıştır. Bu okulun mensupları arasında Thomas Bradwardine (1290-1349), William Heytesbury (ö. 1350), Richard Swineshead (ö. 1340-1350) ve John Dumbleton gibi Ortaçağın önemli bilimcileri bulunuyordu. Kolejin temel sorunlarından birisi, hareketin niteliksel formunun niceliksel olarak ifade edilmesiydi. Merton Koleji'nin ilk bilimcilerinden Thomas Bradwardine, yanlış olsa da, kinematik ifadeleri matematiksel denklemlerle ifade etmeye çalışan ilk kişi olması açısından önemlidir. Ayrıca Bradwardine, farklı boyutlarda ve dolayısıyla farklı ağırlıklarda olan cisimlerin, boşlukta eşit hızda düşeceklerini varsaydılar. Hızın ağırlıkla orantılı olmadığını söyleyen bu görüş, Aristotelesçi fizik görüşü açısından, korkutucu bir sonuçtu.¹²⁰ Ondan sonra gelen Heytesbury, *Regule Solvendi Sophismata*, adlı eserinde, ivmeyi tanımlamıştır. Heytesbury, önce sabit hızlı hareketi tanımlamıştır: "Eşit uzaklıkların eşit zamanlarda geçildiği hareket, düzgün olarak adlandırılır." Anlık hız için de Heytesbury, ilk tanımı veren bilimcidir. Ayrıca düzgün ivmeli hareketi de; "hız eşit aralıklarda ve eşit zamanlarda aynı oranda artıyorsa, buna

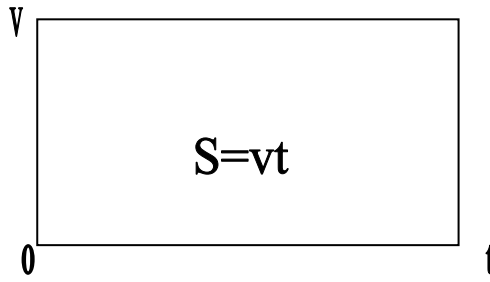
¹¹⁸ John Freely, 2010, s.151.

¹¹⁹ Olaf Pedersen, 1993, s.192.

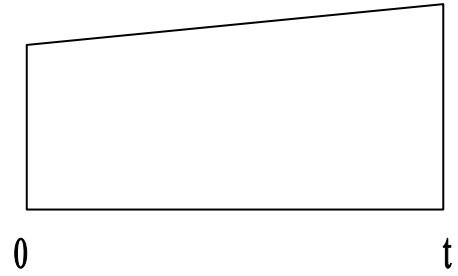
¹²⁰ Edward Grant, *Orta Çağda Fizik Bilimleri*, çev. Aykut Göker, V Yayınları, Ankara 1986, s. 53.

düzgün ivmelenen hareket denir”¹²¹ şeklinde tanımlamıştır. Merton Koleji hocaları düzgün ivmeli hareketi doğru bir şekilde vermelerine rağmen, anlık hız kavramını anlamakta güçlük çekmişlerdir.

Geometrik ve grafiksel yöntemler kullanarak hızın tanımını ilk kez yapan Nicole Oresme’dir (1325-1382). Merton Kolejinde yapılan çalışmalardan etkilenen Oresme, Ortaçağ fiziğinde önemli bir adım atmıştır. Bir başlangıç anından t anına kadar geçen sürede düzenli hareketin grafiğinin dikdörtgen olduğunu göstermiştir. (Şekil 1) Eğer hareket düzgün bir şekilde hızlanıyorsa ve ilk hız sıfır ise grafik üçgen olur. İlk hız sıfır değilse grafik yamuk olur. (Şekil2)¹²²



ŞEKİL 1



ŞEKİL 2

Oresme’nin hareketi grafiksel yöntemlerle yani geometrik olarak temsil etmesi, tarihte ilk kez böyle bir yaklaşım olması bakımından önemlidir. Birinci grafik (v - t grafiği), sabit hızla ilerleyen bir hareketlinin t zamanda aldığı yolun, $s = vt$ denklemiyle gösterileceğini ifade eder. Eğer cismin hızı sabit değilse, şekil 2’deki grafik ortaya çıkar. Oresme, cismin hızı sabit değilse, grafiğin altında kalan alanın,

¹²¹ Olaf Pedersen, 1993, s.194.

¹²² Olaf Pedersen, a.g.e., s.196.

mesafe(yol) olduğunu söylemiştir. Düzgün hızlanan hareket için de, $v = at$ ve $s = \frac{1}{2}at^2$ denklemleri ile genelleştirilebilir. Bu ifade daha sonra Galileo tarafından *İki Yeni Bilim Üzerine Diyalog* adlı yapıtında tekrar ortaya konmuştur. Oresme'nin grafiksel yöntemi, Ortaçağ'da doğa olaylarını matematiksel ifade etme girişimlerinin güzel bir örneğidir.¹²³ Bu, belki de kökleri Archimedes'e dayanan matematiksel fiziğin, tekrar hatırlanmasıdır. Ancak, doğayı matematikle ifade etmeye çalışan bu filozoflar, bulgularını deneyle ifade etmek ihtiyacını hissetmemişlerdir.

Kinematikteki bu gelişmelerin yanı sıra, dinamik biliminde de yeni çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Aristoteles'ten beri gelen inanç kuvvetsiz hareketin olmasının mümkün olmadığıdır. Birçok Ortaçağ filozofu da bu görüşü benimsemiştir. Aristoteles'in bu kuramına karşılık ilk eleştiriler, altıncı yüzyılda Philoponus ve sonrasında da İslam filozofları İbn Sînâ ve İbn Rüşd'ten gelmiş olsa da, genel olarak Aristoteles felsefesini benimseyen bu âlimler, onun doğa felsefesinin dışına pek çıkmamışlardı. Bundan sonra Ortaçağ Avrupa'sında, Aristoteles'in kuvvet konusunda söylediklerinin hatalı olduğu anlaşıldı ve Oresme ile birlikte Aristoteles'in doğa felsefesi de eleştirilmeye başlandı. Aristoteles kuvvet ve hız arasındaki dinamiksel bağlantıyı şu şekilde ortaya koymuştu.

Eğer F kuvveti, ortamın R direncinden büyükse, hız $v = \frac{F}{R}$ olur. Eğer

ortamın direnci kuvvetten büyükse, $v = 0$ olmalıdır. Bu dinamik yasası Ortaçağ'ın sonlarına kadar kullanılmıştır. Merton Koleji'nden Bradwardine, Aristoteles'in dinamik yasasına itiraz etmiştir. Hareketi, ortamın direnci ve kuvvet ile ilgili bir

¹²³ Olaf Pedersen, 1993, s.200.

bağıntıyla bulmaya çalışmıştır. Hızı $v = k \times \log \left[\frac{F}{R} \right]$ olarak vermiştir. Dönemin deney yapmama hastalığına tutulmuş olduğundan, verdiği formülü deneme ihtiyacı hissetmemiştir. Kuşkusuz deneseydi, hatalı olduğunu fark ederdi.

Daha önce adı geçen Philoponus'un düşünceleri, Ortaçağ'da tekrar gündeme gelmiştir. Aristoteles'e göre, atılan bir cisim ortamın etkisiyle bir müddet doğrusal hareketine devam ediyor, sonra da doğal yerine gidiyordu. Philoponus'un atılan cisimlerin hareketini açıklamak üzere temellerini attığı ve İbn Sînâ'nın *kasri meyil* dediği kavram, Buridan ile *impetus(itim)* halini almıştır. Buridan hem impetus teorisini hem de doğa felsefesi ile ilgili diğer konuları, *Aristoteles'in Fiziği Üzerine Sorular* adlı eserinde genişçe incelemiştir.¹²⁴ Buridan, bu eserinde zamanı şöyle özetlemiştir:

- 1) Zaman, peş peşe şeylerden oluşur ve hareketle aynıdır.
- 2) "Zaman" kavramı hareket kavramıyla aynı anlama gelir ve ölçülebilir.
- 3) Zamanın varlığı akılsal ruhun varlığına bağlı değildir.¹²⁵

İlk ikisi zaman ve hareketle ilgiliyken, son madde zaman ve ruh ile ilgilidir. Burada doğa felsefesi incelemelerinden ziyade, getirdiği yenilik bakımından impetus kuramına bakmakta fayda vardır.

Buridan'a göre, atılan bir cisme hareket ettiren kuvvet bir impetus verir. Verilen bu impetus hızla orantılı olarak artar. Hava, harekete direnç oluşturan bir unsurdur. Hareket eden cisim adım adım yavaşlar ve sonunda impetus azalır veya

¹²⁴ Dirk-Jan Dekker, "Buridan's Concept of Time. Time, Motion and the Soul in John Buridan's Questions on Aristotle's Physics" *The Metaphysics and Natural Philosophy of John Buridan*, ed. J.M.M.H. Thijssen & Jack Zupko, Brill Leiden, Boston, Köln 2001, s. 151.

¹²⁵ Dirk-Jan Dekker, a.g.e., s.152.

tamamen biter. Ondan sonra cisim doğal yerine gider.¹²⁶ Buridan'ın impetus kavramı, bu haliyle şu şekilde ifade edilebilir:

$I = w \times v$ (Burada I impetus, w cismin ağırlığı ve v cismin hızıdır). Buridan, serbest düşen cisimler için de aynı şeyi düşünmüş ve düşen cisimlerin hızının arttığını söylemiştir. Hatta Buridan bu kuralların sadece yersel cisimler için değil göksel cisimler için de aynı kuralların geçerli olduğunu söylemiştir. Buridan, başlangıçta bir defa Tanrı tarafından gök cisimlerine düzgün dairesel bir hareket verildiğini, göksel cisimlerin bulunduğu noktada hava direnci olmadığından, bu hareketin kendiliğinden sürüp gideceğini savunmuştur.¹²⁷

16. yüzyıla kadar geometrik yöntemler kullanılarak hareket problemi irdelenmeye çalışılmıştır. Ancak 16. yüzyıl Avrupa'sında savaşlar ve gelişen bazı sanat dalları için daha fazla teknolojiye ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Bunlardan özellikle balistik konusu, gelişen kale savunmaları veya hücumları için çok önemli bir faktör olmaya başlamış ve bu kapsamda hem matematikçiler hem de fizikçiler gayretli çalışmalar yapmışlardır. Balistik kelimesinin kökeninin Marin Mersenne'ye(1588-1648) dayandığı söylenmektedir. Yazdığı *Ballistica et Acontismologia*(1644) adlı kitabında, dahili ve harici balistik, termodinamik ve kimya gibi konuları ele almıştır. Balistik kelimesinin kökeni bu kitaba dayanmaktadır.¹²⁸ Daha önce Buridan ve Oresme gibi bilimcilerin tanıttığı impetus kuramı ve bunun Aristoteles felsefesinin karşısında durmaya başladığı bir entelektüel ortamda, matematikçi ve fizikçiler bu kuramı geliştirmeye çalışmışlardır. 16.

¹²⁶ Olaf Pedersen, 1993, s.210.

¹²⁷ Aydın Sayılı, "Kopernik ve Anıtsal Yapıtı", *Nicola Kopernik*, der. Unesco Türkiye Milli Komisyonu, Ankara 1973, s.94.

¹²⁸ William W. Hackborn, "The Science of Ballistics: Mathematics Serving the Dark Side", *Seminar Proceedings of the Canadian Society for History and Philosophy of Mathematics* 2006, S.16, s.1.

yüzyılda balistik incelemeleri yapan Niccolo Fontana Tartaglia(1499-1557) ve Galileo Galilei(1564-1642) bu bilimcilerin başında gelmektedir. Tartaglia matematik alanındaki başarılarını, balistik alanında da sergilemiştir. Antik Yunan zamanından beri bilinmesine rağmen sadece özel bazı durumlar için çözülebilen kübik denklemler üzerine çalışmıştır. 16. yüzyıl matematikçileri bu denklem için genel bir çözüm arayışına gitmişlerdir. Kübik denklemler p ve q pozitif sayılar olmak üzere, üç tipe indirgenebilir:

$$x^3 + px = q, \quad x^3 = px + q, \quad x^3 + q = px,$$

Bu denklemin çözümünün Tartaglia tarafından yapılmasına rağmen, çözümünü söylediği ve sır olarak saklamasını istediği Cardano tarafından 1545 yılında *Ars Magna* adlı kitapta yayınlanmıştır. Ve bu çözüm günümüzde “Cardano Çözümü” olarak bilinmektedir.¹²⁹ Çözüm şu şekilde yapılmıştır.

$$x^3 + px + q = 0 \text{ denklemi alınır ve } x \text{ yerine } u + v \text{ yazılırsa,}$$

$u^3 + v^3 + (3uv + p)(u + v) + q = 0$ elde edilir. Buradan da $3uv = -p$ olmak şartıyla,

$$u^3 - \frac{p^3}{27u^3} + q \text{ olur. Denklemin çözümü ise;}$$

$$\sqrt[3]{\frac{-q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} + \sqrt[3]{\frac{-q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} \text{ }^{130} \text{ sonucu elde edilir. Önemli bir başarı}$$

olan bu çalışmayla birlikte Tartaglia, balistik konularını da matematiğe indirmeye çalışmıştır. Bu çalışmalar sonunda, uzun zamandan beri bilinen Aristoteles’in atış

¹²⁹ Dirk J. Struik, *A Concise History of Mathematics*, Dover Publications, New York 1965, s.112.

¹³⁰ Çözüm Cem Tezer’in *Abstract Algebra Lecture Notes 8* ders notlarından alınmıştır.

hareketindeki problemleri kısımların çözümü için önemli adımlar atılmıştır. Tartaglia balistik incelemelerin önemine *Nova Scientia*(1537)adlı eserinde şu şekilde değinmiştir:“Berbat şeyler düşündüğümü hissediyorum... insanlık türünün yok edicisi, lanetli çalışmaların değerini artırmak gibi... Ancak şu anda, görünen o ki kurt (Osmanlı Sultanı I. Süleyman) sürülerimizi yakıp yıkmayı çok istiyor... bu benim için çok hoş görülemez...”¹³¹ Böylelikle çalışmalarının savaş sanatları için gerekli olduğunu açıklamıştır. Tartaglia’nın “yeni bilim”i topçuluk, Aristoteles’in mekaniğini ve fiziğini, Archimedes’in çalışmalarını ve ortaçağ ağırlık bilimini aristokratik hamilere anlatmayı amaçlamıştı.¹³²Tartaglia, yeni bilimi anlattığı *Nova Scientia*’sında Aristoteles’in analizlerini kendisinin analitik hesaplama ve ölçüm yetenekleri ile değiştirmiştir. Mekanik ve optik gibi geleneksel matematiğe ait bilim dallarıyla benzer şekilde, Tartaglia yeni bilimde de doğa felsefesi ve matematiği birleştirdi.¹³³ *Nova Scientia*’nın ilk kitabında mermi yolu geometrik bir şekilde gösterilmiştir, ancak hareketi Aristoteles fiziğinin kavramları ile anlatılmıştır. Top atışı, zorlanmış hareketle fırlatılır, düzgün bir hatta gittikten sonra çember yayı şeklinde kavis kazanarak doğal yerine doğru gider. Tartaglia, bir topçu atışında topun, en uzak mesafeye gidebilmesi için 45 dereceyle atılması gerektiğini söylemiştir. Hava sürtünmesinin dahil edilmediği durumda bu, en iyi matematiksel ifadedir. *Nova Scientia* iyi bir Euklidesçi tarzda, tanımlarla başlamış, postulatlarla devam etmiş ve ispatlarla sonuçlandırmıştır.¹³⁴ Tartaglia’nın savaşçılık ile ilgili

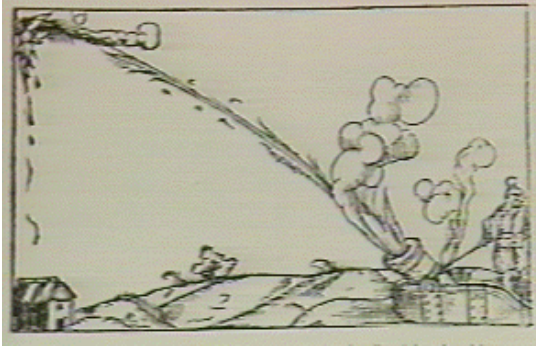
¹³¹ William Hachborn, 2006, s.4.

¹³² Mary J.Henninger-Voss, “How the “New Science” of Cannons Shook up the Aristotelian Cosmos”, *Journal of the History of Ideas*, 2002, C.63, S.3, s.380.

¹³³ Mary J. Henninger-Voss, a.g.m., s.381.

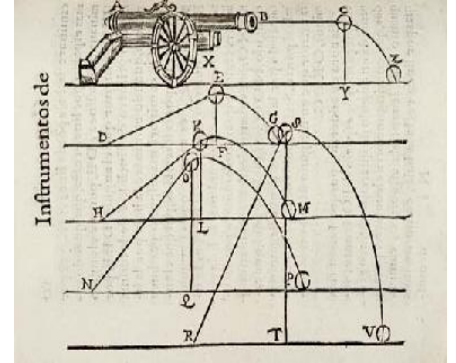
¹³⁴ Mary J. Henninger-Voss, a.g.m., s.382.

eserleri yaşadığı dönemde pek çok defa basılmış ve Almanca, Fransızca ve İngilizceye çevrilmiştir.¹³⁵



Resim 1

Aristoteles dinamiğinde top atışı.



Resim 2

Tartaglia'nın atış hareketi.

Ortaçağ'ın kinematik konularını bütünüyle ele alıp, hareket kuramlarını daha da ileri götüren Galileo'ya geçmeden önce, 1543 yılında Güneş Merkezli Kuram'ı kuran Nicolaus Copernicus'tan bahsetmek gerekir. 1473'te doğan bilimci, tek kitabının basım tarihi olan 1543 yılına kadar yaşamıştır. İyi bir gözlemci olmayan Copernicus'un teorik yönü ağır basmaktadır.¹³⁶ Yeryüzündeki hareket çalışmalarından ziyade astronomi ve Arz'ın Güneş etrafındaki hareketini inceleyen bilimci, sadece bilim tarihinin değil, insanlık tarihinin de en önemli adımlarından birisini atmıştır. 1453 yılında yayınladığı *De Revolutionibus Orbium Caelestium* (Göksel Kürelerin Devinimi Üzerine) adlı eseri, astronomik ve kozmolojik

¹³⁵ Mary J.Henninger-Voss, 2002, s.391.

¹³⁶ Sevim Tekeli, "Copernicus", *Nicola Kopernik*, der. Unesco Türkiye Milli Komisyonu, Ankara 1973, s. 147.

düşüncede Copernicus devrimi adı verilen büyük bir değişimin başlangıcıdır.¹³⁷

Copernicus'un görüşüne göre;

- 1) Evren küreseldir. Copernicus'a göre, evrenin küre şeklinde olduğunu kabul etmeliyiz. Çünkü en kusursuz şekil küredir. Ayrıca her şeyi içine alıp muhafaza edebilir.¹³⁸
- 2) Arz küreseldir. Bunu kanıtlamak için, eski kanıtlara başvurur. Burada yıldızların farklı yerlerdeki görünüşleri, Güneş ve Ay tutulmalarının gözlemlerindeki farklılıkları anlatır.¹³⁹
- 3) Göksel küreler, düzgün daimi ve dairesel hareketler yaparlar.¹⁴⁰
- 4) Arz'ın üç devinimi vardır. Bu hareketlerden birincisi "Arz'ın gece ve gündüz boyunca dönüşüdür. Bu, kendi eksenini etrafında batıdan doğuya doğru gerçekleşir ve bu yüzden evren sanki aksi yönde dönüyormuş gibi algılanır." İkinci hareket, "Arz'ın aynı şekilde Güneş'in çevresinde batıdan doğuya doğru burçlar kuşağını takip ederek çizdiği ve Venüs ile Mars arasında kendisine eşlik eden kütlelerle birlikte izlediği merkezin etrafındaki yıllık devinimdir. Üçüncü hareket ise "yıllık dönüş kapsamındadır ve ters yönde, yani merkezin hareketinin aksi yönündedir."¹⁴¹ Copernicus, *Göksel Kürelerin Devinimi Üzerine* adlı eserinde, bu görüşlerini ispatlamaya çalışmıştır.

¹³⁷ Thomas S. Kuhn, *Kopernik Devrimi; Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezegen Astronomisi*, çev. Halil Turan vd. İmge, Ankara 2007, s.225.

¹³⁸ Nicolaus Copernicus, *Göksel Kürelerin Devinimi Üzerine*, çev. C.Cengiz Çevik, Türkiye İş Bankası, İstanbul 2010, s.19.

¹³⁹ Nicolaus Copernicus, a.g.e., s.20.

¹⁴⁰ Nicolaus Copernicus, a.g.e., s.24.

¹⁴¹ Nicolaus Copernicus, a.g.e., s.49-50.

Güneş Merkezli Sistem ilk başta hemen devrim olarak algılanmış olmasa da, daha sonra Ortaçağ ve Modern çağı birbirinden ayıran gerçek bir hudut taşı olmuştur.¹⁴²

Tycho Brahe (1546-1601), Copernicus'un sisteminin başarısız olduğunu düşünmüştür. Bunu yaptığı gözlemlere dayandırmıştı. Ayrıca, yeni fizik kuralları henüz geliştirilmediğinden, yerin hareket ettiği kanıtlanamıyordu. Brahe, Copernicus sistemindeki problemleri aşmak için, Batlamyus ve Copernicus sistemlerini uzlaştırmaya çabaladı. Sistemine göre, Arz sabit ve Ay, Güneş ve dış gezegenler Arz'ın etrafında; Merkür ve Venüs ise Güneş'in etrafında dönmekteydi. Brahe'nin söyledikleri yanlıştı. Ancak yaptığı gözlemlerle, Aristoteles fiziği ve kozmolojisine önemli darbeler vurmuştur. Zira, 1571 yılında bir "yeni yıldız"ın Koltuk takım yıldızı içinde parladığını gözlemledi. Bunu diğer Avrupalı astronomların gözlem sonuçlarıyla karşılaştırdı. Sonuç, geleneksel astronomi görüşleriyle taban tabana zıttı. Aristoteles ve onun kozmolojisini kabul edenlere göre, bütün oluş ve bozuluş Ay-altı evrende olmaktadır. Ancak, bu yıldız Ay'dan daha uzaktadır ve orada bir oluş olmaktadır. Ayrıca 1578 yılında, Hven adasında, bir kuyruklu yıldız gözlemlemiştir. Bu gözlemlerinde de, kuyruklu yıldızın Ay'dan çok uzakta, Ay-üstü evrende olduğunu görmüştür ve Yunan düşüncesinden gelen, kuyruklu yıldızların kuru ve yakıcı bir buhar olmadığını fark etmiştir. Öyleyse, hem Batlamyus sisteminde, hem de Aristoteles kozmolojisinde anlatıldığı gibi, gezegenlerin kürelere çakılı olması fiziksel açıdan mümkün değildir.¹⁴³

¹⁴² Yavuz Unat, *Astronomi Tarihi*, Nobel, Ankara 2001, s.156.

¹⁴³ Colin A. Ronan, *Bilim Tarihi*, çev. Ekmeleddin İhsanoğlu&Feza Günergun, TÜBİTAK, Ankara 2003, s.374-375.

Johannes Kepler (1571-1630), ölümünden bir yıl önce Brahe'nin yardımcılarında birisi olmuştur. Onun matematik alanındaki üstün dehasını fark eden Brahe, yaptığı ve gizli tuttuğu gözlemleri yayınlamasını istemiştir. Kepler, Copernicus'un sistemini desteklemekteydi. Ancak Mars'ın üzerine yaptığı çalışmalar, Copernicus sisteminin de, hocası Brahe'nin sisteminin de sorunlu olduğunu ortaya koyuyordu. Mars gezegeni üzerine yaptığı araştırmaları, *Astronomia Nova* (Yeni Astronomi) adlı eserinde sundu. Kuşkusuz, bu kitap birçok yenilik içermektedir. Çünkü kitapta, Mars'ın Güneş etrafında döndüğü ve bu dönüşün elips şeklinde olduğu anlatılıyordu. Bu bütün Yunan geleneğine, özellikle de Aristoteles kozmolojisine aykırı bir durumdur. Zira, göksel cisimler mükemmel şekil olan dairesel şekilde hareket etmelidirler. Aristoteles ve Batlamyus astronomisi en büyük darbelerinden birini almıştı. Kepler, *Epitome astronomiae Copernicanae* (Kopernik Astronomisinin Özeti) adlı yapıtında gezegenlerin hareketini üç yasa ile ortaya koymuştur:

- 1) İlk yasa yörüngeler yasası olarak bilinen ve bütün gezegenlerin, odağının birinde güneş bulunan eliptik yörüngelerde dolandığını söylediği yasadır.

Bu yasaya göre; r gezegenin güneşe olan uzaklığı, θ gezegen ve güneşin birleştiği doğrunun yatay eksenle yaptığı açı olmak üzere;

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{b^2} \left(a + \sqrt{a^2 - b^2} \cos \theta \right) \text{ denklemi gezegenin yörünge denklemidir.}$$

Bunun geometrik yeri ise bir elips oluşturur. Burada $a = b$ olduğu koşullarda denklem çember denklemi olacaktır.

- 2) Kepler'in ikinci yasası alanlar yasası olarak bilinir. Bu yasaya göre, bir gezegen eşit zaman aralıklarında eşit alanları süpürür. Δt kısa zaman aralığında gezegen $\Delta \theta = w\Delta t$ açısını tarar. ΔA alanı $\Delta \theta$ 'nın çok küçük değeri için $\frac{1}{2}r^2\Delta \theta$ olur ve $\Delta t \rightarrow 0$ limitinde,

$$\frac{dA}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\frac{1}{2}r^2\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{1}{2}r^2 \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{2}r^2 w \text{ denklemi elde edilir.}$$

p gezegenin lineer momentumu olmak üzere, $p_r = mv_r$ ve $p_\theta = mv_\theta$

ve l açısal momentum olmak üzere,

$$l = p_\theta r = mv_\theta r = mwr^2 \text{ olur ve } \frac{dA}{dt} = \frac{1}{2}l \text{ olur. Bu yasa izole edilmiş}$$

gezegen-güneş sistemi için geçerlidir. Çünkü herhangi bir dışsal tork bulunmamalı ve l sabit olmalıdır. Bu Kepler'in ikinci yasasının matematiksel ifadesidir.

- 3) Üçüncü yasa periyotlar yasasıdır ve gezegenlerin güneş etrafında dönme periyotlarının karesinin, dolanılan eliptik yörüngenin yarı ana ekseninin uzunluğunun küpüyle orantılı olduğunu söylediği

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM} \right) a^3 \text{ yasasıdır. Burada } \frac{4\pi^2}{GM} \text{ bütün gezegenler için aynı}$$

olan bir sabittir ve MKS ölçü sistemindeki değeri

$$2,97473 \times 10^{-19} s^2 m^{-3} \text{ olarak hesaplanır.}^{144}$$

Galileo Galilei, astronomi ve fiziği geleneksel düşünceden koparak incelemiştir. Pisa Üniversitesi'nde matematik ve askeri mühendislik konularında

¹⁴⁴ Halliday&Resnick, *Fundamentals of Physics*, John Wiley & Sons, Canada 1981, s.255-226.

dersler verirken, Aristoteles felsefesini yadsıyan görüşlerinden dolayı meslektaşları tarafından yoğun eleştiriler alınca, Padua Üniversitesi'ne geçmiştir.¹⁴⁵ Galileo matematik profesörü olmasına karşın, astronomi ve fizik alanında da saygın bir bilimcidir. Teleskopu ile yaptığı ilk gözlemleri *Siderius nuntius* (Yıldızlardan Gelen Haberci) adlı eserinin girişinde şu şekilde anlatmaktadır.

*....kendi yaptığım teleskopla çok güzel ve şaşırtıcı görüntülere tanık olan ben Padua Üniversitesi Matematik Profesörü Floransalı Galileo Galilei, Ay'ın yüzeyini, sayısız sabit yıldızı, Samanyolu'nu, nebula yıldızlarını ve özellikle de Jüpiter gezegeninin çevresinde dönen dört yıldızı incelemiş bulunuyorum. Jüpiter'in çevresinde farklı uzaklıklarda ve farklı periyodik zamanlarda şaşırtıcı bir hızla dönen bu gök cisimlerini bu güne dek bilinmedikleri ve ilk kez tarafımdan görünmüş oldukları için "Medici Yıldızları" olarak adlandırdım.*¹⁴⁶

Kendinden önce de teleskopun bilinmesine rağmen, onu gökyüzüne çeviren ilk kişi olma özelliğine sahip olan Galileo, yazdığı bu önsözle her şeyin Dünya'nın etrafında döndüğünü savlayan geleneksel anlayışa da karşı çıkıyordu. Bundan dolayı Kilise'nin eleştirisine ve hatta yargılamasına maruz kalmıştır. Bu dört Jüpiter uydusunu nasıl bulduğunu da hiçbir matematiksel kanıta girmeden, sadece gözlem yoluyla anlatmıştır.

Astronomiye olduğu kadar yeryüzündeki hareket ve fiziğe katkıları da bir o kadar değerlidir. Kinematik alanında yaptıkları, esas konumuzdur. Galileo, *De Motu*(1590) adlı eserinde mekaniğe ilişkin ilk görüşlerini ortaya koymuştur. Ancak bu eserdeki görüşleri genellikle, daha sonra eleştireceği Aristoteles fiziğine impetus

¹⁴⁵ J.D. Bernal, *Modern Çağ Öncesi Fizik*, çev. Deniz Yurtören, TÜBİTAK, Ankara 1995, s.187.

¹⁴⁶ J.D. Bernal, 1995, s.188.

kuramının eklenmiş halidir.¹⁴⁷ Bu kitabında Aristotelesçi görüşlerden tam olarak kurtulmamış olsa da, getirdiği bazı yenilikler bakımından önemlidir. Bunlardan birisi, Aristotelesçi fizikte ağır olan cisimlerin daha hızlı düşeceğine yönelik savın yanlış olduğunu söylemesiydi. Ona göre, bu, özgül ağırlıkla ilgili bir kuraldı. Mesela aynı cisimden yapılmış 1 ve 10 birim ağırlığındaki cisimler aynı yükseklikten aynı anda yere düşerlerdi. Ancak cisimlerin yoğunlukları farklı ise, farklı zamanlarda yere düşerlerdi. Bunları deneysel olarak ispatlayacak olanağı olmayan Galileo, düşünce deneyleri gerçekleştirmiştir. Havanın sürtünmesinin farkında olan Galileo, bunu önemsiz sayarak teorik fiziğin temellerinden olan ideal ortamı yaratmıştır. De Motu'dan ziyade *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*(1632) ve *İki Yeni Bilim Üzerine Diyalog*(1638)adlı eserleri, hem Kopernik kuramını desteklemesi, hem de yeni düşünceleri geliştirmesi açısından önemlidir. Bu kitaplarda Arz'ın hareketi, yeryüzünde hareket gibi konuları tartışan Galileo bilimde yeni bir anlayış kazandırmıştır. Albert Einstein, *İki Yeni Bilim Üzerine Diyalog* adlı esere yazdığı önsözde şunları demiştir: “Bu kitap bize, rahip ve âlim kıyafetine bürünmüş öğretmenlerin uyuşukluğundan ve halkın cahilliğinden destek alarak otorite olma konumlarını sürdürenlerin ve savunanların çokluğu karşısında, rasyonel düşüncenin temsilcisi olarak ayakta kalma cesaretine, zekasına ve tutkulu iradesine sahip bir insanı tanıtır”.¹⁴⁸ Galileo'ya göre hareket herhangi bir kuvvet olmadan da

¹⁴⁷ Hüseyin Gazi Topdemir, “Galileo ve Modern Mekaniğin Doğuşu”,*Felsefe Dünyası*,1997, S.24, s.42-51.

¹⁴⁸ Albert Einstein, “İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog'un Önsözü”, *Bilim ve Mühendislik*-3, çev. Metin Sitti, İstanbul 1991, s.1.

olabilir.¹⁴⁹ Galileo bir bakıma, Archimedes gibi doğayı ve hareket yasalarını matematikle ifade etme çabasına girmiştir.

Arz'ın hareketini kanıtlamak için, Arz üzerindeki cisimlerin de Arz'ın hareketine katıldığını söylemektedir. Bu şekilde geleneksel anlayışta, Arz hareket etseydi Pisa Kulesi'nden bırakılan cisim Kule'nin dibine değil batısına düşerdi, şeklinde getirilen eleştirilere cevap vermiştir. Bu cevabı Galileo şu şekilde öne sürmüştür:

Hareket, kendisi olarak kaldıkça ve hareket olarak etki ettikçe kendisinden yoksun olan nesneler için göreceli olarak vardır. Herhangi bir hareketi eşit olarak paylaşan nesneler arasında etki yapmaz, sanki yokmuş gibidir. Örneğin bir gemiye yüklenmiş olarak Venedik'ten ayrılan mallar, Korfu, Girit ve Kıbrıs'tan geçer ve Halep'e gider. Şehirler durgun halde kalır ve gemiyle birlikte hareket etmez; fakat geminin yüklü olduğu çuvallara ve geminin kendisine göre, Venedik'ten Suriye'ye hareket bir şey ifade etmez; bu yüzden de gemilerdeki nesnelerin birbirleri arasındaki ilişkiyi hiçbir şekilde etkilemez. Bu durumun nedeni, hareketin hepsi için ortak olması ve aralarında eşit olarak pay edilmesidir. Eğer geminin yükü içindeki bir çuval, bir sandıktan bir santimetre öteye konacak olursa, çuval için tek başına bu hareket, bütün öteki yüklerle beraber yaptığı üç bin beş yüz kilometrelik yoldan daha büyük bir hareket demektir.¹⁵⁰

Galileo *İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar* adlı eserinin üçüncü gün diyaloglarına şu şekilde başlamıştır:

¹⁴⁹ Yücel Kaya&Rıza Okçu&İbrahim Yavuz, "Serbest Düşme Yasası", *Bilim ve Mühendislik-3*, İstanbul 1991, s. 38.

¹⁵⁰ Richard S. Westfall, *Modern Bilimin Oluşumu*, çev. İsmail hakkı Duru, Tübitak, Ankara 2008, s.21.

... Doğada, devinimden daha eski belki hiçbir şey yoktur, onun üzerine felsefecilerin yazdığı kitaplar ne az sayıda ne de incedirler; ama yine de ben deneyler sayesinde, devinimin bilinmeye değer ve şimdiye dek ne gözlemlenmiş ne de tanıtlanmış olan bazı özelliklerini keşfettim. Kimi yüzeysel gözlemler yapılmıştır, örneğin düşmekte olan ağır bir cismin serbest deviniminin sürekli olarak ivmelendiği gibi; ama bu ivmelenmenin tam olarak hangi düzeye dek gerçekleştiği daha henüz bildirilmemiştir. Çünkü bildiğim kadarıyla, durağanlıktan düşmeye başlayan bir cisim tarafından eşit zaman aralıkları boyunca kat edilen uzaklıkların birbirlerine oranının bir ile başlayan tek sayıların birbirlerine oranı ile aynı olduğunu henüz hiç kimse belirtmemiştir.

Mermilerin ve fırlatılan cisimlerin bir tür eğri yol betimledikleri gözlemlenmiştir, ancak bu yolun bir parabol olduğu olgusuna hiç kimse dikkat çekmemiştir...¹⁵¹

Üçüncü gün diyaloglarına yapılan bu başlangıç, kitapta anlatılanların ve kitabın devamının değerinin anlaşılması için adeta yazarın yaptığı bir uyarıdır. Devamında Euklidesci bir tarzda, ivmesiz hareketi anlattığı postulat ve teoremlere yer verilmiştir. Sonra da ivmeli hareketi anlattığı diyaloglara geçmiştir.

Teorem I ve II'yi örnek olarak alırsak;

Teorem I, Önerme I:

Sabit bir hızla yol alan bir cismin iki uzaklık arasını kat etmesi için gereken zamanların birbirlerine oranı uzaklıkların birbirlerine oranına eşittir.

Teorem II, Önerme II:

¹⁵¹ Galileo Galilei, *İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar*, çev. Yasemin Çevik, Elips, Ankara 2011, s.147.

Eğer devinmekte olan bir parçacık eşit uzaklığı eşit zaman aralıklarında kat ediyorsa bu uzaklıkların birbirlerine oranı hızların birbirlerine oranına eşit olacaktır. Eğer uzaklıkların birbirlerine oranı hızların birbirlerine oranına eşitse bu durumda zamanlar da eşittirler.

Bu şekilde sabit hızlı hareketi anlatan Galileo, ivmeli hareketi anlatmak için, edebi yeteneğini de kanıtladığı, diyaloglarına geçmiştir.

Düşen cisimlerin hızındaki artış, Aristoteles'e göre cisimlerin doğal yerine gitme isteğindeki artıştan kaynaklanıyordu. Ancak Galileo bunun böyle olmadığını iddia etmiştir. Galileo, vakumlanmış bir ortamda serbest düşme deneylerini yapacak olanakları yetersiz olduğu için, kendisine sürtünmeyi en aza indirebileceği, eğik düzlemler yapmıştı. Burada Galileo, düzlemler üzerinde hareket ederken aşağı doğru düşen cisimlerin eğimle oranlarına baktı. Aynı şekilde, cisimleri yukarı doğru fırlattı. Buradan eylemsizlik yasası olan ve daha sonra Newton'un sistemleştireceği, cisme herhangi bir kuvvet uygulanmazsa hareketsiz kalacağı ilkelerine ulaştı. Ve eğer sürtünmesiz bir ortamda cisim herhangi bir şey tarafından engellenmezse sonsuza kadar hareketine devam ederdi. Bu, açık bir şekilde Aristoteles fiziğine aykırı bir durumdu. Ayrıca, devinim cisimde hiçbir değişikliğe yol açmaz. Bu da Aristoteles'in devinimden anladığına zıttır. Madem devinim cisimde bir değişime yol açmıyor, öyleyse Arz'ın hareketli olmasında da bu anlamda bir sorun olamaz.

Galileo serbest düşme problemini şu şekilde incelemiştir:

Teorem I, Önerme I:

Durgun halden yola çıkan ve sabit ivmeyle hızlanan bir cisim tarafından herhangi bir yolun kat edilme zamanı, aynı olan ve ivmelenmenin

*başlamasından hemen önceki hız ile en yüksek hızın ortalamasına eşit bir değere sahip olan bir hızla devinen aynı cisim tarafından aynı yolun kat edilme zamanına eşittir.*¹⁵²

Burada anlattığı şey aslında kendinden önce de, Merton Koleji araştırmacılarının bildiği ortalama hız sorunudur. Bunu serbest düşmeye de uygulamıştır.

Teorem II, Önerme II:

*Sabit ivmeli bir hareketle durgunluktan düşmekte olan bir cisim tarafından kat edilen yolların birbirlerine oranı, bu uzaklıkları kat etmek için kullanılan zaman aralıklarının karelerinin birbirine oranına eşittir.*¹⁵³

Burada açıkça sembollerle ifade edilirse düşen cismin aldığı yol olan h o yolda alınan zaman olan t 'nin karesi ile orantılıdır.

Eğik düzlem üzerinde hareket eden cisimlerin kinematiğini de açıklamıştır.

*Salviati: ... Değişik eğimlerdeki düzlemlerde bir ve aynı cisimlerde kazanılan hızlar, bu düzlemin yüksekliği eşit olduğu zaman eşittirler.*¹⁵⁴

Burada Galileo'nun uzun kanıtlamasını kısaltmak adına B köşesi dik açı olmak üzere çizilen ABC üçgeninde, BA yatay düzlemi arasında bir D noktası alınır ve bu C noktası ile birleştirilirse, CA ve CD eğik düzlemleri oluşur. C noktasından aynı cismi serbest bırakırsak, A noktasına vardığındaki hızı ile D noktasına vardığındaki hızı aynı olur.

¹⁵² Galileo Galilei, 2011, s.164.

¹⁵³ Galileo Galilei, a.g.e., s.165.

¹⁵⁴ Galileo Galilei, a.g.e., s.161.

Teorem VI, Önerme VI:

Eğer bir çemberdeki en yüksek ve en alçak noktalardan, çevreye dek uzanan eğimli herhangi düzlemler çiziliyse bu kirişler boyunca inme zamanlarının her biri ötekiyle orantılıdır.

GH yatay düzlemi üzerinde bir çember çizelim. Yatay düzleme paralel olduğu noktadan en üste FA çapını çizelim ve en yüksek noktası A'dan ise çevre üzerindeki herhangi iki B ve C noktasına eğik düzlemler çizelim; o zaman bu düzlemler boyunca inme zamanları eşittir.¹⁵⁵

Devamında ise geometrik kurallar vasıtasıyla bu teoremi ispatlamıştır. 4. gün diyalogları, fırlatılan cisimlerin hareketine ilişkindir. Galileo fırlatılan cisimlerin hareketini, sabit hızlı bir hareket ile ağırlığından dolayı yere doğru olan doğal hareketinin bileşkesi olarak açıklamıştır. İlk teoreminde;

Doğal olarak ivmelenen dikey bir devinimle birleşmiş sabit hızlı yatay bir devinimle ilerleyen fırlatılan cisimlerin betimlediği yol bir yarım paraboldür.

SAGREDO: Benim iyiliğim için ve sanırım Simplicio'nun da yararına bu noktada kısa bir süre durmak zorundayız, Salviati; çünkü Apollonius hakkındaki incelememde çok ilerlemiş değilim,... Apollonius'un bu betiler için tanıtlamış olduğu tüm özelliklerle değilse bile; en azından şu anki inceleme için gerekenlerle enine boyuna bir tanışıklığın olması kesinlikle zorunlu olacaktır...¹⁵⁶

Burada Galileo diyalogda Sagredo'nun sorusu üzerine, Salviati'ye Euklides uzayını anlattırmakta ve Apollonius'un konik kesitleri içinde, özellikle parabolün özelliklerinden bahsettirmektedir. Burada, Aristoteles taraftarı

¹⁵⁵ Galileo Galilei, 2011., s.178.

¹⁵⁶ Galileo Galilei, a.g.e., s.224.

Simplicio'yu da ikna etmeye çalışan Salviati, Euklides geometrisinden faydalanarak anlatmaya devam etmektedir.

*...sabit hızlı yatay ve doğal olarak ivmelenen hareketlerden oluşan bir devinim ile düşmekte olan bir cismin, bir yarım parabol betimlediğini gösterdiği ilk önermesini nasıl tanıtladığını görebiliriz...*¹⁵⁷

Bundan sonra uzun uzadıya atılan cismin hareketini tanımlamış ve neden parabol olduğunu izah etmiştir. Bu kısımda Galileo, mermi atışını yani balistik teorisini inşa etmeye devam ediyor. Önerme 5'de bir problem ortaya atıyor.

Önerme V, Problem,

Bir parabol verilsin; parabolün yukarıya doğru uzatılmış ekseninde yer alan ve bir parçacığın bu parabolü betimleyebilmesi için oradan düşmesinin gerektiği nokta bulunmak isteniyor...

Sonra, hem önceki teorilerinden faydalanarak hem de yeni sonuçlar ortaya koyarak devam ediyor. Bundan sonraki önermede ise, atış hareketinde ek yükseklik ve yükseklik verildiği zaman yarım parabolün genişliğinin nasıl bulunacağını anlatmıştır. Ek yükseklik ile yükseklik uzunluklarının geometrik ortalarının iki katının, yarı parabolün genişliği olduğunu söylemektedir. Kitabın sonuna doğru balistik teorisini tamamladığı 12. Önerme yer alıyor.

Aynı başlangıç hızıyla ateşlenen mermilerin betimledikleri tüm yarım parabollerin genişliklerini hesaplayıp listelemek...

Bundan sonra bir balistik cetveli verilmiştir.

¹⁵⁷ Galileo Galilei, 2011, s.227.

Bazı açılar için bu balistik cetveli şöyledir:

45°	10000	45°
50	9848	40
55	9396	35
60	8659	30
65	7660	25
70	6428	20
75	5000	15
80	3420	10

TABLO 1.

Bu tablo yarı parabollerin genişliğinin açıyla bağıntısını vermektedir. Hız daima aynı düşünülmektedir.¹⁵⁸

Bu tablodan sonra 10000 genişliğinde olan yarım parabollerin yükseklik ve yarı yükseklikleri verilmiştir. Bu tabloda ilk sütun açılarını ikinci sütun parabolün yüksekliğini son sütun ise ek yükseklik miktarını vermektedir.¹⁵⁹

1	87	286533
10	881	28367
40	4196	5959
45	5000	5000
60	8600	2887

¹⁵⁸ Galileo Galilei, 2011, s.256-257. Yarı Parabol Genişliği: Galileo, bir parabolün (bkz. Şekil 24, s.150), h yüksekliğine çıktığı anda yatay eksen O noktasına olan uzaklığına yarı parabol genişliği demektir.

¹⁵⁹ Galileo Galilei, a.g.e., s.258-259.

70	13237	1819
75	18660	1339
90	---	----

TABLO 2.

Böylelikle Galileo hareket ve balistik kuramını tamamlamıştır. Hava direncini önemsemediğinden dolayı bu balistik cetveli yanlıştır. Ancak havasız ve ideal ortam için Galileo'nun denklemleri doğrudur.¹⁶⁰ Galileo'nun bu hatalarını daha sonra inceleyen matematikçi ve fizikçiler, mermi hareketleri ve balistik çalışmalarını daha ileri bir noktaya taşımışlardır.

Galileo'nun, deneysel sonuçlarını matematiksel formüllerle şu şekilde ifade edebiliriz. $s \propto t^2$ ile orantılıdır. Yani, serbest düşen bir cismin aldığı mesafe zamanın karesi ile orantılıdır. Yani herhangi iki cisimden ağır olanı da, hafif olanı gibi aynı yükseklikten serbest bırakılırsa aynı anda yere düşerler. $s = \frac{1}{2}at^2$ ve $v = at$ formülleri ile cisimler hareket ederler. Mermi hareketini ise ilerde tekrar inceleyeceğim için burada yazmıyorum. Kendisi bu cebirsel denklemleri yazmamıştır. Ancak sayısal hesaplarını orantılığa başvurarak yapmıştır. Galileo yaptığı bütün çalışmalar için, tarihte çok defa 'modern bilimin babası' unvanıyla anılmıştır. Ayrıca, Koyré'ye göre, Galileo bilimi ve felsefesi, Platon'a bir dönüş ve Platon'un Aristoteles karşısındaki zaferi diye değerlendirilir.¹⁶¹

¹⁶⁰ Hackborn, a.g.s.b, s.2.

¹⁶¹ Alexandre Koyré, *Yeni Çağ Biliminin Doğuşu: Bilimsel Düşüncenin Tarihi Üzerine İncelemeler*, çev. Kurtuluş Dinçer, Gündoğan, Ankara 1994, s.154.

Galileo ve Kepler ile başlayan bilim devriminde, Descartes(1596-1650), hem hareket kuramları hem de kurduğu felsefe kuramlarından dolayı üzerinde durulması gereken bir kişidir. Mekanikçi bir doğa felsefesi kurulmasında ve benimsenmesinde kendisinin çok büyük bir rolü vardır. Descartes'e göre, ruh diyebileceğimiz düşünme eylemi ile nitelendirebileceğimiz bir töz ve uzayda yer kaplayan maddesel âlem olarak nitelendirebileceğimiz bir töz olmak üzere, iki töz vardır. Bunlar; *res cogitans* ve *res extensa* olarak, birbirinden mutlak olarak ayrıdır.¹⁶² Yani Descartes, maddeyi birincil ve ikincil nitelikler olarak ikiye ayırmıştır. Bunlardan, bizim kendilerinde bulunduğunu düşündüğümüz ancak gerçekte var olmayan tat, ses, koku, renk gibi özellikler maddelerin ikincil nitelikleridir. Bunlar zihindeki duyular olup, cisimlerin nitelikleri olduğu söylenemez. Bunlarla ilgili açık seçik bilgiye sahip olmamız mümkün değildir. Birincil niteliklerse fiziğin konusu olarak, maddenin yer kaplaması ve harekettir. Doğal olarak bilimin konusu bunlar olmalıdır.¹⁶³ Bu ayrım, modern bilimin konusunun ne olması gerektiğini göstermesi bakımından çok önemlidir. Zira ikincil nitelikleri bilmemize gerek yoktur. Bu, mekanikçi felsefenin temel ilkelerinden biridir. Bu görüşe göre, Tanrı bütün Evren'e ilk bir itme sağlamış, ondan sonra ise herhangi bir müdahalede bulunmamıştır. Bütün Evren, tıpkı bir saat gibi işlemeye devam edecektir. Bu felsefenin kurucularından ve en önemli temsilcilerinden olan Descartes, hareketle ilgili sorunları *Felsefenin İlkeleri*(1644) adlı yapıtında ortaya koymuştur ve bu sorulara cevaplar aramıştır. Bu bağlamda Descartes öncelikle, hareketin ne olduğunu araştırır. Herkesin anladığı anlamda hareketi şu şekilde tanımlamıştır:

¹⁶² Richard Westfall, 2008, s.36.

¹⁶³ Ahmet Cevizci, 2010, s.504-505.

*Hareket, yani bir yerden başka bir yere yapılan devinim, zira hareket denilince ben bunu anlıyorum, ayrıca doğada başka bir türlü hareket olduğunu da sanmıyorum. Genel olarak bilindiği anlamda hareket, bir cismin bir yerden başka bir yere geçmesi işidir. Ayrıca, bir şey aynı zamanda hem hareket edebilir hem de etmeyebilir. Örneğin rüzgar gücüyle giden bir geminin pupasına oturan bir kimse, durumunu ayrıldığı kıyıya göre değerlendirdiği zaman, kendinin hareketli, kıyınınsa durağan olduğuna inanır. Ancak durumu üzerinde bulunduğu gemiye göre değerlendirirse, harekette olduğunu sanmaz, çünkü geminin diğer kısımlarına göre konumu değişmez. Bununla birlikte, etkisiz hareket olmadığını sanmaya alıştığımız için bu biçimde oturan kimsenin durgunlukta olduğunu söylüyoruz.*¹⁶⁴

Descartes, bundan sonragerçek hareketi anlatmıştır.

*Ancak yaygın kanıdan başka bir temeli olmayan hareket üzerinde durmak yerine, gerçeğe göre hareketin ne olduğunu bilmek istediğimizde, ona belli bir öz yüklemek için hareketli maddenin ilişkide bulunduğu ve durgun olarak varsaydığımız cisimlerin yanından diğer cisimlerin yanına geçmesidir. Bir maddenin bir bölümünden –ki bu cisimde başka birçok bölümler bulunsa da- toplu olarak geçen tüm şeyi demek istiyorum. Hareketin her zaman hareket ettirende değil de hareket edende olduğunu göstermek için hareket bir yerden başka bir yere geçmedir, diyorum; geçiren güç ya da etkidir demiyorum.*¹⁶⁵

Descartes, hareketi, hareket edenin yer değiştirmesi olarak algılamış ve hareketi hareket edende olarak tanımlamıştır. Üç hareket yasası belirlemiştir. Bunlar:

- 1) Her şey, başka bir şey onu değiştirmedeği sürece, bulunduğu durumda kalır. Yani bir cisim durağansa, dışarıdan herhangi bir etki olmazsa durağanlığına devam eder. Ayrıca, eğer hareketliyse ve kendisini

¹⁶⁴ René Descartes, *Felsefenin İlkeleri*, çev. Mesut Akın, Say, Ankara 2010, s.114.

¹⁶⁵ René Descartes, 2010, s.115.

durduracak herhangi bir etki yoksa, hareketinin sonsuza kadar devam etmemesinde herhangi bir neden yoktur. Elle itilen cisimlerin, onları bıraktıktan sonra da hareket etmelerinin sebebini de bu yasaya dayanarak açıklar. Ona göre, atılan bir taş hareketine devam eder. Ancak dışarıdan bir etki onun hareketini kısıtlar veya yavaşlatır. Bu da, hava veya başka bir akıcı cisim olabilir. Atılan taş örneğinde ise havanın direnci, taşın hareketini yavaş yavaş azaltır.

- 2) Harekette olan her cisim, hareketine doğru bir çizgi doğrultusunda 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.¹⁶⁶

Descartes, hareket yasalarını bu şekilde tanımlamıştır. Bunlar, daha sonra modern hareket kuramlarında, Newton ve Galileo'nun dinamik ve kinematik denklemlerinin gölgesinde kalmışlardır.

Copernicus, Kepler, Galileo ve Newton, modern bilimin omuzlarında yükseldiği bu dört bilimciden, 18. yüzyıl bilim devrimini tamamlayan ve yeni bakış açılarına olanak sağlayan son figürü Isaac Newton(1642-1727) idi. Newton, belki de insanlık tarihinin gördüğü dâhilerden en önemlileri arasındadır. Newton, doğa felsefesi içinde, optiğe, mekaniğe ve gök cisimlerinin dinamiğine yeni bir yön verdi ve modern bilimin ilk kez kendisinin açtığı yollardan, daha ileri keşiflerde

¹⁶⁶ René Descartes, 2010, s.124-128.

bulunmasına yol açan matematiksel aracı, *calculus*'u yarattı.¹⁶⁷ Newton'a göre, bilimsel çalışma; gözlem, kuram oluşturma ve öndeyi safhalarından oluşmaktadır ve bilimin konusu olan doğayı bu bakış açısıyla betimlemiştir.¹⁶⁸

Newton *Principia*'nın ilk basımının önsözünde tümevarımsal bir felsefe görüntüsü yansıtır:

*Bu çalışmayı felsefenin matematiksel ilkeleri olarak sunuyorum, çünkü felsefenin bütün sorumluluğu bundan oluşuyor gibi gözüktüyor-hareket olaylarında doğanın kuvvetlerini incelemek ve sonra bu kuvvetlerden diğer olayları göstermek; birinci ve ikinci kitaplardaki genel önermeler bu amaca yöneltilmişlerdir...*¹⁶⁹ Bu Newton'un doğa felsefesine bakışını göstermektedir.

Newton'un en önemli keşiflerinden birisi, kütle çekim kuvvetini bulmasıdır. Ay, neden Arz'ın etrafında sürekli dönmektedir? Arz neden Güneş'i terk etmiyor? Bunlar Newton'un kafasını kurcalayan sorulardan bazıları olup cevabı elmanın düşüşünde bulmuştur. Ona göre, elmanın ağaçtan yere düşmesiyle, Ay'ın Arz'ı terk etmemesi, Arz'ın çekim gücündendir. Bunları matematiksel olarak ispat eden Newton, kütleleri sırasıyla m_1 , m_2 olan iki kütlenin arasındaki uzaklık r kadar olduğunda, G sabit olmak üzere; bu iki kütlenin birbirlerini etkileyeceği kuvvet

$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$ olur demiştir. Newton, *Principia* adlı eserini kendi geliştirdiği

calcülüsün fluksiyon metodunu kullanarak değil, Eukleides ve Appolonius'un geometrisini kullanarak yazmıştır. Çünkü ona göre, geometrik metot Descartes

¹⁶⁷ William H. Cropper, *Büyük Fizikçiler; Galileo'dan Hawking'e Büyük Hayatlar*, çev. Nurettin Elhüseyini, Oğlak, İstanbul 2005, s.31.

¹⁶⁸ Hüseyin Gazi Topdemir, "Isaac Newton ve Bilim Devrimi", *Bilim ve Teknik*, 2010, S.515, s.88.

¹⁶⁹ James T. Cushing, *Fizikte Felsefi Kavramlar; Felsefe ve Bilimsel Kuramlar Arasındaki Tarihsel İlişki*, çev. B. Özgür Sarıoğlu, Sabancı Yayınevi, İstanbul 2003, s.143.

metodundan çok daha zariftir. Descartes, sonuca cebirsel bir hesap yoluyla varmakta ve bu yöntem kelimelere döküldüğünde, mide bulandıracak kadar sıkıcı ve karmaşık bir süreç olduğu ve ayrıca anlaşılır da olmadığı görünmektedir.¹⁷⁰ *Principia*, en temel iki kavramın tanımıyla başlar ve sonra Dinamik yasalarını verir. Bu iki tanım:

İlk tanım, cebirsel olarak $m = dV$ şeklinde ifade edilen kütledir. (Burada d yoğunluk V hacimdir). İkinci tanım ise, $p = mv$ şeklinde ifade edilen momentumun tanımıdır. Tanımlardan sonra Newton, dinamik yasalarını ortaya koymuştur. Bu yasalar şu şekildedir:

1.Yasa: Eğer hareket halindeki herhangi bir cisme, herhangi bir dış kuvvet etki etmezse, cisim hareketine aynı biçimde devam eder. Eğer cisim durgun haldeyse, herhangi bir dış kuvvet etki etmezse, cisim durgun halini korur.

Bu, daha önce Galileo'nun da gösterdiği eylemsizlik yasasıdır.

2. Yasa: Hareketteki değişim, uygulanan kuvvetle doğru orantılıdır ve kuvvetin etkiyi yarattığı yöne doğrudur. Burada, hareketteki değişim ile, momentumun zamana göre türeviyle eşdeğer olan anlık değişim hızını anlatır. Yani

$p = mv$ olmak üzere, $\frac{dp}{dt} = ma = F$ olur. Bu, Newton'un ikinci yasasıdır.

3. Yasa: 2.yasada gösterdiğimiz F 'lerin karşısında her zaman bir tepki kuvveti vardır ve bu kuvvetler birbirine eşit ve zıt yöndedir.

17. yüzyılda başlayan bilim devrimi 18. yüzyılda da devam etmiştir. Hareket kuramlarındaki ilerleme, Galileo'nun hareket kuramlarının eleştirilmesi ve topçuluğun gelişmesiyle birlikte ortaya çıkan yeni deneysel sonuçlar vasıtasıyla ivme

¹⁷⁰ William H. Cropper, 2005, s.47.

kazanmıştır. Bunların başında, yine Newton'un çalışmalarının yanı sıra İngiliz matematikçi Benjamin Robins(1707-1751) ve İsviçreli matematikçi Leonhard Euler(1707-1783) tarafından yapılan çalışmalar önemli rol oynamıştır.

18. yüzyılda yeni aerodinamik gelişmeler ve hava direnciyle ilgili yapılan hassas deneyler, hava direncini ihmal eden Galileo'nun ve Isaac Newton ile Huygens'in basitleştirmelerinin yetersiz olduğunu göstermiştir. Huygens, Newton ve Johann Bernoulli'nin hava direnci içindeki atış hareketini saptamaya yönelik girişimleri olmuştur. Onlar, Galileo'nun topçuluk problemlerini çözmek için oluşturduğu teoremin yanlış olduğunu fark etmişlerdir. Atış hareketindeki temel diferansiyel denklemler non-lineerdi ve tam çözümü bulunamıyordu.¹⁷¹

Benjamin Robins, yaptığı hassas deneyler ve analizler sonucunda balistik devriminin önemli bir figürü haline gelmiştir.¹⁷² Robins'in hava direnci deneyleri sayesinde, yüksek hızlı balistik atışların matematiksel analizlerini yapmıştır.¹⁷³ Robins, balistik ile ilgili çalışmalarını 1742 yılında *New Principles of Gunnery* (Topçuluğun Yeni Prensipleri) adlı kitabında yayınlamıştır. Kitabın önemi harici ve dâhili balistik konularını anlatması ve aralarındaki ilişkiyi göstermesidir.¹⁷⁴ İyi bir mühendis ve balistik uzmanı olan Robins, icat ettiği Balistik sarkacı sayesinde atış hareketinin hızıyla ilgili ilk güvenilir ölçümleri yapmıştır.

¹⁷¹ Brett D. Steele, "Muskets and Pendulums: Benjamin Robins, Leonhard Euler, and the Ballistics Revolution", *Technology and Culture*, C.35, S.2, 1994, s.353.

¹⁷² Brett D. Steele, a.g.m., s.354.

¹⁷³ Brett D. Steele, a.g.m., s.349.

¹⁷⁴ Janet Heine Barnett, "Mathematics goes ballistics: Benjamin Robins, Leonhard Euler, and the mathematical education of military engineers", *Journal of the British Society for the History of Mathematics*, C.24, S.2, 2009, s.93.

Balistik sarkacını kullanmak, karmaşık matematik ve mekanik bilgisi gerektirmekteydi.¹⁷⁵

Robins, *New Principles of Gunnery* adlı eserinin ilk yarısını dâhili balistik problemlerine ayırmıştır. Buradaki amacı, atış hareketinde merminin namludan çıkış hızını; kütle, barut miktarı ve bunların geometrik fonksiyonları cinsinden anlatmaktır. Benjamin Robins çalışmalarında, sıkıştırılmış havayla atılan mermi hızının teorik analizini yapan Daniel Bernoulli¹⁷⁶ ve Francis Hauksbee'yle Stephen Hales'ın deneysel çalışmaları üzerine inşa edilmiş parametreleri kullandı. Bu eserinde Robins, barutun miktarı ve patlamadan üretilen gazın miktarı arasındaki deneysel bağıntıyı ortaya koydu. Benjamin Robins'in yaptığı atış hızı hesaplamalarının teorik incelemeleri, içten yanmalı motorların temel termodinamik analizlerine imkan sağlamıştır. Bu etki John Robinson'un ve belki de Sadi Carnot'un yanmalı motorların teorik analizine öncülük etmiştir.¹⁷⁷

Robins, harici balistik alanında da önemli buluşlara imza atmıştır. Balistik sarkacından faydalananarak, hava direncinin hızlı atışlar üzerindeki karmaşık ve önemli etkisini keşfetmiştir. Top atışlarında mermilerin hareket ettiği mesafenin, Galileo'nun parabolik atış teorisinden farklı olduğunu görmüştür. Newton ve Huygens, hava direncinin merminin hızının karesi ile orantılı olduğunu söylemişlerdi. Robins bunun düşük hızlar için doğru olduğunu gösterdi. Ancak atış ses hızına yaklaştığında havanın uyguladığı direnç artıyordu. Balistik sarkacı için

¹⁷⁵ Brett D. Steele, 1994, s.356.

¹⁷⁶ Daniel Bernoulli, bu çalışmalarını *Hydrodynamics*(1738) adlı eserinde yayımlamıştır.

¹⁷⁷ Brett D. Steele, 1994, s.360.

düşük gelen hızları ölçebilmek adına *whirling arm* denen aleti de yaparak atışlar için kullandı.¹⁷⁸

18. yüzyılın en önemli matematikçilerinden birisi olan Leonhard Euler(1707-1783), Robins'in yaptığı deneysel ve teorik çalışmaları bir adım daha ileri götürmüştür. Robins'in çalışmalarına matematiksel açıklamalar getirmiştir. Farklı ülkelerdeki üniversitelerde çalışmalar yapmış olan Euler, 1741 senesinde Büyük Friederich tarafından Almanya'ya davet edilmiş ve Rusya'daki karışık ortamdan uzaklaşmak için bu ülkeye gitmiştir. Büyük Frederick, Euler'den Robins'in *New Principles of Gunnery* adlı çalışmasını Almancaya tercüme etmesini istemiştir. 1745 yılında Euler eseri çevirirken, matematiksel ekler yapmış ve bazı kısımlardaki hataları eleştirerek düzeltme girişimlerinde bulunmuştur.¹⁷⁹ 1753 senesinde Euler, atmosferdeki balistik hareketinin matematiksel analizlerini yayınlamıştır. Temel varsayımı, hava direnciyle atış hızının karesinin orantılı olduğudur. Euler, Robins'in namludan çıkış hızı ve hava direnci hesaplamalarını kullanarak, karmaşık mekanik problemlerin üstesinden gelmek için temel metotlar hazırladı. Problemin çözümü belki de zorluğuyla ünlenmiş göksel üç cisim problemi kadar güçlü.¹⁸⁰ Euler, birkaç özel değer için balistik tablosu hazırladı. Geniş ölçekli balistik tablosu hazırlamadı. 1764 yılında, Alman piyade subayı Graf von Graevenitz, Euler analizlerini kullanarak 18 farklı atış için değerler hesapladı.¹⁸¹ Bu tablo 18. Yüzyılın yüksek açılı ve düşük hızlı havan topları için doğru değerler vermekteydi. Daha sonra Johann Heinrich Lambert, de Borda, Adrien-Marie Legendre yüksek hızlı ve uzun menzilli

¹⁷⁸ Brett D. Steele, 1994, s.361-362.

¹⁷⁹ Brett D. Steele, a.g.m., s.365-366.

¹⁸⁰ Brett D. Steele, a.g.m., s.368.

¹⁸¹ Cetvel için bkz. Ek.3.

atışlar için diferansiyel analizler gerçekleştirdi¹⁸² Bu gelişmeler İngiltere, Fransa, Rusya ve Almanya gibi büyük Avrupa devletleri arasında hem pratik askeri eğitim bakımından hem de teorik eğitim bakımından bilimcilerin yakın münasibette olduklarını göstermektedir. Zira, 1772 yılında Fransız Etienne Bézout'un¹⁸³ yazdığı dört ciltlik *Cours de mathématiques, a l'usage du corps de l'artillerie* adlı eseri Fransızların da bu konuya ne kadar duyarlı olduklarını gösteren bir eserdir. Özellikle Napoleonic Savaş döneminde Fransız politeknik üniversiteleri Fransız ordusunun diğer bir kolu gibi çalışmışlardır.¹⁸⁴

1.5. OSMANLILAR'DA FİZİK

1.5.1. XIV-XVI. Yüzyıllar

Osmanlı bilimcileri, başta doğa bilimcileri olmak üzere, doğaya bakarken ve doğanın bilgisini ararken, *Yaratıcı-Yaratılan* ilişkisi'ni ön plana çıkaran ve Ortaçağ İslam Dünyası'ndan miras alınan bir yaklaşım içerisindeydiler.¹⁸⁵ Osmanlıların âlim-filozofları, geleneklerini İbn Sînâ-Gazzali-Fahreddîn er-Râzî¹⁸⁶ modelinden aldıkları bilgilerle kurmuşlardır. Fiziksel ve biyolojik yapı Aristoteles'ten, astronomik yapı Batlamyus'tan ve anatomi Galenos'tan alınmıştır. Antik Yunan'ın bu bilgi birikimi Osmanlı bilimcilerine, İslam Uygarlığı'nda yapılan çalışmalarla ulaşmıştır. Özellikle

¹⁸² Brett D. Steele, 1994, s.368-369.

¹⁸³ Balistik tablosu için bkz. Ek 2.

¹⁸⁴ Brett D. Steele, a.g.m., s.371.

¹⁸⁵ Remzi Demir, *Osmanlılar'da Bilimsel Düşüncenin Yapısı*, Epos, Ankara 2001, s.9.

¹⁸⁶ Bekir Karlığa'ya göre, İslam felsefesi üç farklı modelden oluşmuştur. 1) İbn Sînâ-Gazzâlî-Fahreddîn er-Râzî modeli, 2) İbn Sînâ-Gazzâlî-Nasîreddîn Tûsî modeli, 3) İbn Sînâ-Sühreverdî-Şehrezûrî modeli. "Uyanış Devirlerinde Tercümenin Rolü", *Doğu Batı*, 2005, S.33.

İbn Sînâ'nın çalışmaları ve Kelâmcılar, Osmanlı bilim çalışmalarını derinden etkilemiştir. Osmanlılar döneminin bilimcileri, İslam uygarlığının bilgisini iki yolla edinmişlerdir.

- 1) Medreselerde öğretilen Arapça bilgisini kullanarak, naklî ilimlerin yanı sıra, aklî ilimlerde yazılan eserleri de doğrudan doğruya okuma ve kullanma imkânını elde etmişlerdir.
- 2) Bazı bilimsel eserleri Arapça ve Farsça'dan Türkçe'ye tercüme etmişlerdir. Ancak bunlar Aristoteles'in yahut diğer otoritelerin doğrudan çevirisi değildir.¹⁸⁷

Osmanlı bilimi bu özelliklerini uzun süre devam ettirmiştir. Osmanlılar'ın bilim adına ilk çalışmaları İznik Medresesi'nde başlamıştır denilebilir. Günümüzde bu medrese ile ilgili malumat yetersizdir. Ancak burada hocalık yapmış müderrislerin eserlerinden, İznik Medresesindeki ilimler hakkında bilgi ediniyoruz. Bu ilk medresenin ilk başmüderrisi Dâvûd bin Mahmud-ür-Rumî-ül-Kayserî'dir(ö.1350). Eğitimi Mısır'da tamamlamış ve hem akli hem de naklî bilimlerde önemli bir müderristir. Bu filozof, Muhiyiddin-i Arabî'nin *Fusus-ül-Hikem*'ine yazdığı şerhte tasavvufu savunmuş, hatta bu şerh yüzünden, tasavvuf Osmanlı ülkesinde kolaylıkla tanınmıştır.¹⁸⁸ Böylece, kendisi her ne kadar aklî ve naklî ilimlerde söz sahibi olsa da, devrinde daha çok mutasavvıf olarak anılmıştır. Dâvûdu'l-Kayserî, tasavvufun özellikle İbn'ul-Fârız, İbn'ül-Arabî ve Abdurrezzâk el-Kâşânî gibi ünlü mutasavvıfların geliştirip sistemleştirdikleri Vahdet-i Vücut doktrinini benimsemiştir. Kendisinin, felsefe sahasında hem Aristoteles'i hem de Bağdâdî'yi

¹⁸⁷ Remzi Demir, 2001, s.13.

¹⁸⁸ Adnan Adıvar, *Osmanlı Türklerinde İlim*, Remzi Kitapevi, İstanbul 1982, s.16.

tenkit edebilecek derecede bir bilgiye sahip olduğu görünmektedir.¹⁸⁹ Osmanlıların ilk başmüderrisi olan bu zatın, birçok eseri vardır. Bunlar, başta tasavvuf olmak üzere, kelâm ve felsefe konularında yazılmış eserlerdir. Bu eserlerinden, fizikle ilgili olanı *Nihâyetü'l-Beyân fî Dirâyeti'z-Zamân*'dır. Burada Kayserili Dâvûd, Aristoteles'in ve Bağdâdî'nin zaman anlayışlarını eleştirir ve yeni bir zaman felsefesi kurmaya çalışır.¹⁹⁰ Kayserili Dâvûd, enerjetizmin öncüsü olarak kabul edilir.¹⁹¹ Öte yandan, daha önce değindiğimiz atomcu filozoflar gibi Kayserili Dâvûd da varlıkların atom ve bunların bileşiminden ortaya çıktığını söylemektedir.¹⁹²

İznik'ten sonra ikinci medrese, Orhan Bey'in büyük kumandanı Lala Şahin tarafından Bursa'da kurulmuştur.¹⁹³ Burada müderrislik yapan önemli isimlerden birisi, İznik medresesinde yetişen Şemseddin Mehmet bin Hamza-el-Fenârî'dir(ö.1431). Fahreddin er-Râzî ekolüne bağlı olan bu zat, Râzî'nin geliştirdiği İbn Sînâ sisteminin Osmanlı geleneğine taşınmasında önemli bir rol oynamıştır.¹⁹⁴ Fahreddin er-Râzî'nin metafiziğini ve İbn'ül Arabî'nin tasavvuf metafiziğini bir araya getirmeye çabalamıştır. Kayserili Dâvûd'dan sonra, dönemin âlim-mutasavvıf tipinin en açık figürlerindendir.¹⁹⁵

Bundan sonra Osmanlı bilimcilerinden, dönemin önemli bir figürü olan, matematikçi ve astronom Kadızade-î Rumî gelir. Kadızade, Bursa'da eğitimini tamamladıktan sonra kendisini geliştirmek adına Türkistan'a gitmiştir. Naklî

¹⁸⁹ Mehmet Bayrakdar, *Kayserili Dâvûd*, Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara 1988, s.14.

¹⁹⁰ Mehmet Bayrakdar, 1988, s.18.

¹⁹¹ Tabiatı var olan bütün değişimleri enerji değişimiyle açıklayan enerjetizm, Mehmet Bayrakdar, Wilhelm Ostwald'dan(1853-1932) altı asır kadar önce Kayserili Dâvûd tarafından ortaya konduğunu iddia etmektedir.(Mehmet Bayrakdar, 1998, s.25)

¹⁹² Mehmet Bayrakdar, a.g.e., s.26-27

¹⁹³ Remzi Demir, 2001, s.16.

¹⁹⁴ İbrahim Hakkı Aydın, "Molla Fenârî", *TDVİA*, C.30,s.245.

¹⁹⁵ Tahsin Görgün, "Molla Fenârî", *TDVİA*, C.30,s.247.

ilimlerden ziyade aklî ilimlere meyilli olan âlim, Semerkant Rasathanesi müdürlüğüne ve Semerkant Medresesi başkanlığına getirilmiştir. Horasan'da Seyyit Şerif Cürcanî'den ders almış, ancak aklî ilimlere yatkınlığından dolayı hocası ile arası açılmıştır. Semerkant Medresesi başkanlığı yaptığı esnada, Uluğ Bey bir müderrisi görevinden almıştır. Bunun üzerine, başmüderris olarak kendisine sorulmadan yapılan bu hareketten dolayı, derslere girmeyi reddetmiştir. Uluğ Bey bizzat gelerek gönlünü almış ve mesele böylece hallolmuştur. Bu davranışıyla, bilimsel kurumların siyasi otoriteden bağımsız olması gerektiği ile ilgili bir ders vermiştir.¹⁹⁶ Rasathane müdürlüğü sırasında *Zic-i Uluğ Bey*'in yazımına da katılmıştır.

1299 yılından Fatih Sultan Mehmet'in tahta çıkışına kadar geçen süreçte, Osmanlı medrese hayatı belirli bir teşkilatlanma içine girmişti. Selçuklulardan aldıkları geleneği, biraz daha ileri taşımışlardır. Fatih Sultan Mehmet ise, gençliğinden itibaren bilime düşkün bir sultan olma özelliği göstermiştir. Kendi dönemine kadar geçen yüz elli yıllık süreçte, müspet ilimlerde pek bir varlık gösterilememiştir.¹⁹⁷ Fatih, İstanbul'u bir kültür merkezi haline getirmek için, tıpkı Hellenistik çağda İskenderiye Kralı Ptoleme'nin yaptığı gibi, meşhur bilimcileri İstanbul'a davet etmiştir.¹⁹⁸ Antik Yunan eserlerine düşkün olan sultan, birçok eseri Yunancadan Türkçeye çevirtmiştir. Bazı yazarlara göre, Plutarkhos'un *Meşhur Adamların Hayatı (Bioi)*, Batlamyus'un coğrafyası bu türden eserlerdir.¹⁹⁹ Ayrıca, Fatih Sultan Mehmet, sadece çevirilere değil, eğitim teşkilatının yeniden

¹⁹⁶ Adnan Adıvar, 1982, s.18-19.

¹⁹⁷ Adnan Adıvar, a.g.e., s.31.

¹⁹⁸ Melek Dosay Gökdoğan ve Yavuz Unat, "Fatih Dönemi (1451-1481) Bilim Anlayışı ve Bilim Adamları, *Osmanlılarda Bilim ve Teknoloji*, ed. Yavuz Unat, Nobel, Ankara 2010, s.44.

¹⁹⁹ Melek Dosay Gökdoğan & Yavuz Unat, a.g.m., s.32-33.

düzenlenmesine de önem vermiştir. Sahn-ı Seman adı verilen medreseleri kurmuş, buralara Mevlanâ Alâüddin Tûsî, Bursalı Hoca-zâde(ö.1488) ve Mevlanâ Abdülkerim gibi dönemin önemli hocalarını müderris olarak tayin etmiştir.²⁰⁰ Bunlardan Hoca-zâde, Ebherî'nin Aristoteles fiziğinden yararlanarak yazmış olduğu *Hidayet ül Hikme* isimli kitabına, Mollazâde Ahmed ibn Muhammed el-Hazayanî'nin yazmış olduğu şerhe, haşiye yazmıştır ki, burada hareket üzerine de bir bölüm vardır. Şerh de, ona yazılan Haşiye de, Aristoteles fiziğinin İbn Sînâcı devamıdır.²⁰¹

Fatih Sultan Mehmet zamanının en büyük âlimlerinden Ali Kuşçu(1403-1474) ve onun evren tasarımıyla bahsetmekte de fayda vardır. Zira Ali Kuşçu, bu dönemin en büyük bilginleri arasında gösterilebilir. Âlimin, *el-Muhammediyye* adıyla bilinen matematik eseri ve *el-Fethiyye* adlı astronomi eseri, Osmanlı medreselerinde ders kitabı olarak okutulmuştur.²⁰² Ali Kuşçu, Batlamyus'un evren modelini benimsemiş ve ona matematiksel açıdan herhangi bir yenilik getirmemiştir. Ancak evren tasarımıyla, *el-Fethiyye*'nin ikinci makalesinin dördüncü ve beşinci bölümlerinde sunulan dizgede, gezegenler somut küreler üzerine yerleştirilmiş somut cisimlerdir. Bu sayede Ali Kuşçu, bir tür Evren makinesi veya göksel bir saat betimlemiş olmaktadır.²⁰³

Bu dönemde medrese dışında, bazı tekkelerde de bilim sayılabilecek faaliyetlere rastlanabilir. Molla Lütî(ö.1494) bu figürlerden birisidir. Çalışmalarında Fahreddîn er-Râzî ekolüne bağlı kalmış veya daha doğrusu Seyyid Şerîf el-Cürcânî

²⁰⁰ İsmail Hakkı Uzunçarşılı, *Osmanlı Devletinin İlmiye Teşkilâtı*, Türk Tarih Kurumu, Ankara 1965, s.4.

²⁰¹ Hoca-zâde'nin *Haşiya Ala Şarh Hidayet Al-Hikma* adlı eseri için bkz, Emre Önal, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. 2006, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İlahiyat Anabilim Dalı.

²⁰² Remzi Demir, *Philosophia Ottomanica cilt 1*, Lotus, Ankara 2005, s.132.

²⁰³ Remzi Demir, a.g.e., s.135.

aracılığıyla bu mektebe bağlanmıştır.²⁰⁴ Kendisi hem aklî hem de naklî ilimlerle yakından ilgilenmiştir. Hatta *Delos Problemi*²⁰⁵ ilgili *Taz'if el-Mezbah* adıyla Arapça bir risale kaleme almıştır.²⁰⁶

Müeyyed-zâde(ö.1514) isimli âlim ve müderrisin *al-Haraka ve'l zamân* adlı eserinde de hareket ve zaman konuları ele alınmaktadır. Bu eserde de tıpkı Hoca-zâde gibi hareket ve zaman kavramları İbn Sinacı bir biçimde ele alınmıştır.²⁰⁷ Muslihuddin Al-Lari, *Risâla fî Bahsal-Hareket al-Tabî'îya* adlı eserinde Aristoteles ve eski filozofların hareket konusuna nasıl değindiklerinden bahseder.²⁰⁸

Öyle görünüyor ki, XIV. ve XVI. yüzyıllar arasında Osmanlılar, siyasi ve askeri alanda hâkimiyet sağlamış, ancak bilimde İslam felsefesi geleneğinden gelen âlim-filozofların, bu geleneği devam ettirdikleri iki asır geçirmiştir. Bilginler, İslam âlimlerine yazdıkları haşiye ve şerhlerle bilgiyi devam ettirmeye çalışmıştır. Bununla beraber, tasavvufun, Osmanlı devleti âlimleri ve medreseleri için önemli bir yer tutması, bilgiye ulaşmada sezginin önemini göstermektedir.

1.5.2. XVI. ve XVIII. Yüzyıllar

Bu yüzyıllarda, Fatih döneminin de etkisiyle, bir müddet daha doğa bilimlerinde çalışmalar devam etmiştir. Özellikle yukarda zikrettiğimiz Molla Lütî, ünlü matematikçi Mirim Çelebi(ö.1525) gibi âlimler yetişmiştir. Ancak bu dönemde

²⁰⁴ Remzi Demir, 2005, s.74.

²⁰⁵ Delos Problemi: Delos adasındaki bir mabedle ilişkilendirilen bir problemidir. Problemin amacı, küp şeklindeki bir sunak taşını ya da mezar taşını hacmen iki katına çıkarma problemidir.

²⁰⁶ Remzi Demir, 2005, s.75.

²⁰⁷ Ekmeleddin İhsanoğlu vd. *Osmanlı Tabii ve Tatbiki Bilimler Literatürü Tarihi: C.I*, İstanbul 2006, s.21.

²⁰⁸ Ekmeleddin İhsanoğlu, a.g.e., s.37.

doğa bilimleri adına Osmanlı topraklarında, çok büyük yenilikler görememekteyiz. Arap asıllı Osmanlı bilimci-alimi Takîyüddin çok önemli başarılarla imza atmıştır. Özellikle optik ve trigonometri konusunda önemli eserler yazmıştır.²⁰⁹

Mirim Çelebi, Batlamyus'un *Almagest*'i üzerinde uğraşırken, aynı dönemlerde batıda Kopernik yeni bir astronomi ile uğraşmaktaydı. Esas konumuz olan yeryüzünde hareket konusunda da herhangi bir gelişme görünmemekle birlikte, İbn Sînâ'nın yukarda verdiğimiz özellikleriyle, hareket konusu ele alınıyordu. Bu dönemde, ilerde İbrahim Müteferrika'nın eklerinden bahsederken tekrar döneceğimiz, Kâtip Çelebi'den bahsetmek gerekir.

XVII. yüzyılın ilk yarısında yaşamış olan Kâtip Çelebi(1609-1657), doğa bilimlerinin gücünü kaybettiği, Osmanlılar'ın siyasi ve askeri gelişmelerinin durakladığı bir dönemde, bilimsel çalışmalarını yapmıştır. Bu dönemde tıp alanında eserler verilse de doğa bilimlerinde görünür bir duraklama söz konusudur. XVII. yüzyılın sosyal ve ilmi şartlarını eleştiren Koçi Bey'in IV. Murat'a yazdığı risalede, ilim adamlarının rüşvet ve kayırmayla başa geldiklerinden şikayet etmektedir:

Giderek her maslahata hatır karışmağla ve her emirde müisâma olunmağla nâ-müstehaklara hadden ziyâde mansıblar verilmek iktizâ edüp kânûn-ı kadîm bozuldu. Kazaskerler dahi zamân-ı kalîlde bî-vech ma'zûl olmağla içlerinde tammâ ve harîs olanlar zamân-ı mansıbı fırsat ve fırsatı ganîmet bilüp menâsıbın ekserin rüşvet ile nâ-ehle verir oldular. Ve mülâzemetler dahi yolu ile verilmeyüp satılmağa başlıyalı voyvoda ve subaşı kâtipleri ve avâm-ı nâsdan niceleri beş on bin akçe mülâzim olup ba'dehu zamân-ı kalîlde müderris ve kâdî olup sahn-ı ilm cehele ile dolup eyü, kem belürsüz oldu. Ekseriya zulm-ü ta'addî edüp

²⁰⁹ Hüseyin Gazi Topdemir, "Osmanlılarda Fizik Çalışmaları", *Osmanlı*, C. 8, Ankara 1999, s. 450-453.

*nâm-ı ulemâyı keşîde kılan o makûle cehele ve ecnebilerdir, yohsa tarîk-i ilme hıdmet etmiş ve yolu ile ezile gelmiş ulemâ hâşâ ki hakdan udûl ede.*²¹⁰

Koçi Bey'in ilmin yozlaşmasına ve rüşvete dikkat çekmesi boşuna değildir. Yine, dönemin önemli şair ve simalarından Nev'izâde Atâyî(1583-1635?), *Sohbetü'l-Ekbâr* adlı eserinde durumu şöyle anlatmakta:

Gaddar felek öyle bir an geldi ki cahiliyeti ve cahil insanları öne çıkardı.

Cehalet bayrakları âlemi tuttu, arabozucu felek istediği güne kavuştu.

Âlimler hor görülerek ilim baş aşağı edildi. Padişah fermanıyla ilmi eserler tomar edilerek kaldırıldı.

Yazı bilenlerin yazı tahtaları mahvolup cahillik geçer akçe oldu.

Mektepler, medreseler viran oldu. Kahveler irfan mektebi oldu.

Eğitim tahtaları işe yaramaz idi. Ancak paranın tahtası meydanda idi.

Önceleri mansıb almak ilim gerektirirken, şimdi ise buna cahillik şart oldu.

Parası olmayan ama zeka sahibi ileri gelen kişiler, bu hali görünce

Yani cahil bir rüşvetçiyi âlimlerin başına geçirildiğini...

*Aklı, edepsizlik ve gözü karanlık işlerinde ve ruhu cehalet ve rüşvetle dolu*²¹¹.

Bu iki zatın verdiği örnekler XVII. yüzyıl Osmanlısı için durumun pek parlak olmadığını göstergesidir. Yalnız XVII. yüzyılda yaşamış olan Kâtip Çelebi, âlim kişiliği ile ön plana çıkmaktadır. Kâtip Çelebi, 1623 yılında babasının cebinden

²¹⁰ Ali Fuat Bilkan, *Hayri-Nâme'ye Göre XVII. Yüzyılda Osmanlı Düşünce Hayatı*, Akçağ, Ankara 2002, s.16-17.

²¹¹ Ali Fuat Bilkan, a.g.e., s.26.

verdiği haçlıkla, şakirt olduğu Anadolu Muhasebesi Divan Kalemünde hesap ve iyakat yazısını öğrenmiştir. Sonra, 1624 yılından 1628 yılına kadar babası ile birlikte çeşitli muhasaralara katılmıştır. Savaşlardan dönünce, ilmi yapısında büyük tesiri olan, Kadı-zâde'nin derslerine katılmıştır. Sonra yine savaflara gitmek zorunda kalmış ve kendi deyimiyle “cihad-ı asgar”dan “cihad-ı ekber”e, yani ilim hayatına dönmek için İstanbul’a dönmüştür.²¹² Kâtip Çelebi'nin, doğa bilimlerine ilişkin görüşleri için *Mizân-ül-hak* eserine bakmak gerekir. Zira bu eserinde, doğa bilimleri ve felsefenin savunmasının yanı sıra bilimler ve dini uzlaştırma çabalarını da bize yansıtır.²¹³ Kâtip Çelebi, *Mizân-ül-hak* adlı eserinde, “ister varlıkla isterse yoklukla ilgili olsun, insan bilgisinin konusu bilinmeyenlerdir” der. Bilinmeyenlere yönelen aklî bilgi ise, Aristoteles'in belirttiği gibi, iki kısımda incelenir: Nazarî hikmet varlıkla, Amelî hikmet ise davranışla ilgilenir.²¹⁴

Varlık, maddeye muhtaç olmazsa, Metafizik ile araştırılır. Bu, filozof veya mütekellimlerin görevidir. Eğer varlık, akılda maddeye muhtaç değilse, ama akıl dışında maddeye muhtaçsa, İlm-i Riyâzi, yani matematik ile araştırılır. Bunun konuları; aritmetik, geometri, astronomi ve müziktir. Eğer varlık hem akılda hem de akıl dışında mutlak olarak maddeye muhtaçsa, bu, fizik ile araştırılır.²¹⁵

Naklî ilimler ise, İslami ilimlerdir. Bunlar da Âli ve Edebî ilimler olmak üzere iki kısımdır.²¹⁶ Kâtip Çelebi'ye göre, aklî ve naklî ilimler birbirine karışmıştır.

²¹² Müjgân Cumbur, “Kâtip Çelebi: Hayatı ve Eserleri”, *Türk Kütüphaneciler Derneği Bülteni*, C.7, S.I-II, Ankara 1958, s.2.

²¹³ Adnan Adıvar, 1982, s.140.

²¹⁴ Remzi Demir, *Philosophia Ottomanica cilt 2*, Lotus, Ankara 2005, s.28-29.

²¹⁵ Remzi Demir, a.g.e., s.29.

²¹⁶ Remzi Demir, a.g.e., s.31.

Birisini bilmeyen, ötekine de hakim olamaz. Kâtip Çelebi'nin *Mizân-ül-hak* adlı yapıtından, âlimin görüşlerini şu şekilde özetlemek mümkündür.²¹⁷

- 1) Din ve Dünya ile ilgili önemli sorunlarda, birbirine tamamen zıt yollara giderek halkın arasına ayrılık tohumları ekilmemelidir. Sorunların tarihi gelişimi dikkatle izlenerek, ulemamın ve ümmetin ekserisinin benimsemiş olduğu çözümler uygulanmalıdır.
- 2) İnsanların yüklenemeyeceği bir güçlüğü yüklemeye çalışmanın bir anlamı yoktur.
- 3) Gelenek ve göreneklerin etkisi iyi anlaşılmalı ve halkın alışkanlıklarına ters düşecek dini ve siyasi uygulamalardan kaçınılmalıdır.
- 4) Farklı inançları zor yoluyla sindirmeye çalışmak, kargaşaya mahal verir.
- 5) Her konuda çağın gereklerine göre davranış, görüş ve uygulamaların çağın ihtiyacına göre değişeceğini bilmek gerekir.
- 6) Aklî ilimler ve Naklî ilimler birbirlerini besleyen iki bilim şeklidir.²¹⁸

Bu tespitlerden anlaşılacağı üzere, Kâtip Çelebi çağının ötesinde bir âlimdir. Bu tezin ilerleyen bölümlerinde, âlimin diğer bir önemli eseri olan *cihannümay*ı inceleyeceğiz. Ancak bunu, İbrahim Müteferrika'nın ekleriyle beraber incelemek daha doğru olacağı için burada ele almıyoruz.

²¹⁷ Remzi Demir, 2005, C.2, s.41.

²¹⁸ Remzi Demir, a.g.e., s.41.

Batının altın yüzyılı, bilimin muhteşem asrı olan on yedinci yüzyılda Osmanlı fiziği bu durumdaydı. XVIII. asrın ilk çeyreğinde Osmanlı düşüncesinde bir uyanış olduğunu söylemek mümkündür. Nitekim, bu dönemde bir yanda pozitif bilimlere eğilim baş gösterirken bir yandan da halkın daha iyi anlaması ve aydınlanması için temel eserlerin tercümesine başlanmıştır.²¹⁹ Fatih Sultan Mehmet'ten sonra, ilk kez bu dönemde tercüme bu kadar önem verilmiştir. Tarihçiler tarafından, Lâle Devri diye anılan ve eğlence, zevk ve sefa düşkünlüğü sebebi ile tenkit edilen bu dönem, aslında bilim ve kültür hayatı bakımından da önemlidir.²²⁰ Damat İbrahim Paşa bu dönemde bir tercüme faaliyetine girişilmesi için, bir heyet oluşturmuştur. Çevrilen kitapların çoğunu tarih kitapları oluşturmaktadır.²²¹ Bu dönemde heyetler tarafından tercüme edilen kitaplar şunlardır: Bir tarih kitabı olan Müneccimbaşı Ahmet Dede b. Lütfullah'ın *Câmi 'u'd-düvelî*, Aristoteles'in *Kitâbü's-semâniye fî sîma'it-tabîîsinin* ilk üç kitabı, yine bir tarih kitabı olan el Aynî'nin *'İkdü'l-cümân fî târihi ehli'z-zamân*'ı heyetler tarafından yapılan önemli tercümeler olarak görülmektedir.

Bunlardan Aristoteles'in *Fizik*'ini Yunancadan tercüme eden yahut tercüme heyetinin başında bulunan, Lale Devri'nin ünlü bilimcisi Yanyalı Es'ad Efendi'dir(ö.1730).Es'ad Efendi *Kitâbü's-semâniye fî sîmai't tabîî* adlı sekiz kitaplık eserinin ilk üç kitabını tercüme etmiştir. Yunancadan Arapçaya *Tercümetü Mücelledi's-semâniye li Aristetalis* adıyla çevirmiştir. Eserin girişinde Es'ad Efendi'nin yaptığı yorumlar, kendisinin konuya ne kadar hakim olduğunu göstermektedir. Bu eser, İoannis Kuttinius'un şerhi baz alınarak yapılmıştır. Es'ad

²¹⁹ Bekir Karlığa, "Yirmi Sekiz Mehmet Çelebi'nin Yeni Bulunan Bir Fizik Kitabı Tercümesi ve On Sekizinci Yüzyılın Başında Osmanlı Düşüncesi", *Bilim Felsefe Tarih*, İstanbul 1991, s.305.

²²⁰ Salim Aydüz, "Lâle Devri'nde Yapılan İlmi Faaliyetler", *Divan İlmi Araştırmalar*, 1997, S.1, Bilim ve Sanat Vakfı, s. 143.

²²¹ Salim Aydüz, a.g.m., s.144.

Efendi ilk üç makaleyi şerhiyle birlikte, son beş makaleyi de sadece özet olarak tercüme etmiştir.²²² Es'ad Efendi için fizik, metafizik gibi teorik bir bilimdir, ancak metafizik tümel konuları araştırırken, fizik tikel konuların soyut bilgisini araştırır.²²³ Fizik konusunda Aristoteles'e bağlı kalan Es'ad Efendi, ilimleri sınıflandırma esnasında kimi zaman Aristoteles'ten farklı düşünmüştür. Yaşadığı dönemlerde artık fiziğin konusuna girmeye başlayan, kaldırma ve ağırlık merkezi gibi konuları ise geometri biliminin altında tasnif etmiştir. Metafizik, ilk felsefe ve en yüce bilim olmasına rağmen fiziğe muhtaçtır. Onda fiziğin temeli organik ve inorganik varlıkları incelemek ve değişimin kanunlarını inceleyerek kâinatın bilgisine erişmektir. Bu tümevarımsal yolla Allah'ın kudreti sergilenecek ve gerçek imana gitmektir.²²⁴ Hareket konusunu da Es'ad Efendi, Aristoteles gibi fiziğin temeline oturtur. Ve "hareketi bilmeyen fiziği yani tâbîatı bilemez." diyerek, hareket konusuna verdiği önemi göstermiştir.²²⁵ Aristoteles'in hareketi tanımlamadan önce varlığı ayırdığı kısımları tanıtır. Hareketsiz olan Tanrı ve soyut akıllar gibi bilfiil olan varlıklar, sadece güç ve imkân dâhilinde olan ilk madde, on kategoride ifade ettiği güç ve fiil halinde olabilen varlıklar olarak hareket açısından varlığı üçe ayırmıştır.²²⁶ Es'ad Efendi şu haliyle hareket konusunu XVIII. yüzyıl başlarında Aristoteles ve onun İslam filozofları tarafından yapılmış şerhleri ile anlamıştır. Zaman, boşluk, mekân gibi fizikteki diğer konularda da, bazen ayrı düşündüğünü ifade etse de, Es'ad efendi genellikle Aristoteles kuramını benimsemiş görülmektedir.

²²² Salim Ayduz, 1997, s.151.

²²³ Kazım Sarıkavak, *XVIII. Yüzyılda Bir Osmanlı Düşünürü: Yanyalı Esad Efendi (Bir Rönesans Denemesi)*, Kültür Bakanlığı, 1997 Ankara, s.83.

²²⁴ Kazım Sarıkavak, a.g.e., s.88.

²²⁵ Kazım Sarıkavak, a.g.e., s.112.

²²⁶ Kazım Sarıkavak, a.g.e., s.112.

1.5.3. Cihannümâ ve Müteferrika Vasıtasıyla Farklı Bir Mekaniğin

Osmanlılar'a Girişi

Cihannümâ, bir coğrafya kitabı olmasının yanı sıra, astronomi ve fizikle ilgili bilgiler de vermesi bakımından coğrafya kitabı olma özelliğini aşmıştır. Kâtip Çelebi, *Cihannümâ*'ya iki kez başlamış ancak şu ana kadar bilinenlere göre kendisi bu kitabı tamamlayamamıştır. Zira Kâtip Çelebi, ikinci *Cihannümâ*'da bu eseri bitirip Sultan IV. Mehmed'e takdim ettiğini söylemektedir. Ancak ondan 75 yıl sonra kitaba bazı zeyiller yapan ve matbaasında basan İbrahim Müteferrika, kitabın yazara ait müsveddelerinin bulunduğunu, fakat bu nüshaların tam olmadığını kaydetmektedir.²²⁷ Kâtip Çelebi, *Cihannümâ*'ya nasıl başladığını şu sözlerle anlatır:

Çocukluğumdan beri bu cisimler âlemine hayvanlar gibi bakan şahıslar hakkında söylenen “Göklerin ve yerin yüceliğini düşünüp araştırmazlar mı?” ayeti beni, astronomi ilmine dair kitapları incelemeye yöneltir, “Yeryüzünü dolaşın ve Allah'ın kudretinin eserlerini görün” hadis-i şerifi de coğrafya ilmine dair kitapları araştırmaya sevk ederdi. Her defasında, Hristiyanlar'ın Yunanlılar'dan intihal ederek bu ilmi araştırma ve ortaya koymada tam bir dikkat ve maharet göstermelerini; Müslümanların ise inkâr ve ihmallerini, bu konudaki bilgisizliklerini ve tembelliklerini görür üzülürdüm.”²²⁸

Müellif, bu kaygılarla *Cihannümâ*'yı kaleme almaya başlamış görünüyor. Hem doğulu hem de batılı kaynaklara başvurarak eksiksiz bir atlas yapmayı amaçlamıştır. Avraham Ortelius'un yazdığı *Atlas Majör* adlı eseri görmüştür. Bu eseri tercüme etmeye niyetlenmişken, onun özeti olan *Atlas Minör*'ü Latince'den Türkçe'ye çevirmek için büyük bir istek duymuştur. Bu eseri çevirip, gerekli

²²⁷ H. Hüsni Koyunoğlu, “Kâtip Çelebi'nin *Cihannümâ*'sı ve Bu Kitaba İbrahim Müteferrika'nın Yaptığı Eklemeler”, *Dicle Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 2007, C.9, S.2, s.148.

²²⁸ H. Hüsni Koyunoğlu, a.g.m., s.149.

gördüğü yerlerini Cihannümâ'ya koyar. Bu kitap genel olarak coğrafya ile ilgili olduğu için daha detaylı girmeyeceğiz. Lakin buradaki araştırmamız açısından doğa bilimleri konusunda ne dediğine bakmamız gerekir. Kâtip Çelebi, doğa bilimlerine Aristoteles'in görüşlerine bağlı kalarak bakmıştır. Doğa tasarımı gibi, doğanın işleyişi ile ilgili açıklamalarda da Aristotelesçi yaklaşıma uygun hareket etmiştir.²²⁹

Cihannümâ, İbrahim Müteferrika'nın eline nüshalar halinde geçmiştir. İkinci kitabından yapılan baskısına, Müteferrika bazı eklerde bulunmuştur. Eklerle ilgili şu açıklamayı yapar:

*Kitabın asıl özelliğini değiştirmekten, fazlalık eklemekten ve eksiltmekten son derece kaçındım. Sadece elimizde olan kaynaklara müracaat ederek bu kitaba yer yer “yayınlayanın notu” başlığıyla bazı ek bilgiler, geometri ve tabii bilimlerle ilgili bazı tarifler koymayı uygun gördüm; ayrıca yakın ve uzak gök cisimlerinin hareketlerini, eski ve yeni filozof ve uzmanların görüşlerini toplayarak burada belirttim.*²³⁰

Bizi burada ilgilendiren pek tabii, İbrahim Müteferrika'nın yaptığı eklerdir. Özellikle kendisinin de belirttiği yeni filozof ve uzmanların görüşleridir. Burada, Kâtip Çelebi'nin “Beşinci Emir: Feleklerin ve Unsurların Halleriyle İlgili Toplu Bilgi” başlıklı bölüme İbrahim Müteferrika uzun bir ek yapmıştır. Bu ekte gökyüzü ile ilgili üç görüşün olduğunu belirtmektedir. Bunlar:

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

²²⁹ Bilal Yurtoğlu, “XVII. Yüzyılda Bir İsrâkî: Kâtip Çelebi'nin Bilim Anlayışı”, *Doğumunun 400. Yıldönümünde Kâtip Çelebi*, Ed. Bekir Karlığa&Mustafa Kaçar, T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara 2009, s.269.

²³⁰ H. Hüsnü Koyunoğlu, 2007, s.156.

Batılılar birinci görüşe eski astronomi, ikinci ve üçüncü görüşe yeni astronomi demektedir.²³¹ Müteferrika, eklerinde bu üç görüşü de anlatmıştır. Aristoteles ve Batlamyus'un yer merkezli sistemini anlatmıştır. Ancak bu eklerde esas önemli olan, Copernicus'un Güneş Merkezli Evren Modelini anlatmış olmasıdır. Tarihçesiyle birlikte bu sistemi anlatan Müteferrika, geniş ölçüde yeni bilgileri aktarmış ve astronomi bilimindeki gelişmeleri yakından takip ettiğini göstermiştir.²³² Bizim için daha önemli olan Müteferrika'nın fizik ve hareket konusundaki bahisleri ve ekleridir. Yazar, Cihannümâ'ya yaptığı astronomi eklerini, Fransa'da ilk "Kartezyen" profesörlerden birisi olan Edmond Pourchot adlı yazardan almıştır.²³³ Bu yazarın Kartezyen Felsefe'ye göre yetişmesi ve eğitim vermesi, belki de Müteferrika'nın Cihannümâ eklerini etkilemiştir. Müteferrika, Arz'ın hareketiyle ilgili Güneş Merkezli Kuram ile eski astronomiyi savunan bilimcilerin tartışmalarını tarafsız bir şekilde ele almıştır.²³⁴ Eski astronomiye inananların, özellikle yerin hareketine ilişkin doğa kurallarını kullanarak yapılan itirazlar şunlardır:

Mekânlar arasında en aşağıda olanı, evrenin merkezidir ve burada cisimlerin en ağırlı olarak bulunan Arz'ın hareketsiz durması gerekir. Eğer, Arz hareket etseydi, bu elbette algılanırdı ve binalar ile ağaçlar yıkılıp baş aşağı olurlardı. Ayrıca, ağır cisimler, yukarıdan aşağıya dikey olarak düşmezlerdi (düşecekleri yer, Arz'ın yüzeyi ile beraber hareket ettiği için). Yine aynı sebepten, batıya doğru atılan bir güllenin hızı, doğuya atılan güllenkinden fazla olurdu. Çünkü batıya doğru giderken, batıdan doğuya gelen Arz'ın yüzeyi ona karşı geldiği için, gülle çok daha fazla mesafe kat etmiş olurdu. Son olarak, havada

²³¹ H. Hüsni Koyunoğlu, 2007, s.160.

²³² İnan Kalaycıoğulları, Yavuz Unat, *Kopernik Kuramı'nın Türkiye'deki Yansımaları*, s.4.

²³³ Adnan Adıvar, 1982, s.171.

²³⁴ İnan Kalaycıoğulları, *Kâtip Çelebi'nin Cihannümâ Adlı Eserine İbrahim Müteferrika'nın Yaptığı Ekler Doğrultusunda Çağdaş Bilimlerin Türkiye'ye Girişi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 2003, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, s.64.

uçan kuşlar, tekrar yere inince, Arz ile beraber doğuya sürüklenmiş olan yuvalarını bulamazdı.

Batlamyus kuramını savunan astronomların, yerin hareketiyle ilgili üstteki itirazlarına karşı Galileo'nun itirazları ile cevap vermiştir. Arz'ın diğer feleklerden ağır olduğu henüz kanıtlanmamıştır. Dolayısıyla bazı cisimlerin göksel ya da yersel olması bize göredir. Arz, Descartes'in bahsettiği gibi "yumuşak madde" ile kuşatılmıştır. Tıpkı hareket halindeki balık gibi, biz de Arz'ın hareketini hissetmeyiz. Eşyaların uçmaması bundandır. Ayrıca, hareket halindeki geminin direğinden bırakılan cisimlerin, geminin gerisine değil de direğin dibine düştüğü deneylerin yapıldığından bahsetmektedir. Ancak bu deneyi kimin yaptığından söz etmemiştir.²³⁵

Yani Müteferrika, Cihannümâ'ya yaptığı eklerle beraber, kitabı daha modern bir hale getirmiştir. Modern astronomi konularını objektif bir biçimde tartışmaya açmıştır. Tartışmaları ve eserlerinin bütününe bakıldığında, her ne kadar kendisi açıkça ifade etmese de, Güneş Merkezli Kuramı desteklediği anlaşılmaktadır. Kartezyen yönünü açıkça ortaya koyan birisi için kendi görüşüne taban tabana zıt eski astronomiyi benimsemesi beklenemez.²³⁶

²³⁵ İnan Kalaycıoğulları, 2003, s.65.

²³⁶ İnan Kalaycıoğulları, a.g.t., s.70.

1.6. DEĞERLENDİRME

Bilimsel ilerleme her dönemde aynı hızda lineer bir şekilde gelişme göstermemiştir. Kimi zamanlar hızlı kimi zamanlar yavaş bir gelişme seyri izlemiş gibi görünmektedir. Hareket kuramları, ilk defa antik Yunan filozoflarında ortaya çıkmıştır. Hem Yunan atomculuğu hem de Aristotelesçi hareket kuramları doğayı anlamaya çalışmanın bir ürünü gibi görünmektedir. Bununla beraber, İslam Uygarlığındaki kalamcı âlim ve filozoflar atomu hem hareketin varlığını hem de teolojik ihtiyaçlar doğrultusunda Tanrıyı kanıtlamanın bir yolu olarak görmüş ve kuramlarını buna göre geliştirmişlerdir.²³⁷ Ancak İbn Sînâ'nın yeni Platoncu bir bakış açısıyla ve Aristoteles fiziği ve kozmolojisine dayanarak hazırladığı hareket kuramı kelâmi atomculuğun önüne geçmiş ve büyük bir otorite olmuştur. Ve bu otoritesini, ilerde de tekrar göstereceğimiz üzere, uzun süre devam ettirmiştir.

Bilim ile teknolojik gelişmeler arasındaki ilişki modern hareket kuramlarının gelişmesini incelediğimiz birinci bölümde görülmüştür. Bilimi günlük ihtiyaçlarımız için kullanabilmemiz ancak bilimsel bilginin teknoloji kalıbına dökülebilmesi ile sağlanabilmiştir.²³⁸ Bununla birlikte teknoloji daima bilimden çıkmaz, bağımsız bir şekilde de gelişebilir.²³⁹ Balistik incelemelerin ve ilerlemelerin de hareket kuramlarının gelişmesine, hem pratik açıdan hem de teorik açıdan büyük katkılar sağladığı anlaşılmaktadır. Avrupa'da ve özellikle de Fransa'da kurulan topçu okullarında birçok matematikçi ve fizikçi yetişmiştir. Lagrange, Laplace ve hatta

²³⁷ Josef van Ess, "Mu'tezile Atomculuğu", *Kelam Araştırmaları*, çev. Mehmet Bulğen, , C.10, S.1, 2012, s.255.

²³⁸ Aydın Sayılı, *Hayatta En Hakiki Mürşit İlimdir*, Gündoğan, Ankara 1999, s. 82.

²³⁹ Aydın Sayılı, a.g.e., s.82-83.

Napolyon bu okullarda yetişen matematikçi ve siyasetçilerdendirler.²⁴⁰ Yapılan çalışmalarla hareket kuramlarının eksiklikleri giderilmeye çalışılmıştır. Daha hassas balistik atışları, hareket kuramlarında değişiklikleri zorunlu kılmıştır. “Kanunların tadil ve tashihine başlıca nedenler, yeni olgu ve olayların keşfi ve ölçmede hassaslık ve dakikliğin çoğalmasındır.”²⁴¹ Bu kapsamda Tartaglia ile başlayan çalışmalar, devamında ileri bir konuma ve kesinliğe kavuşmak için balistikteki gelişmeleri de beklemek zorunda kalmıştır. Zira Galileo’nun kinematik denklemlerle ifade ettiği yeryüzündeki hareket kuramlarıyla birlikte oluşturduğu ve *İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar* adlı eserinde betimlediği balistik cetvelindeki yanlışlar, gelişen topçuluk sanatı ile birlikte Benjamin Robins tarafından fark edilmiştir. Çünkü Galileo’nun kinematiğinde ortam sürtünmesiz, yani idealdir. Ancak topçu subaylarının bundan daha fazlasına ihtiyacı vardı. Bunun üzerine matematikçi ve fizikçiler vakit kaybetmeden çalışmalar yapmışlardır. Özellikle Newton, Robins ve Euler hava sürtünmeli ortamda balistik atışlarını incelemiş, bazı basitleştirmelere gitmeye çalışmışlardır. Atışların en hassas hale gelmesi için önemli matematiksel ve fiziksel yorumlar yapmışlardır. Newton, harici balistikle ilgili temel problemlerin fiziksel olmasından ziyade matematiksel problemler olduğunu ifade etmiştir.²⁴²

18. yüzyıl, Osmanlılarda bir takım edebi ve ilmi hareketlerle başlamıştır. Lale devri ismi verilen bu dönemde birçok ilim adamı Damat İbrahim Paşa’nın isteği ve telkiniyle eserler tercüme etmiştir. Daha önce değindiğimiz bu eserler geleneksel İslam veya Yunan dönemi eserleridir. Yanyalı Esad Efendi, Batıda modern hareket

²⁴⁰ John Desmond Bernal, *Bilimin Toplumsal İşlevi*, çev. Tonguç Ok, Evrensel Basım Yayın, İstanbul 2011, s.40.

²⁴¹ Aydın Sayılı, 1999, s.36.

²⁴² Boris Hessen, “Newton’un *Principa*’sının Toplumsal ve Ekonomik Kökenleri”, *Bilim Sosyolojisi İncelemeleri*, çev. Eren Buğlalılar, ed.Bekir Balkız&Vefa Saygın Öğütle, Doğubatu, Ankara 2010, s.94.

kuramları gelişirken hâlâ Aristoteles'in *Fizik*'ini tercüme etmekle uğraşmaktaydı. Bu dönemde matbaanın kurulması belirli bir canlılık yaratmıştır. Özellikle, Müteferrika'nın *Cihannümâ*'yı basması ve buna yaptığı eklerle farklı bir mekaniğin Osmanlılar'a girmesi, en azından tanıtılması bakımından önemlidir. Bunda İbrahim Müteferrika'nın Fransızlarla yakın olmasının etkisi olabileceği gibi, bazı başka felsefi kaygıları da etkili olmuş olabilir. Bu dönemde Avrupa'da da bu konuda bir Fransız ve İngiliz düşünürünün, 1730'larda farklı düşüncelere sahip olduğu, Voltaire tarafından şu şekilde dile getirilmiştir:

*Londra'ya gelen bir Fransız orada her şey gibi felsefeyi de çok farklı bulacaktır. Dünyayı bir doluluk içinde bırakmıştı; şimdi o karşısına bir boşluk olarak çıkmaktadır. Paris'te evren görünmeyen maddelerin girdaplarından oluşmuş gibi görünür; Londra'da öyle bir şey hiç görünmez. Fransa'da gelgitlere neden olan şey Ay'ın basıncıdır; İngiltere'de ise denizler Ay tarafından çekilir. Öyle ki, siz Ay'ın bize sel getireceğini düşünürken, oradaki beyler suların çekileceği kanısındadırlar.*²⁴³

Müteferrika, Fransız kaynaklardan yararlandığından, Newton veya Kepler'den haberdar olmamış olabilir. Voltaire'ın üstteki 1733 tarihli mektubu yazdığı dönemlerde aslında otorite olan Descartes fiziği ve felsefesi de Fransa'da tartışılmaktaydı. Ancak Newton fiziğine karşı büyük bir muhalefet vardı. Bununla beraber, soruna çözüm bulmak isteyen Fransız Bilimler Akademisi 1735'de Newton'un kütle çekimini test için heyetler oluşturdu. Bu heyetler, 1744 yılında Newton'un kütle çekimini doğrulayınca, Newton galip gelmiş oldu.²⁴⁴ Yani

²⁴³ François Marie Arouet Voltaire, "Isaac Newton'un Önemi", *Galileo'nun Buyruğu; Bilim Yazılarından Bir Derleme*, Ed. Edmund Blair Bolles, çev. Nermin Arık, TÜBİTAK, Ankara 2011, s.277-288.

²⁴⁴ Remzi Demir, *Türk Aydınlanması ve Voltaire; Geleneksel Düşünce'den Kopuş*, Doruk Yayınları, Ankara 1999, s.24.

Müteferrika yanlış bir seçim yapmış ve yanlış olan bir gök ve yer mekaniği kuramını Osmanlılar'a tanıtmıştı. Aynı dönemlerde Avrupa ise hararetli bir şekilde, Galileo'nun balistik cetvelindeki hatalardan yola çıkılarak, fizikçiler hareket kuramlarını tadil etmekte ve daha ileri bir matematikle ifade etmeye çalışmışlardır. Bunun sonucunda ise daha hassas teoriler inşa etmişlerdir.

MODERN HAREKET KURAMLARININ BALİSTİK İNCELEMELER VASITASIYLA OSMANLILARA GİRİŞİ VE GELİŞMESİ

2.1. MÜHENDİSHANELERİN KURULUŞU

XVIII. yüzyılın başlarından itibaren Osmanlı devletinin siyasi, ekonomik ve askeri alanda yaşadığı sorunlar üst düzeye çıkmıştır. Yüzyılın ilk yarısında, Lale devrinin bitimine sebep olan Patrona Halil İsyanı(1730) gibi pek çok olumsuzluk devleti hayli yıpratmıştır. Bu sorunları fark eden Osmanlı Sultanları, bazı tedbir ve yenileşmelere gitmeye çalışmıştır. Bunlardan en önemlileri askeri anlamda yenileşmeye gitme çabalarıdır. Çünkü bu çabalar, modern bilimlerin Osmanlı devletinde tanınmasında önemli bir yere sahiptir.

Patrona Halil İsyanından sonra başa geçen sultan I. Mahmud, bir Fransız asilzadesi olan Claude Alexandre de Bonneval'i İstanbul'da Humbaracı Ocağının başına getirilmiştir. Adı da Humbaracı Ahmet Paşa olmuştur. Bir nizamname yayınlayan Ahmet Paşa, topçuluğu geliştirme çabasına soyunmuştur.²⁴⁵ Mühendishanelerin çekirdeği olarak görülen Hendesehâne ise bu devirde, 1734 senesinde topçu ocağının ihtiyaçlarını gidermek için kurulmuştur. İlk Hocalığına ise, geometri alanında uzman olan, Hacı Ahmet Efendizâde Mehmet Said Efendi getirilmiştir.²⁴⁶ Ahmet Paşa, Fransa ordusunun topçu kuvvetlerinden

²⁴⁵ Necdet Hayta&Uğur Ünal, *Osmanlı Devleti'nde Yenileşme Hareketleri*, Gazi Kitabevi, Ankara 2010, s.40.

²⁴⁶ Necdet Hayta&Uğur Ünal, 2010, s.41.

bahsederken “sayıları bini aşan, matematiği kuvvetli ve harp esnasında cephelerdeki hesaplamaları yapan bir mühendis birliği bulunmaktadır. Bunlar aynı zamanda düşman kalelerine taarruz esnasında hendeklerin kazılmasından da sorumludur.”²⁴⁷ der. Bunlar Fransa ordusunun verdiği yüksek eğitimin bir yansımasıdır. Ahmet Paşa’dan sonra, Baron de Tott da topçu birlikleri için çalışan diğer bir batılı mühendistir. 1775 yılında Baron de Tott’un katkılarıyla Tersane içinde bir hendesehane odası açılmıştır. Bu kurum Mühendishanelerin çekirdeğini oluşturmaktadır. Mühendishanenin devamlılık sağlayarak faaliyete geçmesi ise 1776 yılını bulmuştur. İlk olarak bu sene içinde, Denizcilik için kurulmuştur ve 1781 yılından itibaren Mühendishane ²⁴⁸ adıyla anılmaya başlanmıştır. ²⁴⁹ Karacılık mühendislik eğitimi de bir müddet bu mühendishanede verilmeye devam etmiştir.

Osmanlı devletinin, Rusya ve Avusturya ile 1787/88 yıllarında yaptığı savaşlardan sonra, ülkenin askeri eğitimi için gerekli olan düzenlemelere dair planlar hız kazanmaya başlamıştır. Bu dönemde devletin ileri gelenlerinden reformlar ve yenileşmeler içeren lâhiyalar hazırlamaları istenmiştir. Ermeni tercümanı D’ohsson da bu lâhiyaların istendiği kişilerden birisidir.²⁵⁰ Daha bu lâhiyalar tamamlanmadan 1792 yılında Lağımçı ve Humbaracı ocaklarına kanunname çıkarılmıştır. 1793 senesinde de bunlara ekler yapılmıştır. ²⁵¹ Buna göre humbaracı ve lağımçı

²⁴⁷ Mustafa Kaçar, “Osmanlı İmparatorluğunda Askeri Sahada Yenileşme Döneminin Başlangıcı”, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, İstanbul 1995, s.21.

²⁴⁸ Meltem Akbaş, *Osmanlı Türkiye’sinde Modern Fizik*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 2008, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, s.8-9.

²⁴⁹ Kemal Beydilli, *Türk Bilim ve Matbaacılık Tarihinde Mühendishâne, Mühendishâne Matbaası ve Kütüphânesi*, Eren Yayınları, İstanbul 1995, s.23.

²⁵⁰ Bernard Lewis, *Modern Türkiye’nin Doğuşu*, çev. Metin Kırıatlı, Türk Tarih Kurumu, Ankara 1998, s.59.

²⁵¹ Kemal Beydilli, 1995, s.26.

ocağındakiler, “top ve tüfek atmak, metris almak, hendese üzerinde humbara atmak ve yeni harp bilimlerini öğrenmek durumundaydılar.”²⁵²

Askeri düzenlemeler için bir mühendishane kurulması şarttı. Bunun için batılı modeller incelenmeye başlamıştı. Bunların içinde D’Ohsson’un hazırladığı lâhiya *Mekteb-i Fünun-u Harbiyye* kurulmasının gerekli olduğunu açıkça belirtmiştir.²⁵³ 1795 yılında ise bir kanunnameyle *Mühendishâne-i Berrî-i Hümâyûn* kurulmuştur.

Kanunname şu şekilde başlamıştır:

Hasköy’de ve Tersâne-i Âmire’de bundan önce kurulmuş olan Mühendishâne-i Hümâyûnlarda Deniz ve Karaya ait fen bilimlerinden geometri, hesap ve coğrafya bilimlerinin yayılması, devletçe çok önemli ve gerekli olan harp sanayinin öğrenilmesi, öğretilmesi ve uygulanması, Yüksek İrade’ce uygun görülmüştür...

...Yukarıda bahsi geçen kırk kişiyi onar kişilik dört sınıfa ayırarak dördüncü sınıf öğrencileri teknik resim, imla, matematik, resim sanatı, Arapça, geometriye giriş, aritmetik ve Fransızca öğrenmek üzere dördüncü sınıf hocası ve terbiye ve idarelerinde ders görürler. Bir yıl sonunda bunlar imtihan edilerek başarılı olanlar baş mülâzım nâmiyle seçilirler ve üçüncü sınıfta boş yer bulunduğu takdirde oraya nakledilerek bir seneden önce imtihan edilemezler. Üçüncü sınıf öğrenciler ise aritmetik, geometri ve coğrafya ile Arapça ve Fransızca dillerini öğrenmek üzere üçüncü sınıf hocası ve yardımcılarının gözetimi altında iki yıl bittikten sonra imtihan olunarak başarılı olanlar baş mülâzım seçilir ve ikinci sınıfta boş yer bulunduğu

²⁵² Kemal Beydilli, a.g.e., s.27.

²⁵³ D’Ohsson’un yaptığı teklif ve tavsiyeler için bkz: Kemal Beydilli, a.g.e., s.30.

*takdirde oraya nakledilerek iki seneden evvel imtihan olunamazlar. İkinci sınıf öğrencileri, coğrafya, düzlemsel trigonometri, cebir, topografya ve harp tarihi öğrenmek üzere ikinci sınıf hocası ve yardımcılarının öğretim ve gözetimlerinde üç yıl bittikten sonra imtihan olunarak başarılı olanlar birinci sınıfta yer bulunduğu takdirde oraya nakledilirler. Birinci sınıf öğrencileri, konik kesitleri, diferansiyel ve entegral hesap, mekanik, astronomi ile balistik ve lağımçılık, askerlik ve istihkâm bilimi öğrenmek üzere...*²⁵⁴

Bu kanunnameden anlaşıldığı üzere, Mühendishane-i Berr-i Hümayun'un asıl amacı, askerlik konusunda bilgiyi arttırmak olsa da, öyle görünüyor ki, batıdaki bilimsel gelişmeleri daha yakından takip etmek kaygısı da açık bir şekilde hissediliyordu. Zaten özelde hareket kuramlarında ele aldığımız bu bilimler, Berr-i Hümayun hocaları tarafından hazırlanan kitaplarla yeni öğrencilere hemen okutulmaya başlanmıştır. Tezin devam eden kısımlarında Hüseyin Rıfkı Tamânî, Yahya Nacî Efendi ve Başhoca İshak Efendi'nin bu bilime katkıları gösterilmiştir.

²⁵⁴ Kâzım Çeçen&Celâl Şengör, *Mühendishâne-i Berrî-i Hûmâyûn'un 1210/1795 Tarihli Kanunnâmesi*, İTÜ Bilim ve Teknoloji Tarihi Araştırma Merkezi, İstanbul 1988, s.29-30.

2.2.HÜSEYİN RIFKI TÂMÂNÎ’NİN HAYATI VE ESERLERİ

Hüseyin Rıfkı Tâ mânî’nin doğum tarihi tam net değildir. Bununla birlikte 1750 yılları civarında doğmuş olmalıdır. Kırım’ın Tâ mân beldesinde doğmuştur.²⁵⁵ Başhocalık yaptığı süreye ilişkin farklı bilgiler olmakla beraber, son çalışmalar 1806-1817 tarihleri arasında Başhocalık görevini yürüttüğünü göstermektedir.²⁵⁶ Çok sayıda eser yazmış ve tercüme yapmıştır. 1794 yılında *Lağım Risalesi*, 1797’de *Usûl-i Hendese*, 1802’de *Mecmûatü’l Mühendisîn*, yine 1802 yılında *İmtihan’ül Mühendisîn* basma halindeki eserleridir. Ayrıca, *el-Feridet el-Münire fi-İlm el-Kûre* adlı Arapça bir yazma eseri ve *İrtifa Risalesi* ve *Humbara Cetveli*, *Müsellesat-ı Müsteviye* ve *Usul-i inşa-i Tarik* adlı eserleri de vardır. Tâ mânî 1817’de Medine’de vefat etmiştir.²⁵⁷

Mecmûatü’l Mühendisîn adlı eseri, özellikle mühendislik alanında Osmanlılarda yazılmış ilk eserlerden birisidir. Eseri “berahinden ârî”²⁵⁸ bir şekilde yazdığını söylemiştir. *Usul-i Hendese* adlı eserinde geometrik ispatlara ağırlık verilmiş olduğunu ancak bunun zaman kaybına neden olduğunu, bundan dolayı bu kitabında ispatla yer vermediğini anlatmıştır. Yani kitap, ispatlara yer vermeden, geometriye dayalı olarak yapacakları uygulamalarda askeri mühendislere kolaylık sağlama amacı gütmektedir.²⁵⁹

²⁵⁵ Bursalı Mehmet Tahir, *Osmanlı Müellifleri cilt I,II,III ve Ahmed Remzi Akyürek Miftâhu’l-Kütüb ve Esâmî-i Müellifin Fihristi*, Bizim Büro, Ankara 2009,3.cilt, s.261.

²⁵⁶ Ekmeleddin İhsanoğlu, *Başhoca İshak Efendi Türkiye’de Modern Bilimin Öncüsü*, Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara 1989, s.14.

²⁵⁷ Ekmeleddin İhsanoğlu, a.g.e, s.14-15. Mehmet Tahir, a.g.e, s.262.

²⁵⁸ İspatlara başvurmada.

²⁵⁹ Feza Günergun, “Eski Fransız ve Metre Osmanlı Ölçü ve Tartılarının Sistemlerindeki Eşdeğerleri: İlk Karşılaştırmalar ve Çevirme Cetvelleri”, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, C.2, s.23-68.

Mecmûatü'l Mühendisîn 293 sayfadan oluşmuştur. Kitabın sonunda 15 sayfa geometrik şekiller ve topçulukla ilgili resimler mevcuttur. Her konu bir numarayla başlamıştır. Eserin ilk bölümlerine yüzey, doğru nokta gibi geometrinin temel özellikleri anlatılarak başlanmıştır. Bunları açı, açı türleri, daire, üçgen ve dörtgenlerin anlatımı izlemiştir. Daha sonra, kitapta kullanılan semboller anlatılmış ve akabinde doğruların istenilen oranlarda kesilmesi, prizmalar ve platonik cisimler gibi konular ele alınmıştır. 186. madde Avrupalıların uzunluk ve ağırlık ölçülerinin, Osmanlı uzunluk ölçülerine çevrilmesine ayrılmıştır. 187. madde haritacılık ve coğrafya terimlerine, 194. maddede ise açıları derece ve dakika cinsinden vermeye yarayan tablolar sunulmuştur. 258. maddeden 276. maddeye kadar uzay geometrisini oluşturan prizmaların alan ve hacim ölçümlerini vermiştir. Aşağıda detaylı bir şekilde incelenen 277 ve 278. maddeler de ise yeryüzünde hareket konuları, kinematik ve dinamik konuları içinde ele alınmıştır. Hüseyin Rıfkı Tâ mânî, bunları da geometrik şekilde göstermiştir. 283. maddede top lalesinin çizimi ayrıntılı olarak verilmiştir.²⁶⁰ Görüldüğü gibi eser, Euklides geometrisinin bütün detaylarını vermeye çalışmıştır. Bir askeri mühendisin hem inşaatçılıkta hem top geliştirme sanatında daha pratik çözümlere ulaşmasını sağlayan kitap, uzunca bir dönem Mühendishane'de okutulmuştur.

²⁶⁰ Ali Rıza Tosun, "İlk Kapsamlı Türkçe Mühendislik Kitabı Mecmûat el-Mühendisîn'in Ele Aldığı Konular ve Niteliği Hakkında Bir Değerlendirme", *Belleten*, C.74, S.270, Ankara 2010, s.519-526.

2.2.1. Mecmûatü'l Mühendisîn

Mecmûatü'l Mühendisîn, Darü'ttîbaat el-Amire, 1260 [1844] yılında basılmış 293 sayfalık bir eserdir.²⁶¹ Bu kitabın, hareketle ilgili kısımlarının inceleyeceğiz. Kitabın 251. sayfası 278. maddeyle başlamıştır.

Her hangi cisim ki mevânî'den sâlim²⁶² olduğu halde bit-tabî'i amûdî²⁶³ sukut²⁶⁴ eylese ol cismin kat' eylediği mesâfe veya sür'at-i hâsıla yahud mikat-ı zamân mikdarlarını istihracın²⁶⁵ tarikidir.

Serbest düşen cisimlerin konu alındığı bu maddede, hava sürtünmesi veya diğer herhangi bir engelleyici etkinin yok sayılıp ortamın idealleştirildiği ve hızın, yolun veya zamanın nasıl bulunacağını anlattıktan sonra, kütle çekim miktarını incelediği kısımla devam etmiştir.

Her hangi cism vech-i meşrûh²⁶⁶ üzere sukut eyledikde bilinmesi iktizâ eden mekâdir-i mezkûreyi istihracda tarik oldur ki, evvelâ mevâkîten²⁶⁷ sâniye-i vahid²⁶⁸ zamânında cism-i mezkûrun kat' edeceği mesâfesi bulunub, sâir yine esâs olmak için, ta'yin ve tahsîs olunması lâzım-ı umûrdan²⁶⁹ olmagin taife-i efrenc²⁷⁰ mesâfe-i merkûmeyi bi'l-tecrûbe sabit edib, kitablarında tahrir ve tasrih²⁷¹ eyledikleri mikdari mikyâsımıza²⁷² nakil ve tahvîl eylediğimizde 12,94 [kadem (0,379metre)²⁷³] olur.

²⁶¹ Milli Kütüphane(Ankara), Yer No: EHT 1946 A863.

²⁶² **Mevânî'den sâlim**: Engelsiz, Sürtünmesiz.

²⁶³ **Amûdî**: Yukarıdan Aşağıya, Dikey Olarak.

²⁶⁴ **Sukut**: Düşme, Aşağı İnme.

²⁶⁵ **İstihrac**: Netice Çıkarma.

²⁶⁶ **Vech-i meşrûh**: Anlatıldığı üzere.

²⁶⁷ **Mevâkît**: Bir iş için tayin edilen vakitler.

²⁶⁸ **Saniye-yi Vahid**: Bir saniye.

²⁶⁹ **Umûr**: İşler, hususlar.

²⁷⁰ **Efrenc**: Avrupalı, frenk.

²⁷¹ **Tasrih**: açık açık söyleme.

²⁷² **Mikyâs**: Ölçek, ölçü aleti,

Yani bir cisim mevâni'den sâlim olarak sâniye-i vâhide zamânında bit-tabî' amûdî sukut eyledikde zirâ'mızdan on iki kadem ve bir kademin yüz cüz'de doksan dört cüz'ü mikdârı mesâfe kat' edeceği bila tecrübe sabit vâkâ ibtidâ' bu'd olup ba'de bu mesâfenin dîf'ı olan iş bu 25,88 aded-i mikdârı sür'at ihdâs edeceği bilâberâhin sabit olduğundan ona da ibtidâ' sür'at ıtlak olunur.

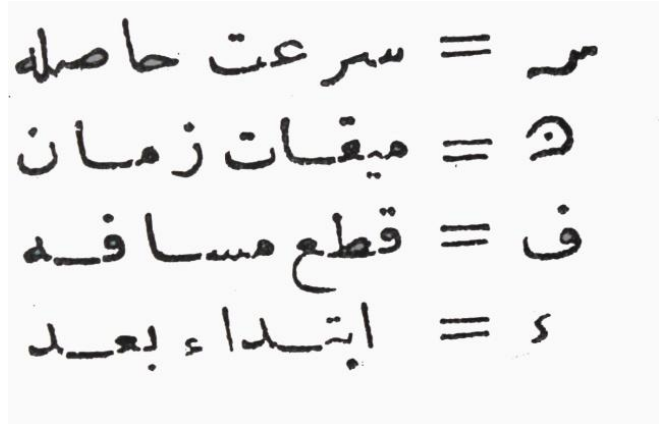
Tâmânî, yukarıdaki kütle çekim miktarının Avrupalılar tarafından yapıldığını söylediği değerleri vermektedir. *İbtida' sür'at* olarak tanımladığı 25,88 değeri, buna eşit olan 0,379 m değeri ile çarpılırsa 9,80852 sonucu bulunur. Günümüzde kullanılan Arz'ın kütle çekimi, saniye ve metre cinsinden, bu değerle hemen hemen aynıdır. Bundan sonra Hüseyin Rıfkı Tâmanî, serbest düşme probleminde zamanın, hızın veya yolun nasıl bulunacağına dair dört tane denklem vermiştir. Bu denklemleri vermeden önce denklemlerde verdiği kısaltmaların ne olduğunu anlatmıştır. Tâmanî'nin sembolleştirmesine sadık kalarak biz de aynı harflerle ifade edeceğiz.

s = hız,

n = zaman,

f = yol

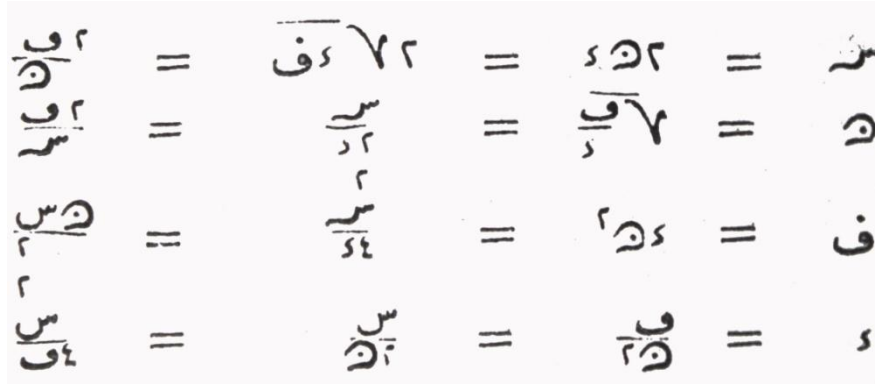
i = ilk uzaklık²⁷⁴



ŞEKİL 3.

²⁷³ Feza Günergun'un a.g.m.'sinde uzunluk ölçüleriyle ilgili daha detaylı bilgiler mevcuttur.

²⁷⁴ Tâmanî'nin ibtidâ' bu'd dediği bu ifade ilk mesafe gibi çevrilebilirse de, aslen günümüz notasyonunda Arz'ın kütle çekiminin yarısı olarak verilebilir. Hüseyin Rıfkı Tamânî'nin bu ifadesi, ilk saniyede alınan yol miktarıdır.



ŞEKİL 4.

Tâmanî şekil 4’de gösterdiği kısaltmalardan sonra denklemlerin açıklamasına geçmiştir.

Bu ‘d-i mesâfelerin birbirine nisbeti murabba ‘-i sür‘atlerin yahud murabba ‘-i mîkatların²⁷⁵ nisbeti gibi ve kezâ sür‘atlerin birbirine nisbeti mîkatların nisbeti gibi olmak kavâid-i²⁷⁶ küllîyesine mebnî²⁷⁷ zikr olunan alâmât-ı²⁷⁸ erbaâ ‘ vasıtasıyla iş bu zîrde²⁷⁹ ketb²⁸⁰ ve tahrîr olunan ta‘dîlât-ı²⁸¹ erbaâ ‘dan istihrâc-ı meçhulât mahal olur.

Hüseyin Rıfkı Tâmanî, sözlü olarak ifade ettiklerini semboller vasıtasıyla denklemlere aktararak, günümüz okuyucularının da rahat anlayabileceği serbest düşmenin kinematik denklemlerini şu şekilde vermiştir. (Sırasıyla hız, zaman, yol ve başlangıç mesafesi diye adlandırdığı kütle çekim kuvvetinin yarısı olan ifadenin denklemlerini vermektedir.)

²⁷⁵ **mîkat:** Vakitler, zamanlar.

²⁷⁶ **kavâid:** Kurallar, kadiler.

²⁷⁷ **mebni:** Bina edilmiş, inşa edilmiş.

²⁷⁸ **alamat:** izler, nişanlar. Burada kısaltmalar kastediliyor.

²⁷⁹ **zîr:** Alt, aşağı.

²⁸⁰ **ketb:** Yazmak.

²⁸¹ **ta‘dîlât:** Doğrulamalar, denklemler.

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

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

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

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

Tâmânî, bu dört denklemle serbest düşmeye ilişkin kinematik problemlerin çözüleceğini bilmektedir. Gerçekten de günümüzde serbest düşme problemlerini çözmek isteyen bir kişi bu denklemlerle bütün problemleri çözebilir. Günümüz notasyonuyla kullanarak verilen 1. denklemdeki eşitlikleri kullanalım ve günümüz değerlerini gösterelim. Hız yerine v , yükseklik yerine h ve Arz'ın kütle çekim kuvveti yerine g diyecek olursak, ilk denklemler şu hali alacaktır. Daha önce de değindiğimiz gibi $i = \frac{g}{2}$ olmak kaydıyla, ilk denklem $v = gt$ olur. Buradan

$s = 2\sqrt{i \times f}$ olarak verilen denklem $h = \frac{1}{2}gt^2$ halini alır. Bütün diğer denklemler de birbirleri ile işleme sokulabilir ve bütün denklemler sağlanır.

Maddenin bundan sonraki bölümünde hangi denklemin ne işe yaradığı anlatılmıştır. Mesela Tâmanî, ilk denklem hızı vermektedir, der. Sonra diğer denklemlerin ne işe yaradıklarını anlatmıştır. Sonra da bunu bir örnekle açıklamıştır. Burayı biraz kısaltma adına örneği anlatmakta fayda vardır. Bir yükseklikten yere doğru dik bir şekilde düşen cisim, yere 5 saniye zamanda düşerse, bu zamanın iki katı olan 10 saniye i değeri olarak verilen ve sabit olan 12,94 kadem uzunluğu ile

çarpılırsa elde sonuç 129,4 kadem cismin 5 saniye zaman sonunda kazandığı hızdır. Bir sonraki örnek, düşme zamanı bilinen bir cismin, düşerken yol aldığı mesafe 323,5 kadem olduğu takdirde, hızın nasıl bulunacağına ilişkindir. Bu mesafe başlangıç uzaklığı denilen *ibtida* ‘ *bu* ‘*d* ile çarpılırsa, bulunan sonuç 4186,09 olur. Bu değerin karekökünün iki katı alındığında ise, 129,4 değeri bulunur ki bu istenilen hız miktarıdır. Tâ mânî, bu gibi örnekleri bütün denklemlere tatbik etmiştir. Bundan sonra Hüseyin Rıfkı Tâ mânî, bir uyarı kısmı yazmıştır. Uyarısına şöyle başlamıştır:

*Ecsâm-ı sakilede*²⁸² *hareket iki kısım olup biri hareket-i tabîyye*²⁸³ *ve diğeri hareket-i kasriyye*²⁸⁴ *dir. Zirâ bir cismin bit-tabiî merkez-i arz cihetine hebût*²⁸⁵ *etmesi hareket-i tabîyye olup, bir kâsirin*²⁸⁶ *kasri sebebiyle kâh hebût kâh suûd*’ *eylemesi hareket-i kasriyye olur.*

Burada açık bir şekilde Aristoteles’in ağır cisimlerin doğal yerlerine gitmek için Arz’a doğru yaptıkları hareketi ve zorlanmış yani doğal olmayan hareketleri anlatan Tâ mânî’nin 19. yüzyılın başında hala bu doğa felsefesini anlatması, geleneksel otoritenin gücünü göstermesi açısından önemli olduğunu düşünüyorum. Şüphesiz, bir Rönesans naturalisti gibi düşünmeyen Tâ mânî, yine de Aristoteles’in doğa felsefesinden bahsetmeden yapamamış gibi görünüyor. Bunu da bir tenbih(uyarı) ile yapıyor.

Devamında ise merminin hareketleri anlatılmaya başlanmıştır. Yukarıya atılan cisimlerde, doğal hareketle zorlanmış hareketin toplanması mümkün

²⁸² **Ecsâm-ı sakile:** Ağır cisimler.

²⁸³ **Hareket-i tabîyye:** Doğal Hareket.

²⁸⁴ **Hareket-i kasriyye:** Zorlanmış Hareket.

²⁸⁵ **Hebût:** İnişyer.

²⁸⁶ **Kâsir:** Zorlayıcı.

olmayacağından, hareketi yavaşlayan bir hareket olur. Aşağı düşen cisimde ise doğal hareket ve zorlanmış hareketin toplanması mümkündür.

Eğer cism-i merminin hatt-ı teveccühü²⁸⁷ sath-ı ufka²⁸⁸ müvâzi²⁸⁹ veyahut zikr olunan iki hattın mâil olub, cismi merkûm dahi cihet-i süfliye²⁹⁰ nâzil²⁹¹ veya cihet-i ulviye suûd olsa iş bu iki surette birbirine avk²⁹² ve te‘hir²⁹³ edeceği hareket-i seriye ile hareket-i batineden²⁹⁴ mürekkeb bir hareket hâsıl olan hatt-ı teveccühün meyli hasebiyle cism-i mermi hattı teveccühden sâkıt²⁹⁵ olup ol cismin hareket-i sâkıtası mürekkeb olur.

Anlaşılabacağı üzere Tâ mânî mermi hareketini de doğal ve zorlanmış hareketin bir birleşimi olarak ele almıştır. Bunlardan sonra, yatay düzlemle belirli bir açı yaparak atılan cisimlerin çizdiği hattın ne olacağını söylemektedir.

Mâlûm ola ki mevanî‘den sâlim hatt-ı ufkiden mâil olarak remy²⁹⁶ olunan cism-i sakilin hareket-i tabîyye ve kasriyyesi ictimâ‘ından resm eylediği hatt-ı münhanî²⁹⁷ kutû-i mahrûtiyât-ı²⁹⁸ münhanîyattan kat‘-ı mükâfi²⁹⁹ münhanîsi olduğunu beyân ederek...

Üstteki kısımdan da anlaşıldığı üzere, yatay düzleme açı yaparak atılan cismin çizeceği doğrultunun parabol olduğu açıklanıyor. Bundan sonra Tâ mânî, her

²⁸⁷ **Hatt-ı teveccüh:** Hareketlinin doğrultusu, yönü.

²⁸⁸ **Sath-ı ufuk:** Yatay çizgi, düzlem.

²⁸⁹ **Müvâzi:** Paralel.

²⁹⁰ **Cihet-i süfli:** Aşağı yönde.

²⁹¹ **Nâzil:** Yukarıdan aşağıya inen.

²⁹² **Avk:** Durdurma, vazgeçirme.

²⁹³ **Te‘hir:** Geciktirme.

²⁹⁴ **Batine:** Yavaşlayan.

²⁹⁵ **Sâkıt:** Düşen.

²⁹⁶ **Remy:** Atma.

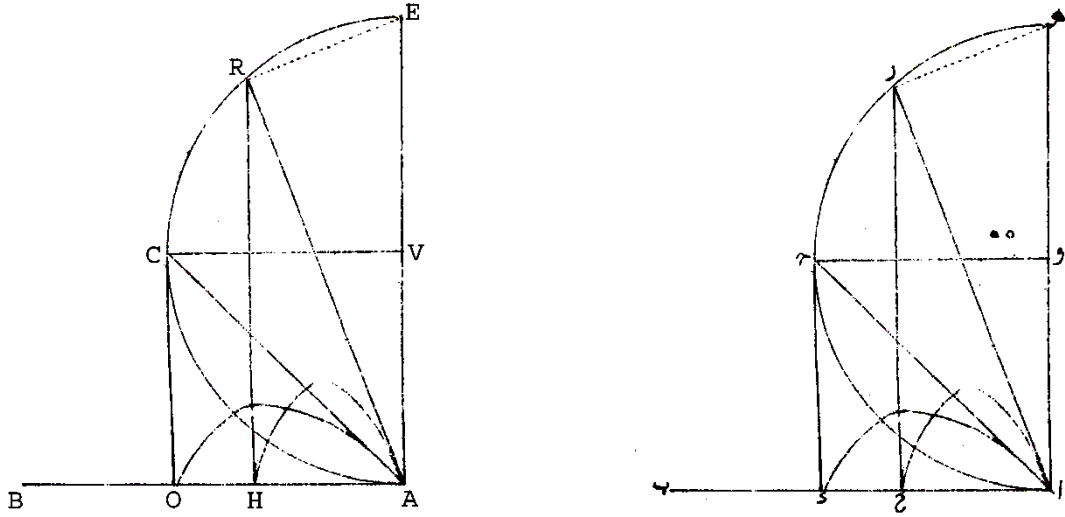
²⁹⁷ **Hatt-ı münhanî:** Eğri çizgi.

²⁹⁸ **Kutu-u mahrûtiyât:** Konik kesitleri.

²⁹⁹ **Kat‘-ı mükâfi:** Parabol.

ne kadar hesaplamalar havasız yani sürtünmesiz ortamda yapılmaktaysa da, top atışlarında havanın etkisi göz ardı edilmemeli diyerek 278. maddeyi bitirmiştir. Ancak hava sürtünmesinin olduğu ortam için herhangi bir analiz vermemiştir. Devamında 279. maddeye başlamıştır.

Bu maddede, yatay düzleme paralel veya belli bir atış açısıyla atılan top güllerinin, atış doğrultularını, düşme hatlarını, kuvvet hatlarını ve en uzun atış menzilinin bulunmasını anlatmıştır.



ŞEKİL 5.

Şekil 5’de;

AB sathı, sath-ı ufka müvâzi oldukda AHR müselles-i kâime-i el-zâviyede³⁰⁰
RAB zâviye-i remy ile AH mesâfe-i mücerrebesi³⁰¹ mâlum olduğundan AR hatt-ı

³⁰⁰ **Müselles-i kâime-i el-zâviye:** Dik açılı üçgen.

³⁰¹ **Mücerrebe:** Tecrübe edilmiş.

teveccühüyle RH hatt-ı sukutu tahsîl olunub iş bu RH, AR hatları için bir sâlis mütenâsib³⁰² ahz olundukta AE hatt-ı kuvveti hâsıl olur.

Burada atılan cisimlerin üzerine etki eden kuvvetleri vermiş ve kuvvet çizgisinin AE düşey düzlemine paralel olduğunu söylemiştir. EY'ye paralel olan başka bir CO çizgisi de doğal olarak AB yatay düzlemine dik olur.

Ve humbaradanesi³⁰³ mevâni'den sâlim olarak kırk beş dereceden remy olundukda kat' eylediği mesâfe gâyet-i menzîl olmagin AE hatt-ı kuvvet-i malûmun AV nısfına³⁰⁴ müsâvi olan VO yahud AO hatt-ı malûmu gâyet menzîl olub AO hattına müsâvi olan hatt-ı sukutu da malûm olur. Eğer AO yahud CO merbi-i zı'finın cezri³⁰⁵ ahz olunur ise iş bu cezr me'hûz³⁰⁶ AO hatt-ı teveccühün mikdâr-ı tulû olur.

Burada da görüldüğü üzere Hüseyin Rıfkı Tâ mânî, tecrübeyle bilinen ve 45 derecelik açıyla atılan top güllesinin veya merminin, en uzak menzile gideceğini söylüyor. Bununla birlikte bunun neden böyle olduğu hususunda bir şey dememekle beraber, basit bir geometri ile 45 derecelik kenarlardan birinin karesinin iki katının karekökünün, en uzak menzile inilen dikme ile kesişeceğini söylüyor. Bundan sonra yeni bir şekille birlikte, biraz daha detaya giriyor. Şekil 6'daki gibi yatay düzleme biraz eğimle atılan cismin hareketini anlatıyor. Buna göre AN hattı yatay çizgiden açısı yukarıda olacak şekilde eğimli olursa ve HAB açısı biliniyorsa;

RHA zâviyesi ATH müselles-i kâime-i el-zâviyenin HTA ve TAH zâviyeleri mecmû'na müsavi ve malûm olub RAN zâviye-i remy ile AH mesâfe-i mücerrebese

³⁰² **Mütenâsib:** Orantılı.

³⁰³ **Humbaradane:** Top güllesi.

³⁰⁴ **Nısf:** Yarım, yarıçap.

³⁰⁵ **Cezr:** Kök.

³⁰⁶ **Me'hûz:** Çıkarılmış.

dahi bil-farz malûm olduğundan AHR müsellesinde üç zâviye ve bir dıl'ı malûm olmagin bi-hükm-i ilm-i müsellesât AR hatt-ı teveccühüyle RH hatt-ı sukutu tahsîl olunub, iş bu RH ve AR hatları için bir salis mütenâsib ahz olundukda AE hattı kuvveti hâsıl olur.

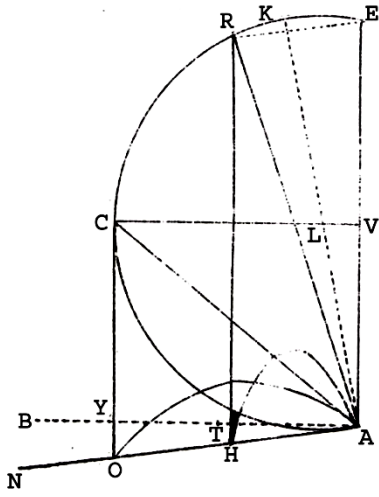
Kuvvetler ve açılarla verilen problemin devamında ise, en uzak menzil tartışması devam etmektedir. Buna göre, en uzak menzil O noktası olduğuna göre diğer bütün açılarla atılan cisimler, A ve O noktaları arasındadır. A noktası havan topunun atıldığı noktadır. Burada en uzak menzili bulmak için geometrik yollarla yine üçgenlerin benzerliğini kullanır ve üstteki gösterimi eğimli yüzeyler için de tekrarlar.

Sath-ı ufkî üzerinde remy olunan humbaradanesinin gâyet menziline kırk beş derece verilub sath-ı münharif üzerinde remy olunan humbaradanenin gâyet menziline ne mikdâr derece verilmek lâzımdır matlûb olsa...

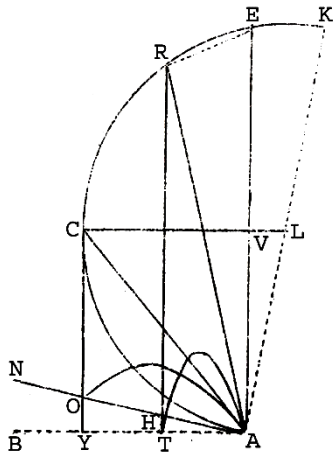
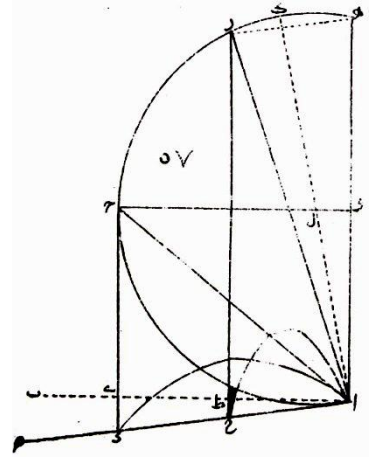
Burada da atılan bir taşın yataya paralel bir düzleme değil de, eğimle atıldığı zamanki en uzak menzili araştırılmıştır (Şekil 6 ve 7). Ve kitapta:

...eğer sath-ı münharif sath-ı ufkîden mürtefi ' zâviye-i inhirâfin nısfı kırk beş dereceye cem oluna ve eğer münhatt³⁰⁷ ise zâviye-i inhirâfin nısfı kırk beş dereceden tarh olundukda...

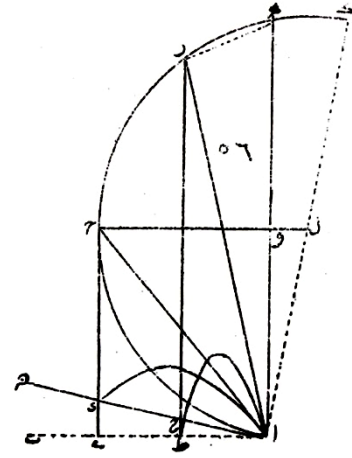
³⁰⁷ **Münhatt:** Aşağı inen.



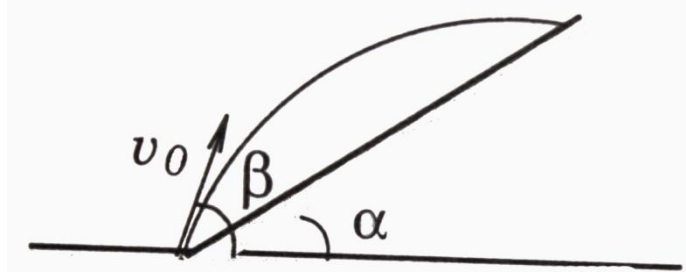
Şekil 6.



Şekil 7.



Yani açıların yarısının kırk beş dereceye toplamının veya farkının en uzun menzili vereceğini ifade ediyor. Ancak bunun ispatına girişmiyor. Belki de en başta söylediği ve kolayca kaçmak ve sadece pratik bir faaliyet adına ispata girmiyor



Şekil 8.

olabilir. Günümüzde bu problemin ispatını şu şekilde verip Târnânî'nin sonucunu doğrulayabiliriz.

Şekil 8'de v_0 hızıyla atılan mermi veya taşın x ve y koordinat sistemindeki koordinatları:

$$x = v_0 \cos \beta t$$

ve

$$y = v_0 \sin \beta t - \frac{1}{2} g t^2 \text{ olur. Taşın yere değdiği noktanın koordinatları: } y = x \tan \alpha \text{ 'dir.}$$

Taşın atışından yere düşmesine kadar geçen zaman t olursa:

$$t = \frac{2v_0 \sin(\beta - \alpha)}{g \cos \alpha}$$

Taşın ulaşabileceği menzil D ise:

$$D = \frac{2v_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cos \beta \sin(\beta - \alpha) \text{ olur. D menzilinin en uzak olabilmesi için atış açısı}$$

olan β 'ya göre türevi sıfır olması gerekir. Bunun sonucu ise:

$\beta = \frac{\alpha}{2} + \frac{\pi}{4}$ olur. Buradan da anlaşılacağı üzere Tâ mânî'nin yataydan yüksek eğimli noktalara atışta açının yarısının kırk beş dereceye ekleneceğini söylediği bağıntı budur. Buradan dikkat edileceği üzere, eğimli yüzeyin açısı sıfır olursa, yani $\alpha = 0$ olduğu takdirde en uzun menzilin kırk beş derece çıkacağı görülebilir. Bölümün son kısmı ise bir uyarıya ayrılmıştır.

Sath-ı ufkî üzerinde irtifa'-i mefrûz³⁰⁸ ile remy olunan humbaranın mesâfe-i mücerrebesi mahfûz³⁰⁹ ise mesâfelerin birbirine nisbeti zı'fı irtifâ'ları ceyblerinin³¹⁰ nisbeti gibi olmak kâ'ide-i küllisine mebnî kat' eylediği mesâfeyi meçhulası istihrâc...

Verilen ifadelerden bilinmeyişi bulma konusu da bu uyarı kısmında verilmiştir. Serbest düşme konusunda verdiği dört denklemin burada da kullanıldığını söylemiştir.

İmdi bir humbaranın havada bulunduğu zamân-ı sâniyesi malûm olsa tadilât-ı erba' mantığınca onun sür'at-i hâsılası dahi istihrâc olunub iş bu sür'at-i hâsılaya humbara-i mezkûrenin sakili yani mikdâr-ı kiyyesi darp oldundukda hâsılı ol humbaranın mahalli sukutuna verdiği darbın mikdar-ı kiyyesi olur. Bu dahi malûm ola ki mutedil havada sâniye-i vahid zamânında gelen sedânın³¹¹ bu'd-u mesâfesi france tevâsiyle 173 tevâs geldiğini bil-tecrübe sabit ve...

Top güllerinin, atışında serbest düşmede verilen denklemlerin kullanılabileceğini söylediği gibi, ayrıca atılan bir top güllesinin tesirini de kütlenin,

³⁰⁸ **Mefrûz:** Bölünmüş, ayrılmış.

³⁰⁹ **Mahfûz:** Hıfz olunmuş, bilinmiş.

³¹⁰ **Ceyb:** Sinüs.

³¹¹ **Sedâ:** Ses.

hızı ile çarpımı olarak verir. Bu da momentuma eşittir. İlerleyen bölümlerde daha derinlemesine incelenecek olan bu konuda, momentumun birinci türevi kuvveti verecektir. Ayrıca sesin saniyede 173 Fransız tevâsı yol aldığını da söylemektedir. 7 Fransız tevâsı 18 ziraya eşit olduğundan, 173 tevâs da 444,8571 zira uzunluğuna eşittir. 1 metre de yaklaşık 1,3193 ziraya³¹² eşit olduğundan, sesin bir saniyede havada aldığı yol 337,1917 metredir.³¹³ Bunun kullanımı şu şekilde açıklanmıştır.

Meselâ bu 'di mahalde vaki' bir havan veya topun kaleye atışı yahud da mâni rü'yet³¹⁴ olunduğu anda sâniyeli saate nazar olunub anların sedâsı farazâ beş sâniye zamânda gelse iş bu aded-i sâniye zikrolunan saniye-i vahid zamânının akdâm mesâfesinin darbı alındukda hâsıl olan iş bu 4450 kadem havan veya top-u mezkûrun takriben bu 'd-u mesâfesi olur.

Havadaki ses hızından faydalanarak mesâfenin de ölçülebileceğini söyleyerek, askeri bilgiler için gereken bilgileri verdiği inancıyla konuyu burada bitirmiştir.

³¹² Feza Günergun, a.g.m. s.34.

³¹³ Günümüzde bu değer saniyede 343 metre olarak verilmektedir.

³¹⁴ **Rü'yet:** Bakma, görme.

2.3.YAHYA NACİ EFENDİ’NİN HAYATI VE ESERLERİ

Yahya Naci Efendi’nin hayatı ile ilgili kaynaklar sınırlıdır. Bununla beraber Mühendishane-i Berr-i Hümayun’da 1804 yılında başhocalık görevine atanmıştır. Mühendishane’de öğrencilere Fransızca ve Fransızca ders kitaplarından doğa bilimlerini öğretmeye başlamıştır. 1821 yılında ise Divan-ı Hümayun Tercümanlığına getirilmiştir. 1824 senesinde ise vefat ettiği belirtilmektedir.³¹⁵ Bilinen iki eseri vardır. Bunlar 1809 yılında yazılan *Risâle-i Hikmet-i Tabîyye* ve 1812 yılında yazılan *Risâle-i Seyyale-i Berkiyye* adlı eserlerdir.

2.3.1. Risale-i Hikmet-i Tabîyye

Risâle-i Hikmet-i Tabîyye adlı eserinde fizik kuralları incelenmiştir. Özellikle aklı silahlar konusunu inceleyen Yahya Naci Efendi, bunların prensiplerini modern fizik ve kimya kavramları temelinde ortaya koymaya çalışmıştır. Eseri balistik faaliyetlerinde kullanılabilecek harici balistikten ziyade dâhili balistik alanındadır.

*Cism-i sâkıt sür‘atinin tezâyüd-i*³¹⁶ nisbeti:

*Galilos nâm hakîm İtalya’da ve ona ittibâ‘en*³¹⁷ *diğer hükemâ-yı France ve İngiltere memleketlerinde mürtfei‘ kulelerden ecsâm-ı müteaddideyi*³¹⁸ *iskât idüp ecsâm-ı sâkıtanın ikinci sâniyede kat‘ eyledikleri mesâfe evvelki sâniyede kat‘ eyledikleri mesâfenin üç misli ve üçüncü sâniyede kat‘ eyledikleri mesâfe evvelki sâniyede kat‘ eyledikleri mesâfenin beş misli ve dördüncü sâniyede kat‘ eyledikleri*

³¹⁵ F. Ebru Ademoğlu, *Yahya Naci Efendi ve Modern Fizik Konusundaki Türkçe Eseri*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 2001.s.13-16. Eserin transkripsiyonu tezin içinde mevcuttur.

³¹⁶ **Tezâyüd:** Çoğalma.

³¹⁷ **İttibâ’:** Tâbî olma.

³¹⁸ **Müteaddide:** Bir çok.

*mesâfe evvelki sâniyede kat' eyledikleri mesâfenin yedi misli olduğunu müşâhede ve mesâha edüp sür'at-i cismi sâkıtın sâniyeden sâniyeye ve mutlaka ezmine-i mütesâviye-i müteakibede tezâyüdi ikişer ikişer tefâzul ile iş bu 1,3,5,7,9 a'dâd-ı müfrede üzere vâki olduğunu bi't-tecrübe isbât eylediler...*³¹⁹

Galileo'nun serbest düşen cisimler için verdiği yasayı onun adını zikrederek anlatan Yahya Naci Efendi, yatay düzleme eğimle atılan cismin hareketini anlatmaya geçmiştir. Önce yine meşhur gemi direğinden bırakılan taşın hareketiyle başlamıştır ve atış hareketinin de bu şekilde bir *acîbe* hareket olduğunu anlatmıştır. Diğer kısımda ise batıda yapılan deneylerle serbest düşmede ne kadar yol kat edildiği sorusuna geçmiştir. İlk saniyede *15 kadem-i Francevi ve 1 Parmak*³²⁰lık yol aldığını söylemiştir. Bu değer Arz'ın kütle çekim kuvvetinin sebep olduğu yer çekimi ivmesi olan ve metrik sistemde $9,8 \frac{m}{s^2}$ olan ifadenin yarısıdır. Bundan sonra kısa bir şekilde merkezi kuvvetler etkisindeki hareketi anlattıktan sonra, özellikle barut ve havanın özelliklerini anlattığı kimya konularına geçmiştir.³²¹ Bunlar dâhili balistiğe giren konulardır.

³¹⁹ F. Ebru Ademoğlu, 2001, s.76.

³²⁰ F. Ebru Ademoğlu, a.g.t., s.79.

³²¹ Transkripsiyon için Bkz. F. Ebru Ademoğlu, a.g.t.

2.4.BAŞHOCA İSHAK EFENDİ’NİN HAYATI VE ESERLERİ

Tarihçiler, Başhoca İshak Efendi’nin (1774-1836) hayatı, ilk tahsili gibi konularda farklı görüşleri savunmuşlardır. İshak Efendi’nin adına ilk olarak Cevdet Paşa’nın *Tarih-i Cevdet* adlı çalışmasında rastlanmıştır. Cevdet Paşa, İshak Efendi’nin Divân-ı Hümâyûn’a tercüman tayin edildiğini ve kendisinin “Yanyalı Muhtedi” olduğunu söylemiştir. Lütî Efendi ise *Tarih-i Lütî* adlı tarih kitabında, İshak Efendi’nin Divân-ı Hümâyûn tercümanlığı sırasında Balkanlara gönderildiğinden bahsetmiştir. Daha sonra Şemseddin Samî Bey, İshak Efendi’yi tanıtan bir yazı yazmıştır. Ancak bu yazıda İshak Efendi’ye ait olmayan bir eser de yanlış olarak ona atfedilmiştir. *Osmanlı Müellifleri* adlı eserin yazarı Bursalı Mehmet Tahir Bey, İshak Efendi’nin Karlovalı bir Müslüman-zâde olduğunu, Kitabî-i Şehriyarî İsmet Efendi’den işittiğini söylemiştir.³²²

Çocukluğu ve ilk tahsili ile ilgili farklı bilgiler olsa da, Mühendishâne’de bulunduğu süre zarfından ölüm tarihi olan 1836’ya kadar olan bilgiler kesindir. Mühendishâne’ye ne zaman başladığı tam olarak bilinmemekle birlikte, 1806 ve 1815 yılları arasında Mühendishâne’de olduğu silsile kayıtlarından anlaşılmaktadır. Bu kayıtlara göre, 25 Aralık 1806 tarihinde Mühendishâne’de üçüncü sınıfta mülazımken ikinci sınıfa şakird olarak terfi etmiştir. 18 Temmuz 1812 tarihinde bu sınıfta üçüncü mülazım olmuş ve 26 Aralık 1814 tarihinde birinci sınıfa geçmiştir.³²³ Mezuniyet tarihi tam olarak bilinmemektedir.

İshak Efendi, Osmanlı Devleti’nin en önemli kurumlarından birisi olan Divân-ı Hümâyûn tercümanlığı görevine 1823 yılında getirilmiştir. Tercümanlığı

³²² Ekmeleddin İhsanoğlu, 1989, s.2-3.

³²³ Ekmeleddin İhsanoğlu, a.g.e., s.9.

1821 yılına kadar Fenerli Rumlar getirilmekteydi. Ancak bu tarihten sonra Müslümanların bu göreve getirilmesi kararlaştırılmıştır. İshak Efendi'nin bu göreve getirilmesini Yahya Naci istemiştir. 1824 yılından 1829 yılına kadar bu görevine devam etmiştir. İshak Efendi 1829 yılında Balkanlar'a gönderilmiştir.³²⁴

İshak Efendi, düzeni bozulan Mühendishâne'yi tekrar düzene koymak şartıyla ve aksi durumda cezalandırılacağı belirtilerek, 1830 yılında Başhocalık mevkiine getirilmiştir. Başhoca İshak Efendi'nin ilk işi yetersiz gördüğü hocaları görevlerinden azletmek ve Mühendishâne'ye yeni bir düzen getirme girişimleri olmuştur.

Bu dönemi J. de Kay şu şekilde anlatmıştır.

*Türk Yüksek Okulu'nu ziyarette gittik. Müdürü sorduğumuzda, bizi yüksekçe bir ayakkabı yığınının üzerinden atlayarak geçtiğimiz kapıdan geniş halı ile döşeli ve bizim kolejlerimizdeki konferans salonuna benzeyen bir salona buyur ettiler. İshak Efendi büyük bir yazma kitaptan sesli şekilde cümleler okumaktaydı. Etrafımızdaki manzara oldukça ilgi çekiciydi, odada 50-60 kadar öğrenci vardı. Bunlardan bazıları, görünüşe göre 20-25 yaşları arasında genç adamlardan ve bazıları da 15 yaşında delikanlılardı. Birçoğunun üniformalarından ordunun muhtelif sınıflarına ait subaylar olduğu anlaşıyordu.*³²⁵

Bu görüntüden de anlaşılacağı üzere askeri eğitim, modern bilimin üzerine inşa edilmeye çalışılmaktadır. Başhoca İshak Efendi, bu konulara önemle yaklaşmış ve bilimsel eğitimi temel alan bir sistem oturtmaya çalışmış gibi görünmektedir.

³²⁴ Ekmeleddin İhsanoğlu, 1989, s.17-18.

³²⁵ Ekmeleddin İhsanoğlu, a.g.e., s.23.

İshak Efendi eserlerinin çoğunu Başhocalığı sırasında yazmıştır. İki kitabını ise Divân-ı Hümâyûn tercümanlığı sırasında kaleme almıştır. Bunlar *Rekzi ve Nasbu'l-Hıyam* ve *Tuhfetü'l-ümerâ fi Hıfz-ı kıla'* adlı iki kitaptır. Başhocalık döneminde yazdığı ilk eser *Medhal fi'l Coğrafya*'dır. Bu eser Hüseyin Rıfkı Tamanî'nin astronomi ile ilgili bir kitabının coğrafya kısmının özetidir. *Usul üs-siyağa* adlı Fransızca kaynaklardan derleyip tercüme ettiği kitabı, top dökümcülüğüne ait bir eserdir. Eserde top dökümünde kullanılan madenler yazılmakla beraber o zamana kadar kullanılan yöntemler tanıtılmaktadır.³²⁶ *Usûl-i İstihkâmât* adlı eseri yeni usul istihkâmlarla ilgilidir. Belvan adında Fransız bir mühendis tarafından yazılmış olan eserden tercüme ettiğini, kitabın başında söylemiştir. Kitap 463 sayfa ve 21 tablodan oluşmuştur. Kitapta savaş sanatına dair ayrıntılı pek çok açıklama vardır. *Aksü'l-Merâyâ fi Ahzi'z-Zevâyâ* adlı kitabı 1248/1833 yılında tamamlanmıştır. Bu eserde mesafe ölçme aletlerinin kullanımı konusu işlenmiştir. Paralaks açısı, gezegenlerin görünür çapları, görünür ufuk ve gerçek ufuk, oktant ve sekant aletleri gibi pek çok konu bu eseredir.³²⁷ Bununla beraber henüz yazma veya basılı bulunamayan ancak kendisinin yazdığı, *Küre, Hikmet, Oktant ve Sekant* adında bazı risalelerinin var olduğu değişik kaynaklarda belirtilmektedir.³²⁸

Bütün eserleri arasında, bizim de tezimizde derinlemesine incelediğimiz eseri, *Mecmûa-i Ulûm-i Riyâziye* adlı eseri şüphesiz çok önemli bir eserdir. Bu eser, dört ciltten oluşmuştur. Birinci ciltte hesap, geometri ve cebir konuları vardır. İkinci cilt, trigonometri, konikler, diferansiyel ve integral hesap, cisimlerin hacimleri gibi

³²⁶ Ekmeleddin İhsanoğlu, 1989, s.37.

³²⁷ Ekmeleddin İhsanoğlu, a.g.e., s.41.

³²⁸ Ekmeleddin İhsanoğlu, a.g.e., s.42.

konular ele alınmıştır. Detaylı olarak inceleyeceğimiz üçüncü cilt fizik konularına ayrılmıştır. Birinci makale, daha çok felsefî nitelikte olup, mekan, cisim, heyula gibi konularla başlamıştır. Devamında boşluk-doluluk, heyulanın bölünmesi, cisimlerin yoğunlukları ve ataleti gibi konuları açıklamıştır. İkinci makale cisimlerin hareketi ile ilgilidir. Burası tezimizin devamında detaylı bir biçimde anlatılmıştır. Hareketten sonra, basit makineler ele alınmıştır. Mekanik konularının incelenmesi bu bölümdedir. Burada sürtünme, akışkanlar mekaniği, gazların mekaniği, optik konuları incelenmiştir. Son cilt, ateşli cisimleri, yani ısı ve sıcaklık konularını ele alarak başlamıştır. Bundan sonra elektrik, küresel trigonometri, astronomi ve bazı kimyasal konular incelenmiştir.³²⁹

2.4.1. Mecmûa-i Ulûm-i Riyâziye

“Usûl-i hikmet-i tabîyeden³³⁰ hareket-i ecsâma müteallik olan keyfiyyete hâvi³³¹ makale-i saniyen.” diyerek başladığı makalenin mukaddimesinde, kısaca bir önceki bölümü ve bu makalede nelerin anlatılacağı açıklanmıştır. Birinci kısım:

Bâb-ı evvel hareket beyânındadır:

*Bir cismin bir mekândan bir mekân-ı âhere intikâline *hareket* bir mekânda karâr ve istimrârına³³² *sükûn* tesmiye olunur ve hareket-i mutlakadan³³³ dört şey yani, hareket-i mahsusa³³⁴ ve cihet ve sür'at ve mikdâr-ı hareket³³⁵ teferru³³⁶ ederek*

³²⁹ İçindekilerin daha detaylı bilgisi için bkz. Melek Dosay Gökdoğan, “Mecmûa’-i Ulûmu Riyâziye”, *Düşünen Siyaset 4*, Ankara 2002, S.16.

³³⁰ **Hikmet-i Tabîyye:** Fizik bilgisi.

³³¹ **Hâvi:** İhtiva eden, toplayan.

³³² **İstimrâr:** Bir düzeye devam etme, sürme.

³³³ **Hareket-i mutlaka:** Mutlak Hareket, hareketli noktanın hareketsiz noktalara göre hareketi.

³³⁴ **Hareket-i mahsusa:** Kendine has hareket.

cisimlerin atâlet hassalarından³³⁷ yani her bir cisim olduğu halde kalmaya mâil³³⁸ olmak hassa-i müşterekesinde iş bu netice-i âtfîye³³⁹-i vazîha istintâc³⁴⁰ olunur. Bu paragrafı sonuçlar takip etmektedir.

1. Netice: Bir cism-i sâkini³⁴¹ tahrik edecek bir kuvvet-i hârîce³⁴² bulununcaya değin sükûnet üzere olur.

2. Netice: Bir cism-i müteharriki³⁴³ iskân edecek bir kuvvet-i harice bulununcaya değin hareket üzere olur.

3. Netice: Bir cism-i müteharrikin sür'atı bir kuvvet-i hârîce ile tezâyüd³⁴⁴ veya tenâkus³⁴⁵ buluncaya değin 'alî hale gelir.

4. Netice: Bundan zâhir olur ki bir cism-i müteharrikin sıklet ve mukâvemet ve temâs ve sâir mevânî'den sâlim olsa daimâ harekette olabilir...

Devamında uzun uzadıya, sürtünmesiz ortamda hareket eden cismin her hangi bir engelle karşılaşmadığında sonsuza kadar gideceği anlatılmıştır. Burada havası çıkarılmış bir ortamda sürtünmenin olmadığı anlatılmıştır.

5. Netice: Bir cisim bir cihete hareket olsa bir kuvvet-i harice, cihetini mahv edinceye değin ol cihetin istikâmetinden inhirâf³⁴⁶ edemez...

³³⁵ **Mikdâr-ı hareket:** Momentum.

³³⁶ **Teferru':** Bir çok kısımlara ayrılma.

³³⁷ **Hassa:** Nitelik, kuvvet, güç.

³³⁸ **Mâil:** Hevesli, istekli, eğimli.

³³⁹ **Âtfî:** Gelecek.

³⁴⁰ **İstintâc:** Netice, çıkarma, çıkarılma.

³⁴¹ **Cism-i sâkin:** Durgun cisim.

³⁴² **Kuvvet-i hârîce:** Dış kuvvet.

³⁴³ **Cism-i müteharrik:** Hareketli cisim.

³⁴⁴ **Tezâyüd:** Çoğalma, artma.

³⁴⁵ **Tenâkus:** Azalma.

³⁴⁶ **İnhirâf:** Sapma, eğrilme.

İlk makalesine hareketin temel özelliklerini veren Hoca İshak Efendi, eylemsizlik ilkesi ve boşlukta hareketin sonsuza kadar süreceği gibi hareket yasalarının tanımını vermiştir.

Bâb-ı Sâni Sür‘at Beyânındadır:

*Bir cismin üzerine hareket eylediği hattın nikat³⁴⁷-ı mütevâlîyesi³⁴⁸ mecmû‘na *zamân* ve ol zamân içinde hareketiyle kat‘ eylediği eczâ-i mekâniyye mecmû‘na *mesâfe* ve zamân-ı mezkûrun bir cüzü mahdûdunda³⁴⁹ kat‘ eylediği mekânın eczâsı mecmû‘na *sür‘at* tesmiye olunur.*

Bölüme bu açıklamadan sonra bir örnekle devam etmiştir. Bir dakikada on beş kadem yol alan bir hareketli dört dakikada altmış kadem yol alıyorsa bu *hareket-i müteşâbih*” yani sabit hızlı harekettir. Buradaki on beş ise hareketlinin hızıdır. Hızı anlatmaya teorik problemle devam edilmiştir.

Da‘vâ-i Nazarî:

Hareket-i müteşâbihede mesâfenin mikdârı zâmanın sür‘ate darbın hâsılına müsâvi olur. Bu teoriyi modern notasyonla gösterirsek $x = v.t$ olur. Burada x gidilen yol miktarı, v hız ve t zamandır. Burda daha detaylı anlattığı bu teorinin neticelerine geçmiştir.

1.Netice: Sürat s ve mesâfe f ve zamân n harfiyle iş‘âr olunsa dört da‘vada isbât

olunduğu üzere $f = n \times s$ olmagla $s = \frac{f}{n}$, $n = \frac{f}{s}$ olur, yani sür‘at mesâfenin zamân

üzerine ve zamân mesâfenin sür‘at üzerine taksiminin hâric-i kısmetine müsâvî olur.

³⁴⁷ **Nikat:** Noktalar.

³⁴⁸ **Mütevâlî:** Art arda gelen.

³⁴⁹ **Mahdûd:** Sınırlanmış.

İshak Efendi'nin bu konuyla ilgili verdiği beş sonuç daha vardır. Bunlar da üstte verilen hareket denklemlerinin birer tanımlaması şeklindedir. Hızı anlatan Başhoca, konuya *hareket mikdârî*³⁵⁰ ile devam etmiştir.

Bâb-ı sâlis hareket mikdârı beyânındadır:

*Bir cismin hareketi şiddetle cism-i âher üzerine te'sîr eylese iş bu şiddete ol cismin *te'sîri* tesmiye olunur. (İmdî) bir cismin te'sîri cism olduğu haysiyyetiyle olmayub ancak hareketinden neş'et³⁵¹ etmekle cisimlerin te'sîrî mikdâr-ı hareketden hâsıl olarak onunla mütenâsib olur.*

Da'vâyî Nazarî: Bir cismin mikdâr-ı hareketi cevherinin³⁵² sür'atine darbin hâsıluna müsâvî olur. Bundan sonra İshak Efendi bunu örnekle açıklamıştır. Üç kıyye³⁵³ ağırlığında bir cisim saniyede beş ba'³⁵⁴ hızla gidiyorsa, bunun hareket miktarı yani momentumu on beş olacaktır.

Teorik bilginin devamında yine sembolleştirmeye gitmiştir ve *cevher c, sür'at s harfiyle iş'âr oluna mikdâr-ı hareket = $c \times s$ olub matlûb sabit olur*. Bu şekilde teorik problemi momentumun denklemiyle bitirmiş ve bunu yedi tane sonuçla açıklamıştır. Örneğin üçüncü sonuç *üç kıyye vezninde olan cismin sür'ati bin kere teksîr³⁵⁵ olunsa te'sîri bin kıyye vezninde olan cismin te'sîrine müsâvî olur*. Buradan bir de son neticeyi verecek olursak, her hangi iki değer biliniyorsa momentum denkleminde üçüncü bilinmeyen bulunabilmesi ile ilgilidir. (Şöyle ki) *On kıyye vezninde bir cism olub bir dakika zamânda yikirmi ba' mesâfe kat' eylese $10 \times 20 = 200$ olub mikdâr-ı*

³⁵⁰ **Hareket Mikdârı:** Momentum.

³⁵¹ **Neş'et:** Meydana gelme, ileri gelme.

³⁵² **Cevher:** Kütle.

³⁵³ **Kıyye:** Ağırlık birimi.

³⁵⁴ **Ba':** Uzunluk birimi. 1 ba' = 1,875 m.

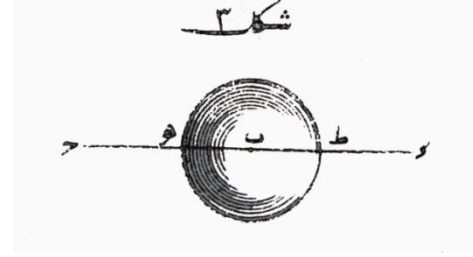
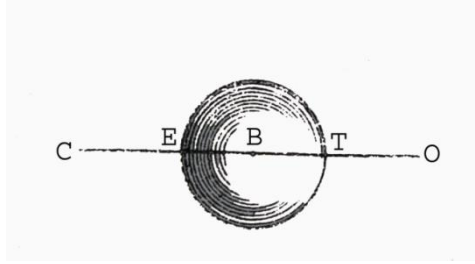
³⁵⁵ **Teksîr:** Çoğaltma.

hareket olur $\frac{200}{10} = 20$ mikdâr-ı sür'at ve $\frac{200}{20} = 10$ mikdâr-ı cevher olur, diyerek

Momentum konusu bitirilmiş ve basit hareketle birleşik hareketin anlatıldığı konuya geçmiştir. Bu konu Hoca İshak Efendi tarafından çok detaylı ve uzun bir şekilde anlatılmıştır. Burayı biraz daha özetle ve uzatmalardan kaçınarak vereceğim.

Bâb-ı râbi' hareket-i basîte ve mürekkebe beyânındadır:

*Bir cismi harekete icbâr³⁵⁶ eden herhangi sebebe kuvvet ve ol kuvveti ahz ile cismin hareketini ibtâle meyil eden sebebe mukâvemet tesmiye olunur ve bir cism-i müteharrikin hareketi bir cihette olur ise *hareket-i basîte ıtlâk olunur... diye başlamaktadır. Kuvveti ve direnci de tanımladığı bu cümlede basit hareketi anlatmaktadır.*

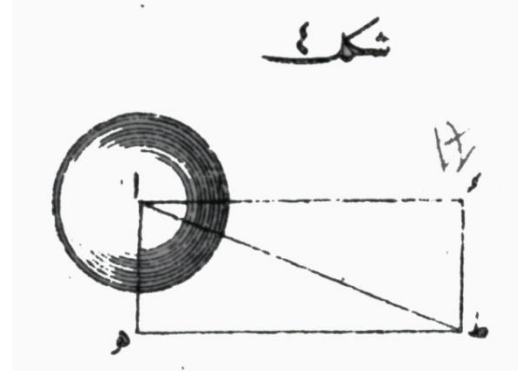
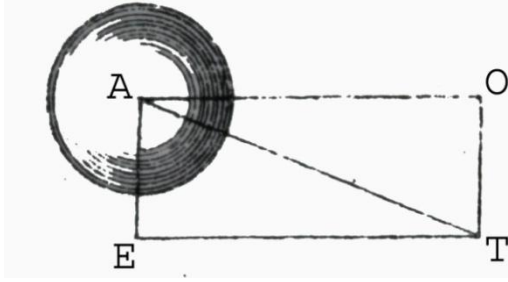


Şekil 9.

Burada B noktasında bulunan cismin yalnızca BC hattında hareket etmek zorunda olması durumunda ya E noktasına doğru ya da O noktasına doğru hareket etmelidir. Buna basit hareket denir. Burada B noktasındaki cisme, C ve O hatlarında kuvvet uygulansa doğal olarak kuvvetin büyük olduğu yere doğru cisim hareket eder. Eğer cisim açılı oluşturacak bir şekilde hareket ederse buna birleşik hareket denir.

³⁵⁶ İcbâr: Zorlama.

1. *Da‘vâyi Nazarî: Bir cism bir zâviye-i kaime³⁵⁷ ihdâs eden iki hatt-ı müstakim³⁵⁸ cihetleri üzerine harekete mecbûr olsa hatteyn-i mezkûreteyn³⁵⁹den hâsıl olan mustatîl³⁵⁹ kutru³⁶⁰ cihetine hareket eder.*



Şekil 10.

A cisminde, EAO dik açısını oluşturan, AO ve AE hatları boyunca kuvvet uygulansa, İshak Efendi'nin deyimiyile bu yönlere *harekete mecbûr* olsa, AETO dikdörtgeninin AT köşegeni doğrultusunda hareket eder. Bunun ispatı şu şekilde gösterilmiştir. A cisim 1 saniyede O noktasına ve E noktasına gidebilirse, cisim AO hattına paralel $AO=ET$ ve $AE=OT$ eşitliklerinden faydalanarak günümüz için paralel kenar yöntemi de denilen, vektör toplamına tekabül etmektedir. Hoca İshak Efendi bunu uzun uzadıya anlattıktan sonra ikinci teorik probleme geçmiştir. İkinci teorik problemde ise aralarındaki açı dik olmayan iki kuvvetin etkisi altındaki cisim incelenmektedir.

2. *Da‘vâ-yi Nazarî: Her hangi cisim zâviye-i hâdde³⁶¹ veya münferice³⁶² ihdâs eden iki kuvvet ile sevk olursa kuvveteyn-i mezkûreteynin dıl'larından hâsıl olan*

³⁵⁷ **Zâviye-i kaime:** Dik açı.

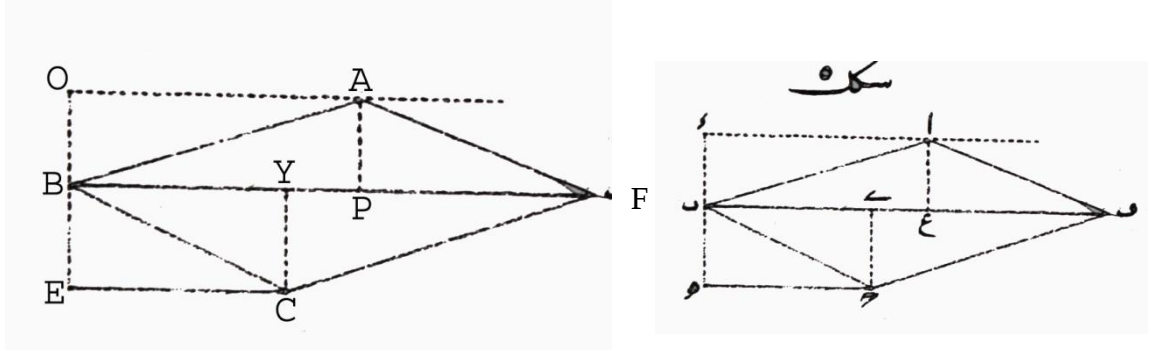
³⁵⁸ **Hatt-ı müstakim:** Doğru çizgi.

³⁵⁹ **Mustatîl:** Dikdörtgen.

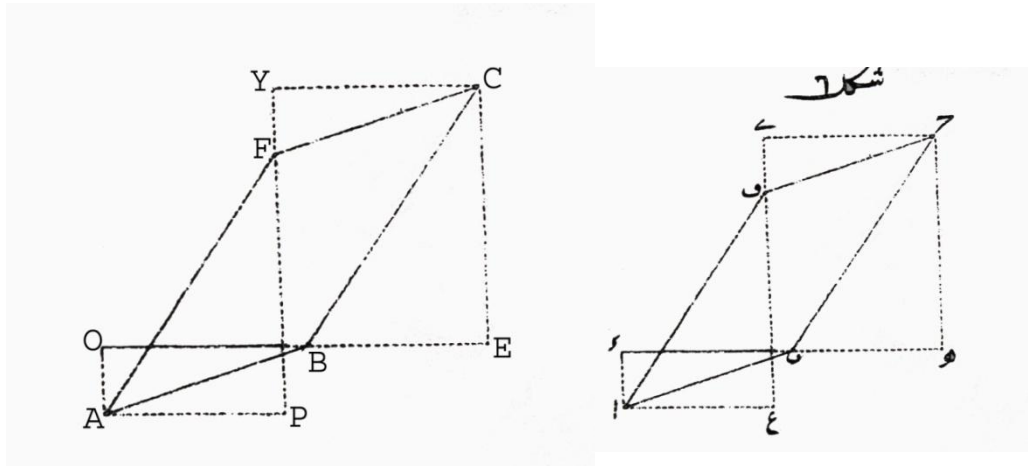
³⁶⁰ **Kutr:** Köşegen.

³⁶¹ **Zâviye-i hâdde:** Dar açı.

*mütevâzi'l-adlâ'in*³⁶³ kutru üzerine hareket eder... diyerek başlamış ve iki şekille bu konuyu anlatmıştır.



ŞEKİL 11.



ŞEKİL 12.

Şekil 11 ve 12'de B noktasındaki cisme BA veya BC kuvvetleri, dar açı oluşturacak veya geniş açı oluşturacak şekilde etki etmektedir. ABCF paralelkenarları üzerinde etki eden bu kuvvetlerin vasıtasıyla B cismi BF köşegenleri üzerinde hareket eder. Çünkü BF köşegeni üzerine OE dikmesi çizildiğinde ve A ve C açılarının baş noktalarından BF köşegenine AP ve YC dikleri çizilip, AO ve EC hatları çıkarıldığında geriye kalan BCY ve APF üçgenleri birbirine eşittir. Üçgenlerin

³⁶² **Zâviye-i münferice:** Geniş açı.

³⁶³ **Mütevâzi'l-adlâ':** Paralelkenar.

eşitlik kurallarından yararlanarak, $AP=CY$ ve $BO=BE$ hatlarından OBPA ve BECY dikdörtgenleri oluşur. $BY=PF$ olduğundan şekil 11’de $BY+BP=BF$ ve şekil 12’de $BY-BP=BF$ olur. BA kuvveti BP ve BO kuvvetlerinin toplamıdır. BC kuvveti ise BY ve BE kuvvetlerinin toplamına eşittir. Şu halde BA ve BC kuvvetlerinin toplamı BY, BP, BO ve BE kuvvetlerinin toplamı olur. Buradan da BO ve BE birbirine eşit olduğundan birbirlerini yok ederler. Diğer iki kuvvetin toplamının da BF köşegenine eşit olduğu gösterilmişti. Bundan dolayı bu iki kuvvetin toplamı BF köşegenine eşit olmuş olur. Buradan da anlaşılabacağı üzere, Hoca İshak Efendi, verilen kuvvetleri bileşenlerine ayırma yöntemiyle, aralarında açı bulunan iki kuvvetin toplamının, bu açıların tamamlanacağı paralelkenarın köşegeni olduğunu detaylı bir biçimde anlatmıştır. Bu teoreme ilişkin sekiz tane sonuç verilmiştir.

2. *Netice: Şekil 3 ve 4’te AO, AE yahud BA, BC kuvvetlerinin cihetleri yalnız AT yahud BF hâsılına ircâ³⁶⁴ olunabilir. (Ve kezâ) Hâsıl-ı mezkûrun nihayetinden kuvveteyn-i mezkûreteyne münâsib bir zâviye ihdâs eden iki hatt-ı müstakim ihrâc ve onlar ile mütevâzî ‘l-adlâ’nın tekmi³⁶⁵ ve kutru vasl³⁶⁶ olarak kutr-u merkûm hareket-i basîtenin ciheti olmuş olur, yani yalnız bir kuvvetin te’sîri ve ciheti olur. Velhâsıl her bir hareket veya kuvvet-i mürekkebe kuvvet-i basiteye ircâ’ olunabilir.*

Bunun gibi toplam sekiz sonuç verilmiştir. Tekrardan aynı konuları anlatmamak adına sadece bu neticeyi vermek yeterli olacaktır. Neticelerin sonunda bir uyarı kısmı vardır.

Uyarı, aslında çok eski zamanlardan beri tartışılan bir problemdir. Dünya’nın döndüğünü iddia edenlere karşı ileri sürülen bir argümanın cevabıdır. Eğer dünya

³⁶⁴ **İrcâ** ‘: Döndürme, geri getirme.

³⁶⁵ **Tekmîl**: Bitirme, tamamlama.

³⁶⁶ **Vasl**: Birleşme, ulaştırma.

dönüyor ise nasıl oluyor da zıpladığımız anda aynı noktaya düşüyoruz. Bunun cevabını da yine eski örneklerden bir cevapla vermiştir ve İbrahim Müteferrika'nın da değindiği gemi örneğini uyarısına koymuştur.

Tenbih: Zikrolunan kuvvetlerin işbu hall-ü terkipleri³⁶⁷ ilm-i hikmette ecrâm-ı semâviyye ve ecsâm-ı arzîyyenin bahislerinde medâr-ı³⁶⁸ küllî olur. (Şöyle ki) Âtîde beyân olunacağı üzere ecrâm-ı semâviyyenin iki kuvvetleri olarak biriyle merkeze sevk ve diğeriyle merkezden tard³⁶⁹ olunarak iş bu kuvvetler ile cihetlerden hâsıl olan şekil mütevâzi'l-adlâ'nın kutru istikâmetine harekete mecbûr olmagla ecrâmı semâviyyenin hareketleriyle resm olunan münhaniyyenin sathında hareketleri hall olunarak mailen³⁷⁰ olur. Ve keza deryâda vâki' olan efendilerin hareketi dahi mezkûr kuvvetlerin hallinden hâsıl olur ve kâffe-i ecsâm-ı arzîyyenin bir cihette yani ufka mâ'il veya müvâzî olan hareketleri iki kuvvetlerden hâsıl olarak biri ufka 'amûden ve diğeri ufka mâ'il veya müvâzî olur. (Ve işbu) kuvvetler ile hareketin kat' eylediği mesâfenin her bir noktasında iki kuvvetler ile iki cihetlerden hâsıl olan mütevâzi'l-adlâ'nın kutru resm olunur. (Ve kezâ) Bir sefinenin rüzgârların te'sîrleriyle olan ufkî hareketinde direk başından bir kimse düşse deniz içine düşmesi lazım iken düşmeyub zikrolunan direğin dibine düşmesi ancak hareket-i ufkî ve amûdisinin cihetlerinden hâsıl olan mütevâzi'l-adlâ'nın kutrunun istikâmetinde seyr ü hareketinden neş'et eder. (Şöyle ki) Şahs-ı mezkûrun sükûtu altmış kadem irtifâ'ından olduğu ve sefine-i mezkûrenin vukufu ve şahs-ı mezbûrun asıl sıkleti farz olundukda mahallinde beyân olunacağı üzere iki sâniye zarfında her merkûm-u direğin dibine sukut eder. (Ve Sefine-i) Merkûme sür'at-i mütesâvîye ile müteharrik ve her iki saniyede yüz kadem

³⁶⁷ **Terkîb:** Birkaç şeyi birleştirip karışık bir şey meydana getirme.

³⁶⁸ **Medâr:** Bir şeyin üzerinde hareket edeceği yer.

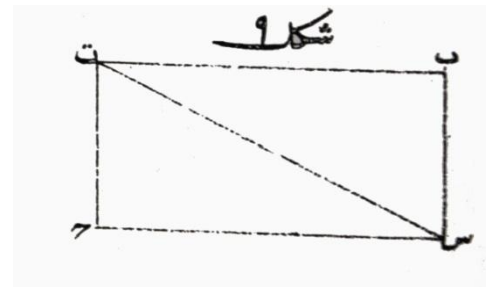
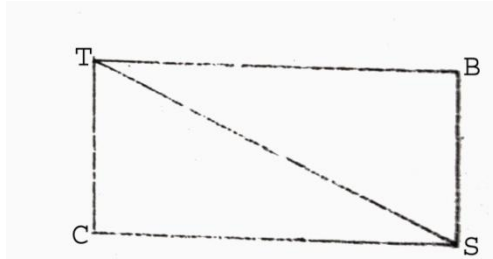
³⁶⁹ **Tard:** Uzaklaştırma, sürme.

³⁷⁰ **Mâilen:** Eğri.

mesâfe kat' eder farz olundukda şahs-ı merkûm kendi sıkletiyle iş bu direğin dibinden yüz kadem bu'd mesâfede denize düşmek icâb eder ise de düşmeyub yine direğin dibine sukutu bir mustatîlin kutrû sukutu lâzım gelip mustatîl-i mezkûrun dıl'ı ufkîsiyle şahs-ı mezbûr ile sefine-i merkûme kuvvetleri ba'îd bir kuvvet-i müştereke iş'ar olunub kuvveti mezkûre ile iki saniye mikdârında yüz kadem mesâfe kat' olunur ve dıl'-ı âher ile sıkletten ibâret kuvvet-i amûdi iş'ar olunub kuvvet-i merkûm ile şahs-ı mezkûrun zamân-ı mezbûrda amûden hareketiyle altmış kadem mesâfe kat' olunur.

Bu konudaki üçüncü ve son teorem de şu şekilde verilmiştir.

Da'va-yi Nazarî: Hareket-i mürekkebenin tereküb eylediği iki kuvvetin ol kuvvetler ile hâsıllarından hâdis olan zâviyelerin ceybleriyle³⁷¹ mütekâfiyen mütenâsib³⁷² olurlar ve yine kuvveteyn-i mezkûreteynden her birinin onlardan hâsıl olan kuvvete nisbeti ol kuvvetlerden biriyle kuvvet-i hâsıladan hâdis olan zâviye-i ceybinin kuvveteyn-i merkûmeteynden hâdis olan zâviye ceybine nisbeti



Şekil 13.

gibi olur. Buradan sonrasına günümüz sembolleriyle devam edersek, şekil 13'te BTS

açısı α , CTS açısı β olmak üzere $\frac{TB}{TC} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$ olur. $\frac{TB}{TC} = \frac{TB}{2} : \frac{TC}{2}$ ve de

³⁷¹ Ceyb: Sinüs.

³⁷² Mütekâfiyen mütenâsib: Ters orantılı.

$TB.\sin \alpha = TC.\sin \beta$ olur. Bir dikdörtgenden faydalanarak, açılarının sinüsleri ve yine bileşkeleri ile birleşik hareket ifade edilmiştir.

Bunun iki sonucu verilmiş ve örneklerle anlatılmıştır.

Netice: Kuvveteyn-i mezkûreteyn ile kuvvet-i hâsıladan hâdis olan iki zâviyelerden yani işbu makâdîr-i erbaadan her hangi üçü aded cihetiyle ma'lûm olsa erba'a-i mütenâsibe kaidesiyle dördüncü dahi ma'lûm olur. (Farazâ) TB hattıyla CTS ve BTS zâviyeleri ma'lûm olsa iş bu $\frac{ceyb - iCTS}{ceyb - iBTS} = \frac{TB}{BS} = TC$ tenâsübüyle TC hattının mikdârı ma'lûm olur.

Bu konuda kuvvetlerin toplanması veya çıkarılması, bileşke vektörlere ayırma yöntemiyle etraflıca kanıtlanmıştır. Bundan sonra Kitapta ivmeli hareket anlatılmaya başlanmıştır.

Bâb-ı Hams Hareket-i Mütesâvî'l-sür'at³⁷³ Beyânındadır:

**Hareket-i Mütesâvî'l-sür'at* Oldur ki bir cism-i müteharrikin her anda tahsîl eylediği sür'atın derecesi müsâvî ola ve eğer her anda sür'atın bir mikdârı ale't-tesâvî zâyi' olarak hareket eylese ol harekete *mütesâvî-l bitâne³⁷⁴* denilur.*

Bu tanımlama yapıldıktan sonra iki teorem ve bunların sonuçları verilmiştir. İlk teorem zamanların hızlarla değişiminin nasıl olduğunu söylemektedir.

Da'va-yi Nazarî: Mütesavi'l-sür'at hareketlerde sür'atler ezminenin³⁷⁵ nisbeti üzere mütezâyid³⁷⁶ olurlar. (Zirâ) Cism-i müteharrikin evvelki anda tahsîl eylediği sür'at

³⁷³ **Mütesâvî'l-sür'at:** Sabit ivmeli hareket. (Burada düzgün hızlanan hareket için kullanılmıştır.)

³⁷⁴ **Mütesâvî-l bitâne:** Düzgün yavaşlayan hareket.

³⁷⁵ **Ezmine:** Zamanlar

bir derece ve an-ı sanîde dahi yine bir derece tahsîl olunarak an-ı sanînin nihayetinde iki derece sūr‘at tahsîl etmiş olur. Sâlisin nihayetinde dahi kezâlik bir derece tahsîl ile üç olarak ve hakezâ olmagla sūr‘atlerin tezâyûdü zamânların nisbetinde olub matlûb sâbit olur.

Netice: Hareket-i mütesâvî‘el-sūr‘atde sūr‘atlerin tezâyûdü a‘dâd-ı tabîiyyenin tenâsüb-üadedileri üzerine: 1, 2, 3, 4, 5, vb olur.

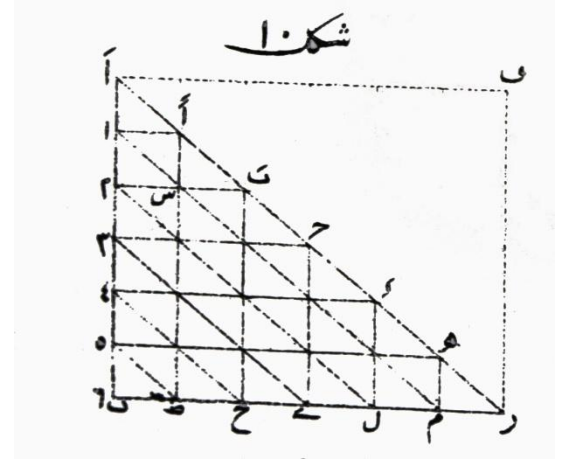
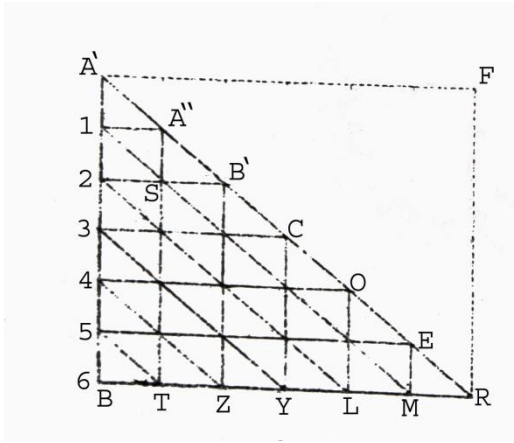
Burada anlatıldığı üzere, zaman arttığı zaman hız da doğru orantılı ve eşit şekilde artmaktadır. İkinci teori ise, ivmeli harekette alınan yolların zamanla ilişkisi çok uzun bir şekilde anlatılmaktadır.

Da‘va-yi Nazarî: Hareket-i mütesâvî‘l-sūr‘atde her bir zamânın nihâyetinde kat‘ olunan mesâfelerin tezâyûdü a‘dâd-ı efrâdın³⁷⁷ tenâsüb-ü adediyeleri üzere olur.

Sabit ivmeli harekette yolların tek sayılarla orantılı olacak şekilde artması Hoca İshak Efendi tarafından geometri kullanılarak, uzun bir şekilde ispat edilmiştir. Buradaki ispatı mümkün olduğunca kısaltmaya çalışarak vereceğim.

³⁷⁶ **Müteẓâyid:** Çoğalan, artan.

³⁷⁷ **A‘dâd-ı efrâd:** Tek sayılar.



Şekil 14.

Şekil 14’de $A'B$ arası 6 eşit parçaya bölünmüş olsun ve bu düşey çizgiye $1A''$, $2B'$ vb gibi dik doğrular yatay bir şekilde çizilmiş olsun. Geometride Thales teoremi diye geçen üçgenlerin benzerliğinden faydalanarak, $2B'$, $1A''$ ’nün iki katı ve $3C$, $1A''$ ’nün 3 katı olur. Hoca İshak Efendi devamında ise üçgenlerin benzerliğini tekrarlayarak kenarların oranlarını vermiştir. Daha sonra Hoca İshak Efendi birçok geometrik işlem kullandıktan sonra şunu söylüyor.

Mütesâvi'l-sür'at harekette ezmine-i mahduda kat' olunan mesâfat a'dâd-ı efrâd-ı tabîyyenin yani 1, 3, 5, 7, 9 vb tenâsüb-ü adediyesi üzerine tezâyüd edub matlûb sâbit olur.

Bunun bazı sonuçları da ayrıntılı bir biçimde verilmiştir.

1.Netice: Ezminenin nihayetlerinde kat' olunan mesâfat sarf olunan zamânların murabba'larıyla³⁷⁸ mütenâsib olurlar. (Şöyle ki) Dakika-i evvelde kat' olunan yalnız $A'1A''$ müsellesiyle ve dakika-i saniyenin nihayetinde kat' olunan mesâfe dört müsellesât-ı mütesâviye ile ve dakika-i selâsenin nihayetinde dokuz müselles ile ve hakezâ takdîr olunmagla kat' olunan mesâfâtın 1, 2, 3, 4, 5 vb. ezmineleri murabba'ları olan 1, 4, 9, 16, 25 vb. adadın nisbetinde olur.

³⁷⁸ **Murabba'**: Kare.

2.Netice: Mesâfat-ı mezkûre sür'atlerin murabba'larıyla mütenâsib olurlar. (Şöyle ki) Hareket-i mütesâvî'l-sür'atde sür'atler zamânlarıyla mütenâsib olub mesâfeler dahi zamânların murabba'larıyla mütenâsib olmagla sür'atlerin murabba'larıyla dahi mütenâsib olurlar. (Bu takdirce) Her hangi iki mesâfe F ile B' ve sarf olunan zamânlar N ile N' sarflarıyla iş'âr olunsalar $\frac{F}{B'} = \frac{N^2}{N'^2} = \frac{S^2}{S'^2}$ olur.

Bu tarz ve mahiyette beş tane daha sonuç ve örnek verilmiştir. Bundan sonraki konu ise ağır cisimlerin hareketidir.

Bâb-ı sâdis³⁷⁹ ecsâm-ı sakilenin hareketleri beyânındadır.

*Ecsâm-ı arziyyenin sıkletleri merkez-i arza meyl ü teveccühlerinin³⁸⁰ hassası olub beyân olunacağı üzere her cismin sıkleti cevheriyle mütenâsib olur. (Ve hassa-yi) mezkûrenin ta'bîri sıkl ile sıklet lafzalarıyla olarak ikisi dahi müterâdif³⁸¹ ve ma'nâları bir ise de sıklet lafzıyla sukut eden cism-i mutlak merkeze meyl veya kendisi ve sıkl lafzıyla cevherinin mürekkeb olduğu eczâsının³⁸² mecmû' sıkletleri murad olunur. (Ve bir) cism-i sakile mukavemet ve aşağı nüzûluna³⁸³ mümânaat³⁸⁴ kuvvete vezn³⁸⁵ tesmiye olunarak terazinin bir gözüne bir cisim ve diğerine bir kıyyelik bir cevher vaz' ile cism-i mezkûre mukavemet eder ise ol cisme bir kıyye veznindedir deyu utlak olunarak mütesavi-y-ül vezn *dahi ta'bîr olunur ve bir cismin sıklet-i mahsusası³⁸⁶ hacm-i derûnunda kâin sıkleti olub...*

³⁷⁹ **Sâdis:** Altıncı.

³⁸⁰ **Teveccüh:** çevrilme, yönelme.

³⁸¹ **Müterâdif:** Birbirine bağlı olan.

³⁸² **Eczâ:** Parçalar.

³⁸³ **Nüzûl:** Aşağıya inme.

³⁸⁴ **Mümânaat:** Engel olma, önleme.

³⁸⁵ **Vezn:** Ağırlık.

³⁸⁶ **Sıklet-i mahsusa:** Öz ağırlık.

Hoca İshak Efendi bu bölüme ağırlık, kütle ve öz kütle kavramlarını anlatarak başlamıştır. Buna göre cevher bir cismin kütlesi, sıklet ağırlığı ve cismin kütlesinin hacme bölünmesiyle bulunan miktar ise öz kütledir. Devamında ise 4 teorem ve bunlara ait sonuçlara yer vermiştir.

1.Da'vâ-yi Nazarî: Her cism-i sakilin sukutu mevânî'den sâlim olduğu takdirde sür'ati mütesâviye ile olur. Bunu söyledikten sonra pamuk gibi hafif bir cisimle, kurşun gibi ağır bir cismin *havası tahliye olunmuş* bir ortamda yukarıdan aşağıya serbest bırakıldıklarında aynı anda düşeceklerini kanıtlamaktadır.

Bir sonraki bölümde, ağır bir cismin düşme hızının o cismin ağırlığı veya yoğunluğu ile orantılı olmadığını anlatır. Mesela, 100 kıyye³⁸⁷ ağırlığındaki bir cismin 1 kıyye ağırlığındaki cisme oranı $\frac{100}{1}$ kadardır. Eğer 100 kıyye ağırlığındaki cismin sürati de 100 olsa, momentum 10 000 olmalıdır. 1 kıyyelik ağırlığın hızı da ağırlığı ile orantılı olarak 1 olmalıdır. Ancak momentumları oranı ağırlıklarla orantılı olması gerektiğinden $\frac{100}{1}$ olmalıdır. Ancak hızlar ağırlıkları ile orantılı olsa, momentumları oranı $\frac{10000}{1}$ olurdu. Oysa momentum oranları $\frac{100}{1}$ 'dür. Bundan dolayı düşen cisimlerin hızları ağırlıkları ile orantılı değildir. 2. Teorik problem ise ağırlıkların bulundukları yerle ilgili değişimleridir.

2.Da'vâ-yi Nazarî: Muadil'ün-nehârdan³⁸⁸ bu'dları müsâvî olan mahallerin irtifâât-ı muhtelifelerinde vâki' ecsâmın sıkletleri müsâvî olur. (Zirâ) İki mahallin irtifââtları birbirinin bin misli yani birinin irtifâ'ı aherinin irtifâından bin ba' ziyâde

³⁸⁷ Okka, dört yüz dirhem. 1 okka= 1,282 kg.

³⁸⁸ **Muadil'ün-nehâr:** Ekvator.

olan iki mahalden bir taş salıverilse ikisinde dahi bir dakikada bir mesâfe yani on beş kadem kat' etmekle hacr-i³⁸⁹ mezkûrun mürekkeb olduğu her bir cüz'ü asgarinin mahallin mezkûrunda ale'l-seviye olmakla hacr-i merkûmun sıklığı dahi ale'l-seviye olur. (İmdî) Beyân olunacağı üzere kâffe-i ecsâm-ı arziyye³⁹⁰ ve ecrâm-ı semâviyye³⁹¹ malûmenin sıklıkları merkez sıklıktan bu'dlarının murabbalarıyla mütakâfiyen mütenâsib olub yani bir cismin merkezden bu'du iki olsa sıklığının noksâniyeti dört ve üç olsa dokuz ve hakezâ olub ecsâm-ı sakilenin merkezi beyân olunduğu üzere arzın merkezi olarak zikr olunan alçak mahallerin merkez-i arzdan bu'dları nısf-ı kutr-u arz³⁹² yani $\frac{1}{2} \times 1432$ fersah³⁹³ olub ve mahall-i âherin irtifa'ı bin ba' yani nısf-ı fersâh ziyâde olmakla merkez-i arzdan bu'du 1432 fersah olmagın mahal-i mürefada hacr-i mezbûrun sıklığının alçak mahale sıklığına nisbeti iş bu vechle

$$\left(1432 \times \frac{1}{2}\right)^2 = (1432)^2 = \frac{1}{2} \text{ olur.}$$

Buradan da işlemleri devam ettirince yüksek kesimlerdeki cisimlerin ağırlıklarının azaldığı söylenmektedir. Ayrıca son teoremden de birbirine uzaklık bakımından yakın iki minarenin birbirlerine çekim kuvvetlerinin etkisinin önemsiz olduğunu söylemiştir. Bundan sonraki konu serbest düşmedir.

Bâb-ı sâbi' ecsâm-ı sakilenin tezâyüd-ü sür'atleri beyânındadır.

İlk teorik kısımda düşme yükseklikleri farklı olan cisimlerin düşme noktalarındaki tesirlerinin yani momentumlarının farklı olduğu söylenmiştir. Bir

³⁸⁹ **Hacer:** Taş.

³⁹⁰ **Kâffe-i ecsâm-ı arziyye:** Bütün yersel cisimler.

³⁹¹ **Ecrâm-ı semâviyye:** Göksel cisimler.

³⁹² **Nısf-ı kutr-u arz:** Arzın yarıçapı.

³⁹³ **Fersah:** Uzunluk birimi.

*cism-i sakil farazâ bir hacerin mahal-i sukutuna mürtefi'*³⁹⁴ *oldukça esnâ-yi sukutunda ziyâde zamân sarf olundukca mahal-i sukutuna te'siri ol kadar şiddeti olduğu dâimâ müşâhade olunmaktadır.* İkinci teorik problem ise, *ecsâmın kendi sikletleriyle olan sukutları mütesâvî'l-sür'atdır.* Diyerek başlamıştır. Yani kendi ağırlığıyla serbest düşme hareketi yapan cisimlerin hareketi eşit oranlarda hızlanan, yani sabit ivmeli harekettir. Bu kısımda serbest düşen cisimlerin aldıkları yolların, zamanlarla 1,3,5,7 vb sayılarla orantılı olduğu da söylenmiştir.

*Netice: Mütesâvî'l-sür'at ve mütesâvî'l-bitâne hareketlerde isbât olunan hassalar kezâlik ecsâm-ı sakilenin suûd*³⁹⁵ *ve nüzûlleri*³⁹⁶ *hareketlerinde isbât olunur.* (Şöyle ki evvelâ) *Mevâni'nin adem-i kuvveti farzıyla bir cism-i müteharrikin sukutunda her bir dakika zamânında tahsîl eylediği sür'atlerin tezâyüdü iş bu 1,2,3,4 vb a'dâd-ı tabîiyyenin tenâsüb-ü 'ale'l velâ a'dâdı üzerine olur.* (Sâniyen) *bir cismin sukutuyla bir zamânın nihayetinde kat' eylediği mecmû' mesâfe hareket-i mütesâvî el-aksâm ile kat' ve zamânın nihayetinde tahsîl eylediği sür'at sür'at-i evlîye müsâvî olarak kat' olunan mesâfenin nısfı olup bir cism-i sakilin farazâ bir hacerin sür'ati bir sâniye zamânda 15 kadem mesâfe kat' edub bir sâniyede tahsîl olunan sür'at $2 \times 15 = 30$ olarak iş bu sür'at ile alel-tesâvî hareket ederek bir sâniyede kat' olunan 30 kadem mesâfede hâsıl olan sür'at vâhid farzıyla ikinci sâniyenin nihayetinde 2 ve üçüncünün 3 ve hakezâ olup cismin ikinci sâniyede tahsîl eylediği sür'at hareket-i mütesâvî el-aksâmıyla bir sâniyede kat' eylediği sür'atin dıf'ı olarak $2 \times 30 = 60$ olur.*

³⁹⁴ **Mürtefi':** Yüksek, yükselen.

³⁹⁵ **Suûd:** Yukarı çıkma.

³⁹⁶ **Nüzûl:** Aşağı inme.

Aslında burada anlatılan günümüz gösterimiyle $v = gt$ denklemidir. Burada 30 kadem olarak verilen ve Fransız uzunluğuna göre 1 kadem uzunluğu 0,324 metreye eşit olan, Arz'ın kütle çekimidir. Metrik sistemde 9,72'ye denk gelmektedir. Hızı bulmak için g arzın kütle çekimi her bir zaman miktarıyla çarpılmalıdır. Bundan sonra, serbest düşmede alınan yolun nasıl bulunulacağı konusuna geçilmiştir.

... kat' olunan mesâfat iş bu 1,3,5,7 vb a'dâd-ı efrâd-ı tabîiyye tenâsüb
a'dâdî üzere tezâyüd edub. (Şöyle ki) Bir cisim sâniye-i evlide 15 kadem kat' eylese
ikinci sâniyede $15 \times 3 = 45$ kadem kat' edub cismin evvelki sâniye nihayetinde tahsîl
eylediği sür'at ile her sâniyede 30 kadem kat' ederek sıklet dahi ale't-tevâlî³⁹⁷ te'sîr
ve evvelki sâniyede kat' eylediği mesâfe kadarını 15 kadem ikinciye dahi kat'ına
sür'at verub zikr olunan 15 kadem sâniye-i evlinin 30 kademiyle cem'i olarak
mecmû'-u 45 kadem olur.

Yukarıdan da anlaşılacağı üzere, $h = \frac{1}{2}gt^2$ olarak bilinen kinematik formülü
uzun uzadıya açıklanmış ve yolların hareketle olan ilgisi açıklanmıştır. Açıklamanın
devamı da üçüncü saniye için gösterilmiş ve bütün saniyeler için 30 kadem, yani
Arz'ın kütle çekim kuvvetinin, yarısının zamanın karesine çarpımı alınan toplam
yolu vermektedir demiştir. Bundan sonra bazı örnekler verilmiştir.

İlk örnek;

Bir taşın dört sâniye zamânda ne mikdâr mesâfe kat' eylediği matlûb olsa bir
sâniye murabba'nın dört sâniye murabba'na nisbeti bir sâniyede kat' olunan 15
kadem meçhûl-u matlûbesine nisbeti gibi olarak $\frac{1}{16} = \frac{15}{s}$, $s = 240$ olur. Yani

³⁹⁷ Ale 't-tevâlî: Birbirinin ardı sıra gelen.

mesâfe-i matlûbenin kadem cihetiyle istihracı on beş kademin zamânın murabba'ına darbıyla olur...

Yani denklemlerimize tatbik etmek istersek $g = 30$ ve $t = 4$ olmak üzere $h = \frac{1}{2}gt^2$ denkleminde $h = 240$ olur. Bundan sonraki örnekler de bu kuralların bazı uygulamalarıdır.

3.cildin 8. kısmı eğik düzlem üzerindeki harekete ayrılmıştır.

Bâb-ı sâmin ecsâmın sath-ı mâil³⁹⁸ üzere sukutları beyânındadır:

*... ecsâmın sakiline mevâni'den sâlim olduğu takdirde *sıklet-i mutlaka* ve mevâni' ile mukâvemet olunduğu takdirde "sıklet-i izâfiye*...*

Konuya, Jordanus Nemorarius'un(13. yy) temellerini attığı "konumsal ağırlık" kavramını anlatmayla başlanmıştır.³⁹⁹ Burada İshak Efendi, bunları mutlak ağırlık⁴⁰⁰ ve görelî ağırlık⁴⁰¹ diye adlandırmıştır. Bir cisim her hangi bir engelle karşılaşmazsa buna mutlak ağırlık, herhangi bir engelle karşılaşırsa buna görelî ağırlık denir. Bir cisim yatay düzleme eğimli bir düzlemde, hareketine yatay düzlemde bir biçimde devam edemez. Mutlak ağırlığından bir kısmını kaybeder ve geriye kalan kısma görelî ağırlık denir.

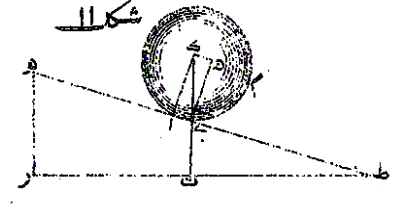
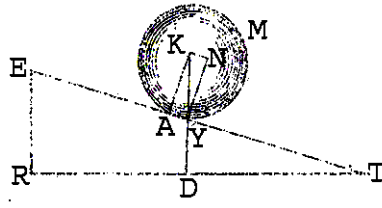
1.Da'va-yi Nazarî: sath-ı mâilde vaki' sıklet-i mutlakanın sıklet-i izâfiyesine nisbeti sath-ı mâil tûlunun irtifâ'ına nisbeti gibi olur.

³⁹⁸ **Sath-ı mâil:** Eğik düzlem.

³⁹⁹ John Freely, 2010, s.149.

⁴⁰⁰ Sıklet-i mutlaka.

⁴⁰¹ Sıklet-i izâfiyye. Ferit Devellioğlu'nun Osmanlıca-Türkçe Lûgat'inde bu kelime yoğunluk (kesâfet) ile eş anlamlı verilmesine karşılık, Başhoca İshâk Efendi bu kelimeyi farklı anlamda kullanmıştır.



Şekil 15.

15. şekilde RT çizgisine yatay düzlem ve bu yatay düzleme eğimli olan ET düzlemine, eğik düzlem⁴⁰² denir. Bu ET düzlemine hipotenüs⁴⁰³ denir. ER uzunluğu ise yükseklik⁴⁰⁴ olarak adlandırılır.

Bu tanımlamalardan sonra, görelî ağırlığın nasıl bulunacağı konusuna geçilmiştir. Eğik düzlem üzerindeki bir cismin mutlak ağırlığının görelî ağırlığına oranı, eğik düzlemin uzunluğunun yüksekliğe oranına eşittir. Yani mutlak ağırlığın görelî ağırlığa oranı $\frac{ET}{ER}$ kadardır. RT ve ET düzlemlerine K merkezinden inilen diklerle bir dikdörtgen oluşur. Y noktasında KY hattı, KN ve KA kuvvetlerinin toplamıdır. Bunlardan KA temas noktasına diktir. Bu noktadaki engelden dolayı görelî ağırlık üstte verilen oran dâhilinde olur. KNY ve KDT üçgenlerinde N ve D açıları diktir. DYT ve YKN açıları birbirlerine eşit olduklarından, üçgenlerin benzerliği ilkesinden $\frac{KY}{KN} = \frac{YT}{YD}$ olur. Ve yine benzerliklerden $\frac{KY}{KN} = \frac{ET}{ER}$ olur. Bu hesaplama günümüz için de güzel bir çözümdür. Ancak, artık daha kısa yoldan hesaplamalar yapmak önemli olduğundan, günümüzde görelî ağırlık deneni ifadeyi

m_g ile ifade edersek; $\frac{m}{m_g} = \frac{|ET|}{|ER|}$ olur. Ve buradan da görelî ağırlık, $m_g = m \frac{|ER|}{|ET|}$ olur

⁴⁰² Sath-ı mâil.

⁴⁰³ Burada Hoca İshâk Efendi, hipotenüs yerine uzunluk anlamına gelen tûl kelimesini kullanmıştır.

⁴⁰⁴ İrtifa‘

ki bu da, ETR açısı α olmak üzere $m_g = m \sin \alpha$ olur. Bu formülleştirme, günümüzde bu soruyu çözmek isteyenler için çok daha kısa ve faydalı bir anlatımdır.

Kitapta bundan sonra eğik düzlemle ilgili bu teoremin sonuçları verilmektedir.

İlk sonuç, hareketlinin eğik düzlem üzerinde hareket ederken sahip olduğu hızın, yatay düzleme dik düşerken sahip olduğu hıza oranının, yüksekliğin hipotenüse oranıyla aynı olduğunu verir.

Diğer sonuç, kütle ve hipotenüs iki kata çıkarsa hareketin değişmeyeceğidir.

Üçüncü sonuç; *sıklet-i mutlakanın sıklet-i izâfiyeye nisbeti zâviye-i kâime ceybinin zâviye-i meyil ceybine nisbeti gibi olur*. Yani, bizim ilk kısmında anlattığımız, Hoca İshâk Efendi'nin ise uzun uzadıya anlattığı, mutlak ağırlığın oranının göreceli ağırlığa oranına eşit olan dik açının sinüsünün eğim açısının

sinüsüne oranına eşit olduğunu söylemektedir. $\frac{KY}{KN} = \frac{ET}{ER} = \frac{ET}{2} : \frac{ER}{2}$ olur ve $\frac{ET}{2}$ R

dik açısının sinüsü ve $\frac{ER}{2}$ T açısının sinüsü olarak, mutlak ağırlığın göreceli ağırlığa

oranı söylenen sinüslerin birbirine oranına eşit olur. Sin 90'ın değeri 1 olduğundan eğik yüzeyin yüksekliğe oranı, eğik düzlem açısının sinüsü olur ki, bu da mutlak ağırlığın göreceli ağırlığa oranıdır.

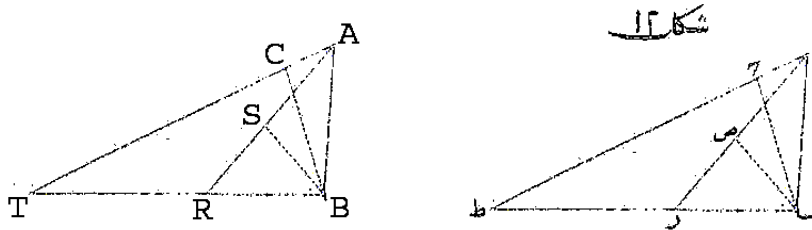
Cisimlerin farklı açılı yüzeyler üzerinde bulunması durumunda, eğik düzlemlerin açılarının sinüsleri oranı, göreceli ağırlıklarının oranına eşit olur.

Bu sonuçlardan sonra yeni bir teorik problem ispatına girilmiştir. Burada, eğik düzlem üzerinde hareket eden cismin sabit ivmeli hareket ettiği kanıtlanmaktadır. Bu teoriyle ilgili bazı sonuçlar verilmiştir.

Bunlardan ilki; cismin serbest düşmesindeki özelliklerinin eğik düzlem üzerinde de geçerli olduğudur. Öncelikle süratlerin artışı 1,2,3,4 vb gibi olur. İkinci olarak, her bir belirli zamanda alınan yol 1,3,5,7 vb ile orantılı olurlar. Belirli zamanlarda alınan yollar, zamanların kareleri ile orantılıdır.

İkinci sonuç; M cisminin örneğin üç saniyede ET eğik düzleminde düşmesiyle kazandığı hızın, yine aynı zamanda yatay düzleme dik ER hattı boyunca düşmesiyle kazandığı hıza oranı ile ER yüksekliğinin ET hipotenüsüne oranına eşittir. Yani $\frac{ER}{ET} = \frac{v_{ER}}{v_{ET}}$ olur. Burada hareket, eğik düzlemdeki hareketlinin göreceli ağırlığının hareketidir.

Üçüncü sonuç; Bir cismin eğik düzlem üzerinde aldığı yolun, o cismin yatay düzleme dik bir şekilde yaptığı serbest düşmede aldığı yola oranı $\frac{ER}{ET}$ olur.



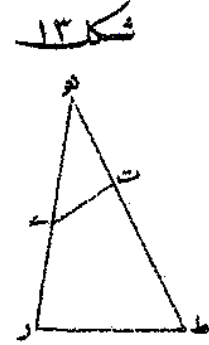
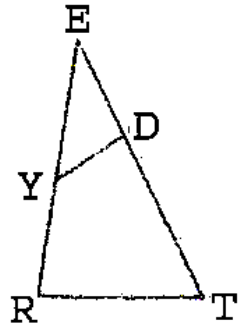
Şekil 16.

Bir cismin, şekil 16'daki gibi BT'ye dik AB doğrultusundan inmesiyle geçen zamanda, iki farklı cisim, AT ve AR eğik düzlemlerinde, aynı zamanda, B dik

açısından diğer eğik düzlemlere çizilen BC ve BS diklerinden, AC ve AS yollarını alırlar. Yani, cisim düşerek AB çizgisinin B noktasına indiği zaman aralığında, diğer cisimler AC ve AS yollarını kat ederler. Çünkü, BC ve BS çizgileri AT ve AR düzlemlerine diktirler. Bundan dolayı, öncelikle; ABT ve ABC üçgenleri benzer üçgenlerdir. Dolayısıyla $\frac{AB}{AC} = \frac{AB}{AT}$ olur. ABR ve ABS üçgenlerinin benzerliğinden

$\frac{AS}{AB} = \frac{AB}{AR}$ eşitlikleri yazılır. Yani, cismin eğik düzlem üzerinde aldığı yolun, aynı zaman aralığında düşey doğrultuda yaptığı serbest düşme hareketiyle aldığı yola oranı, dik uzaklığın eğik düzleme oranına eşittir.

4. sonuç;



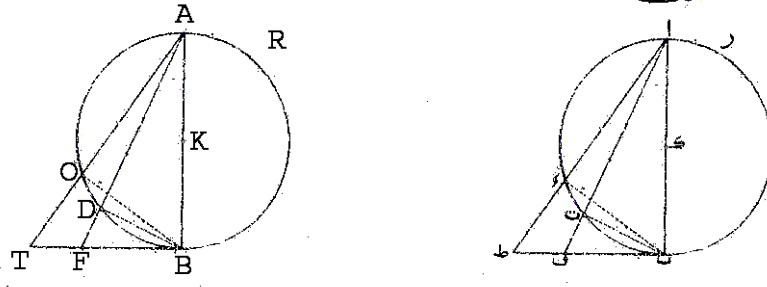
ŞEKİL 17.

17. şekildeki gibi bir düzlemde iki cisimden birisi ET eğik düzlemi üzerinde, diğeri ER dik çizgisi üzerinde hareket ederse dik çizgi üzerinde düşen cisim herhangi bir Y noktasını kat ettiğinde, eğik düzlem üzerinde hareket eden cismin hangi noktada olacağı bilinebilir. ET çizgisi üzerine YD dikmesi çizildiğinde, cismin yatay düzlem üzerinde D noktasına gelmesi için geçen zamanla, düşey doğrultuda hareket eden cismin Y noktasına gelene kadar geçen zamanlar birbirlerine eşittir. Çünkü

EDY ve ETR üçgenleri birbirine benzerdir. Bundan dolayı $\frac{ED}{EY} = \frac{ER}{ET}$ olur. Bu

oranların kullanılmasıyla, eğik düzlem üzerinde hareket eden cismin aldığı yolun düşey doğrultuda hareket eden cismin aldığı yola oranı, dik çizginin eğik düzleme oranına eşittir.

5. sonuç;



Şekil 18.

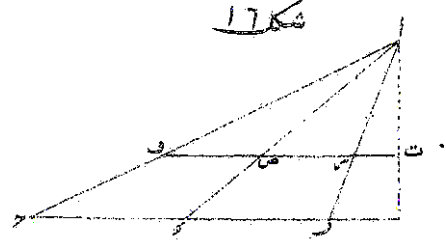
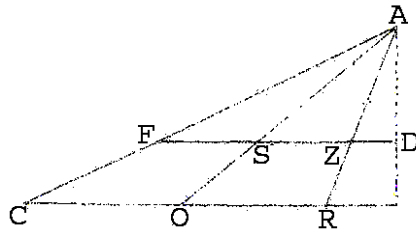
Bu sonuçta, zarif bir şekilde, geometri kuralları kullanılmıştır. Bir cismin 18. şekildeki gibi bir çemberin çapı olan dik mesafeyi düşme zamanı ile çizilen kirişlere ulaşma zamanı birbirine eşittir. AB çapına AF ve AT eğik düzlemeleri çizilirse, BO ve BD doğruları dik olur. Daha önceki ispattan faydalananarak da A noktasından düşen cisim AB noktasını aldığı zamana eşit bir zamanda AO ve AD noktalarına varır. Bu gösterim gerçekten de çok zarif bir gösterimdir.



Şekil 19.

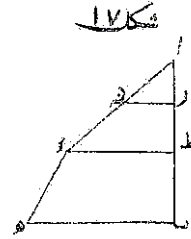
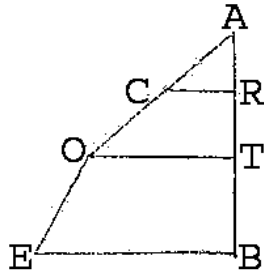
Bu sonuçtan sonra *Ulûmu Riyâziye*'de teorik bir problemle devam edilmiştir. Bu problemde, 19. şekildeki gibi eğik düzlem üzerinde hareket eden bir cismin, eğik düzlemdeki düşme zamanının, düşey yani dik olarak düşme zamanına oranının, eğik düzlemin uzunluğunun yüksekliğe oranına eşit olduğu gösterilmiştir. Mesela A noktasındaki cismin, AT eğik düzlemindeki hareketini tamamlaması için geçecek olan zamanın, AB düşey doğrultusunda geçireceği zamana oranı, AT uzunluğunun AB yüksekliğine oranına eşittir. Burada da geometrinin incelikli kuralları ile ispat yapılmıştır. Bu problemin bir sonucu verilmiştir. 18. şekilde bir cismin AT veya AF eğik düzleminde hareket zamanı ile düşey doğrultudaki hareket zamanının birbirlerine oranı, eğik düzlem uzunluğunun, düşey düzleme yani yataya dik düzlemle birbirlerine oranına eşittir.

Eğik düzlem konusunun son teorik problemi ise, bir cismin eğik düzlem üzerinde vardığı son noktada yani iniş yerindeki süratinin, aynı eğik düzlemin yataya dik bileşeni üzerinde hareket ederek serbest düşen cismin son hızına eşit olduğudur. 18. şekilde A noktasındaki cisim AT hattında aşağı indiğinde, AB düşey doğrultusunda serbest düşen cismin B noktasına geldiğindeki hızları birbirlerine eşittir. Bunun sebebini Hoca İshâk Efendi bir örnekle açıklamıştır. Mesela AT uzunluğu AB uzunluğunun üç katı olursa, AT eğik düzleminin tamamlanması için geçen zaman, AB düşey düzleminin geçilmesinde alınan zamanın üç katıdır. Sabit ivmeli harekette süratlerin oranı zamanların birbirine oranlarına eşit olduğundan, bahsi geçen zamanda zamanların toplamı olan süratlerin toplamı, toplam zamanın üç katı zamanına eşit olmakla, eğik düzlem ve düşey doğrultuda yolların alınması için geçen zamanlar birbirlerine eşit olurlar. Bu konuda da iki sonuca yer verilmiştir.



Şekil 20.

Bunlardan ilki, Şekil 20’de A noktasında bulunan bir cisim AC, AO ve AR eğik düzlemleri üzerine inerse, öncelikle O, C ve R noktalarına inerken kazandığı hızlar birbirine eşit olur. İkinci olarak, bu düzlemlerde aynı hat üzerinde bulunan Z, S ve F noktalarındaki hızlar da birbirlerine eşit olurlar.



Şekil 21.

İkinci sonuç ise, Şekil 21’de A noktasındaki cismin AC, CO ve OE çizgisi üzerindeki hareketi ile AB düşey doğrultusu üzerindeki hareketinde B noktasına vardığı zamanki süratler birbirlerine eşit olurlar.

Bu sonuç ile Başhoca İshâk Efendi “eğik düzlem” üzerindeki hareketlerin kinematik ve dinamik problemlerini bitirmiştir. Kimi kısımları çok zarif geometrik irdelemelerle incelenmiş bu kısmın, modern okuyucu için de yeterince açık olduğu kanısındayım.

Bâb-ı tâsî‘ hareket-i münhaniye⁴⁰⁵ beyânındadır.

Bu konu eğri yüzeylerde hareket konusunu ele almaktadır. Bu konu hakkında bir çok problem, sonuç ve pratik örnekler verilmiştir. Bunlardan en bilineni eğri bir yüzey üzerinde en kısa yol problemidir. Bernoulli ailesi tarafından çözülen bu problemi Hoca İshak Efendi'nin uzun çözümü yerine biraz kısaltarak vermekte fayda var. Öncelikle parçacığın harekete başladığı nokta $(0, b)$ noktası olsun. Parçacığın en alt noktası $y = 0$ kabul edelim. t anında cisim $x = x(t)$ ve $y = y(t)$ fonksiyonları ile gösterilir. Toplam enerji korunacağından $y = b$ konumunda $\dot{x} = \dot{y} = 0$ olur.

Kinetik enerji ve potansiyel enerjinin toplamını yazarsak;

$$\frac{1}{2} m (\dot{x} + \dot{y}) + m g (y - b) = 0$$

İshak Efendi uzunca bir yoldan ve ikinci derece diferansiyel denklemler kullanarak, sonsuz yakınlıkta bulunan iki nokta arasındaki en kısa mesafeyi bulmak için, θ eğrinin (x, y) noktasında düşeyle yaptığı açı olmak üzere

$$\frac{(\dot{x} + \dot{y})^{1/2}}{\sin \theta} \text{ olduğunu göstererek yukarda verilen iki denklemi,}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\dot{y}}{\dot{x}} \text{ ve } \sin \theta = \frac{\dot{x}}{(\dot{x}^2 + \dot{y}^2)^{1/2}} = \left[1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right]^{-1/2} \text{ şeklinde yazılır. Burada } y = 0$$

olacağından $\frac{dy}{dx} = 0$ olur.

Buradan da;

⁴⁰⁵ **Hareket-i münhâniye:** Eğri yüzeylerde hareket.

$$\sqrt{2g(b-y)} \left[1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right]^{-1/2} = \text{sabit} = \sqrt{2gb} \text{ olur. Buradan } \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 = \frac{y}{b-y} \text{ olur.}$$

cisim yukarıdan aşağı ve soldan sağa ineceği düşünülürse işareti ile birlikte

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{\sqrt{y}}{\sqrt{b-y}} \text{ olur. Böylece;}$$

$$\frac{dx}{dy} = -\frac{b-y}{\sqrt{by-y^2}} \text{ olur. Buradan sonra İshak Efendi'nin çözümüne dönecek}$$

olursak;

$$dx = -\frac{1}{2} \left(\frac{b}{\sqrt{by-y^2}} + \frac{b-2y}{\sqrt{by-y^2}} \right) dy$$

$$x = -\frac{1}{2} \int \frac{b}{\sqrt{by-y^2}} dy - \sqrt{by-y^2}$$

Denklemlerine ulaşır. İshak Efendi bu eğrinin ne olduğuna karar vermek için çok uzun ve ağır bir yol kullanır. Onun yerine, y yerine;

$$y = \frac{b}{2}(1 + \cos \tau) \text{ yazılarak } x = \frac{b}{2}(\tau - \sin \tau) \text{ bulunur. Bu;}$$

$$x^2 + \left(y - \frac{b}{2} \right)^2 = \frac{b^2}{4} \text{ çemberi ve } y = b \text{ doğrusu üzerinde yuvarlanarak cycloid}$$

olarak bilinen eğriyi meydana getirir. İshak Efendi buna *şibih-dâire* adını vermiştir.⁴⁰⁶

Bir diğer önemli problem ise şu şekildedir:

⁴⁰⁶ Cem Tezer, Yayınlanmamış Makale, *Başhoca İshak Efendi ve Mecmû'a-yı Ulûm-u Riyâziye*.

Da‘va-yı‘ameli: Ecsâm-ı sakîlenin irtifa‘atı mütesâvîyeden ezmine-i mütesâvîyede hatt-ı ufk-i üzerine sukutlarıyla resm olunan münhâniyat-ı mütesâvî-y’üz-zamânın hangi nev‘iden olduklarını istihrac etmek tarikidir.

Bu problem de Leibniz tarafından ortaya atılmış ve Huygens tarafından çözülmüştür. Bu problemde aynı dikey doğrultu üzerinde bulunmayan iki nokta üzerinde kendi ağırlığının etkisi altında serbest düşen cismin incelenmesidir. Başhoca İshak Efendi çok uzun ve önceki konulardan bulduğu denklemleri de vermiştir. Daha kısa olacak şekilde yapacak olursak; y düşey doğrultu olmak üzere, bir xy koordinatı seçelim ve t zamanında koordinatları $x(t), y(t)$ olsun. Düşey hız sabit olsun. $\frac{dy}{dt} = v$ ve kinetik ve potansiyel enerjileri toplamı sabit olacağından,

$$\frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + v^2) - mgy = sbt = \frac{1}{2}mv^2$$

Buradan da,

$$\dot{x}^2 = 2gy, \quad y = vt \text{ olarak,}$$

$\dot{x} = \sqrt{2gy} = \sqrt{2gvt} = \sqrt{2gvt}^{\frac{1}{2}}$ bulunur. x 'in sıfır anında birinci türevi sıfır olduğundan,

$$x = \sqrt{2gv} \frac{2}{3} t^{\frac{3}{2}} \text{ veya } x^2 = \frac{8gv}{9} t^3 \text{ bu denklemde } v = yt \text{ ile birleştirilip İshak}$$

Efendi'nin $v^2 = 2g$ alındığı takdirde;

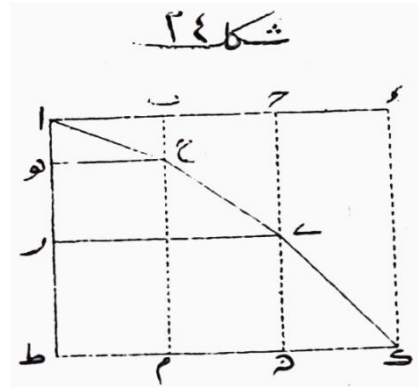
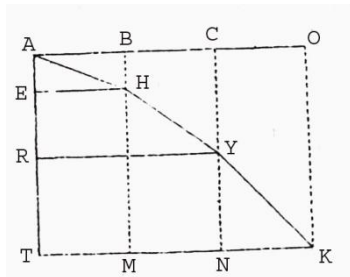
$4y^3 = 9x^2$ neticesine varır. Bu yarı kübik parabol denklemdir.⁴⁰⁷

Bâb-ı âşir ecsâm-ı mermiyenin hareketleri beyânındadır.

Mermi hareketini anlattığı bu bölümde bir teorik ispatla konuya başlanmıştır.

1. Da'va-yı Nazarî: Hatt-ı ufkiye amûden remy⁴⁰⁸ olunan cisim evvelâ suûd ve ba'de⁴⁰⁹ ufkiye amûden sukut eder.

Yatay düzleme dik bir şekilde yukarı atılan cisim önce yükselme sonra da düşme hareketi yapar. Yani bir mermi sürtünmesiz ortamda aşağıdan yukarıya doğru atıldığında yol alacağı yükseklik miktarı, o yükseklikten yere düştüğü zaman kazanacağı son hızla, yukarı atıldığında çıkacağı yüksekliğe eşittir. Eğer havanın direnci varsa, yukarı yönde atılan mermi, havanın direnci ve kendi ağırlığının etkisiyle, belli bir yüksekliğe çıktıktan sonra yere düşer. Günümüz notasyonu ile yukarda yazılanları açıklayacak olursak; h yüksekliğinden serbest bırakılan cisim v_0 hızıyla yere düşerse, yerden havaya v_0 hızıyla atıldığında h kadar yüksekliğe çıkabilir.



Şekil 22.

⁴⁰⁷ Cem Tezer, Adı geçen yayınlanmamış makale. Bu iki problemin çözümü de adı geçen makaleden alınmıştır.

⁴⁰⁸ **Remy:** Fırlatılma, atılma.

⁴⁰⁹ **Ba'de:** Sonra.

İkinci teorik sorun ise, yatay düzleme paralel ya da herhangi bir eğimle atılan bir merminin yörünge şeklinin parabol olmasıdır. Örneğin şekil 22'deki gibi atılan bir mermi AK hattını izleyecektir. AB, BC ve CO uzaklıkları birbirine eşit ve her bir nokta arasında mermi bir saniye hareket ederse, yani zamanlar 1,2,3,4 vb gibi olursa, alınan yollar 1,4,9,16 vb. ile orantılı olurlar. Yani yollar zamanların kareleri ile orantılıdır. Eğer AE aralığı bir birim kabul edilirse, kütle çekim kuvveti etkisiyle $AR=4AE$ ve $AT=9AE$ olur. AEBH ve ACYR dikdörtgenleri oluşur. Cisim ilk saniyenin sonunda H noktasında, ikinci saniyenin sonunda Y noktasında ve üçüncü saniyenin sonunda K noktasından geçerek, AHYK eğri hattını oluşturmuş olur. AE, AR ve AT mesafelerinin birbirlerine oranı, AB, AC ve AO uzunluklarının karelerinin birbirine oranlarına eşittir. Bunlardan dolayı merminin çizdiği yol parabolüdür. Başhoca İshak Efendi bu teorik ispatlara iki tane de sonuç yazmıştır.

Şimdi, Başhoca İshak Efendi'nin yaptığını modern bir okuyucunun nasıl yapacağına bakmakta fayda var. Yatay düzleme dik bir noktadan eğimli bir şekilde atılan taşın hareket denklemini yazmak istersek;

A noktasından atılan taşın ya da merminin yörünge vektörü;

$$x = (v_0 \cos \theta_0).t$$

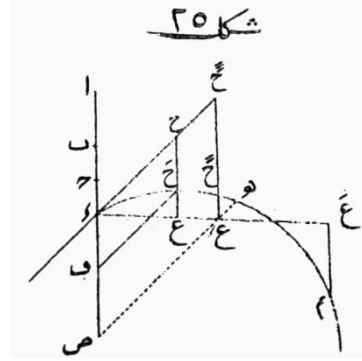
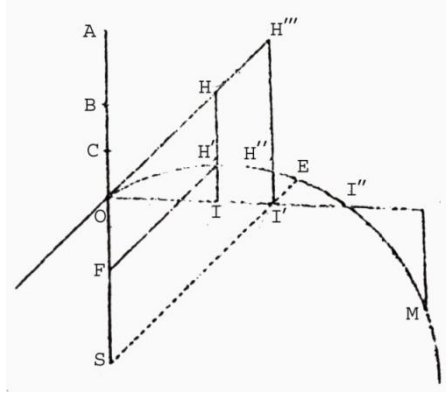
$$y = (v_0 \sin \theta_0)t - \frac{1}{2}gt^2$$

Burada t bilinmeyişi yalnız bırakılırsa;

$y = (\tan \theta_0) x - \left(\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \theta_0} \right) x^2$ denklemi çıkar. Bu denklem $y = a + bx + cx^2$ şeklinde

olan parabolün denklemidir. Bununla birlikte Başhoca İshak Efendi'nin denklemin parabolik olduğunu gösterme şekli de gayet zariftir.

3. cildin bu kısmı ateşli silahlarla atılan cisimlere ayrılmıştır. Ateşli silahlarla atılan mermilerin hareketi bazı kanunlara bağlıdır.



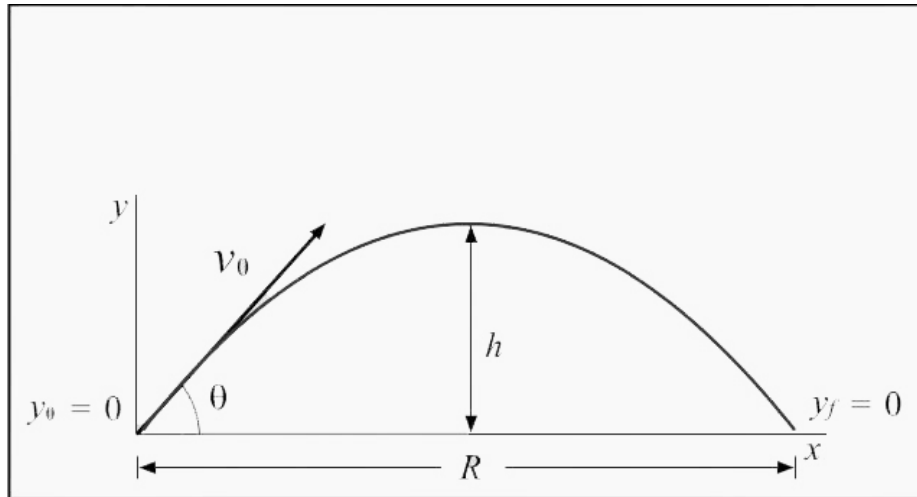
Şekil 23.

Şekil 23'de O noktasında bulunan bir parçacığın hareketini Başhoca İshak Efendi şu şekilde incelemiştir. BO uzunluğu OC uzunluğunun iki katıdır. O noktasında bulunan cisim, B'den düşerken sahip olacağı hızla H doğrusal çizgisinde atıldığında, OH doğrusu üzerindeki atış hareketi ve BO doğrusu üzerindeki düşme hareketlerindeki yolların birbirlerine oranı, bu yolların alınmasında geçen zamanların birbirine oranına eşit olur. Yani $\frac{OH}{BO} = \frac{N'}{N}$ 'dir. (Burada N zamanı tanımlamakta olup, İshak Efendi'nin kullanımından aynen alınmıştır.) Buradan $\frac{OH^2}{BO^2} = \frac{N'^2}{N^2}$ olur.

Bu denklemlerden sonra kitapta eğik atışın diğer problemleri ele alınmaktadır. Buna göre O cisminin OH hattında gitmesiyle yol alacağı yükseklik HH' çizgisidir. OH ile HH' yollarının alınması zamanı N' , ve BO yolunun alınma zamanı N harfleriyle ifade edildiğinde $\frac{HH'}{CO} = \frac{N'^2}{N^2}$ olur. Buradan $\frac{HH'}{CO} = \frac{OH^2}{BO^2}$ olduğundan $HH' \times BO^2 = BO \times OH^2$ denklemi çıkar. Bundan sonra bu denklemi r harfiyle ifade edeceğiz. $OA = 2BO = 4CO$ olduğundan $\frac{CO}{BO} = \frac{BO}{AO}$ olup, buradan da $CO \times AO = BO^2$ olur. Daha önce r ile ifade ettiğimiz denklemlerle beraber denklemin son şekli $FO \times AO = HO^2$ olur. OH ve BO , N' ve N zamanlarıyla orantılı olduğundan $AO \times FO = OH^2$ denklemi, $N'^2 = OF \times AO$ sonucuna ulaşılır. $OC = b$ ve $AO = 4b$ olarak alınırsa $N'^2 = OF \times 4b$ olur. Bu denklem de m harfi ile gösterilsin. Bundan sonra Başhoca İshak Efendi ufuk hattına, yani yatay düzleme eğimli bir açıyla atılan cismin hareketine geçiyor ve yatay düzlemi OE hattı olarak almıştır. Ve OH hattını ise merminin ya da cismin atış çizgisi olarak almıştır. Bu EHO açısı, atış açısı olarak belirlenmiştir. EHO açısına α açısı (İshak Efendi bunu kullanmamıştır) diyelim. Bu açının tanjantı “h” harfi ile gösterilsin. OHI dik üçgeninin OI kenarı aynı açılı üçgenin oluşturacağı bir çemberin yarıçapı olarak düşünülür ve bu da “s” harfi ile ifade edilirse; $\frac{OI}{HI} = \frac{"s"}{"h"}$ olur ve buradan da $HI \times "s" = OI \times "h"$ olur. Bu eşitliklerden sonra ilk önce; OI yarıçapını birim çember olmak üzere, OI’yı bir kabul edelim. O zaman, $HI = OI \times "h"$ ve $HH' = IT - OT = OI \times "h" - HT$ olur. Devamında ise, $OH^2 = HI^2 + OI^2$ ve OH^2 yerine N'^2 yazılırsa denklem, $N'^2 = HI^2 + OI^2$ olur. Buradan da $N'^2 = OI \times "h" + OI^2$ denkleminde ulaşılır. Bu denklem de “ı” harfiyle adlandırılır.

$N'^2 = OF \times 4B$ ve $II' \times 4B = OI \times "h" \times 4B - I'H \times 4B$ olduğundan “ı” denklemi $OI \times "h" \times 4B - HI \times 4B = OI^2 \times "h" + OI^2$ denklemine ulaşılır ve bu denklem “s” harfi ile ifade edilen denklem olur. OE yatay düzlemi üzerinde diğer bir I'' hattında atılan cisim için de $I''H''O$ üçgenini kurarak aynı işlemler yapılmıştır. Ancak aynı işlem kalabalığına girmemek için bunları tekrarlamayacağım.

Başhoca İshak Efendi’nin takip edilmesi ve anlaşılması güçlükler içeren bu kanıtlamaları, günümüz fiziğinde daha kolay çözülmektedir. Problemi, geometrinin bütün kurallarından faydalanarak yazan İshak Efendi’nin yerine günümüz notasyonu ile eğik atış problemi adını alan konu şu şekilde çözülebilir.



Şekil 24.

Şekil 24’deki $(x,y)=(0,0)$ noktasından v_0 hızıyla atılan cismin x ve y bileşenlerinin hız vektörü $v_{x0} = v_0 \cos \theta$ ve $v_{y0} = v_0 \sin \theta$ olur. Burada y yönündeki ivme yerçekimi ivmesi yani g ’ye eşit olduğundan y yönündeki hareketin hızı $v_{y0} = v_0 \sin \theta - gt$ olur.

Hız, bileşenleri cinsinden $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ olur. $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x}$ olduğundan,

$y = (v_0 \sin \theta)t - \frac{1}{2}gt^2$ olur. x 'i de denklemde yerine yazarsak hareket denklemi

$y = (\tan \theta)x - \left(\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \theta} \right)x^2$ olur. Bu da daha önce belirttiğimiz gibi

$y = a + bx + cx^2$ şeklindeki parabolün denklemidir. İshak Efendi'nin denklemlerini ve eşitliklerini de aynı simge ve gerekli eşitliklerle beraber bu denklemlerle aynı hale gelir.

Hoca İshak Efendi'nin verdiği teorik kanıtlamaları pratik örnekleri ile açıklamak daha anlaşılır olacaktır. İlk örnek barutun hareketi yani kuvvet çizgisi ile ilgilidir. Şekil 23'de O noktasındaki merminin OH çizgisi üzerinde fırlatılışında, barutun hareketi, $OH'E$ parabolünü çizdiği kuvvet sorulsun. Bu kuvvet, cismin C noktasından O noktasına düşmesinde veya yükselmesinde ortaya çıkan kuvvete eşit kabul edilebilir. Bu CO hattını b harfiyle gösterelim. Buradan atış açısını 45° alırsak $\tan 45 = 1$ olur. Bu şekilde hareket edecek hareketin çıkacağı yükseklik denklemini $\frac{s^2 \tan^2 \theta + s^2}{4s \tan \theta - 4I}$ olarak vermiştir. $I=0$ olmakla ve $s=100$ ba' uzaklık olmakla denklemin sonucu 50 çıkmaktadır. Burada atış açısı 45 derece olduğunda, cisim en yüksek noktaya ulaştığı anda yerden yüksekliği 50 birim ve yataydan atış noktasına olan uzaklığı 100 birim olur demektir.

Bu problemlerin bazı neticeleri de anlatılmaktadır. Buna göre; yatay düzlemin üzerinde bulunan bir noktada, yerden yükseklik 50 ba' olduğu durumda eğer cismin atış noktasına olan uzaklığı 100 ba' ise atış açısı nedir? Bu soruya cevap

vermek için, İshak Efendi'nin notasyonu ile yazarsak, $(\tan \alpha) = \frac{2b}{s} \pm \frac{\sqrt{4b^2 - s^2}}{s}$

denkleminde veriler yerine yazılırsa –ki burada s=100 ve b=50’dir- sonuç $\tan \alpha = 1$ çıkar. Tanjantı 1 olan açı 45 derecedir diyen Hoca İshak Efendi bu verilere dayanılarak atılan mermi veya cismin 45 derecelik açıyla atılmış olduğunu söyler. Yine aynı şekilde bu sefer maksimum yükseklik 50 ve bu an atış noktasından olan uzaklık da 50 olursa, yine aynı denklemde yerlerine konularak,

$$\tan \alpha = \frac{100}{50} \pm \frac{\sqrt{10000 - 2500}}{50} \text{ işleminin sonucundan } \tan \alpha = 2 \pm 1,73205 \text{ değeri}$$

çıkar. Tanjantı 3,73205 olan açı 75 derecedir ve 0,26795 olan açı ise 15 derecedir. Yani Hoca İshak Efendi aynı noktaya düşen bir topun atış açısının 75 derece veya 15 derece olması gerektiğini söylemektedir. Hoca İshak Efendi buradan da iki sonuç çıkarır ve, en uzak yere atış için 45 dereceye ihtiyaç vardır der. Aynı zamanda 15 derece veya 75 derece gibi birbirine 90 dereceye tamamlayan ve eşit barutlarla atılan top güllerleri aynı yere düşerler.

Başhoca İshak Efendi, 12. Bölümde sarkaç hareketini anlatmaktadır.

Bâb-ı Sâni aşerHareket-i Rakkasîye Beyânındadır:

... bir askı ile bir nokta-yı sabiteye ta’lîk ⁴¹⁰ olunsa cism-i mezkûre
*rakkas*⁴¹¹ tesmiye olunur...

Bundan sonra bir şekilde birlikte basit sarkaç hareketini anlatmaya başlamıştır.

İlk kuramı:

⁴¹⁰ **Ta’lîk:** Asma, asılma.

⁴¹¹ **Rakkas:** Sarkaç.

Cism-i rakkasiyenin kendi sıkletinden ma‘âdâ⁴¹² mevâni‘den ârî farzıyla nokta-yı sükûnu tahrîk olunsa rakkas-ı merkûm harekât-ı mütesâviye-i namütenâhiyye üzere alel-devam hareket eder...

Sürtünmesiz ortamda belirli bir yükseklikten serbest bırakılan sarkacın sonsuza kadar devam edeceğinin söylendiği bu teoremden sonra, iki sarkacın hareket zamanlarının oranı verilmiştir.

Tûlû⁴¹³ muhtelif iki rakkasların harekât-ı rakkasiyelerinde zamânları tûllarının cezrleri⁴¹⁴ nizsbeti üzere olurlar...

Bu teoride de verilen iki sarkacın aldıkları zamanların oranının sarkaç uzunluklarının karesi ile orantılı olduğu söylenmiştir. Bir tenbih ile konuya devam edilmiştir.

Kavâid-i mezkûre üzere bir rakkas-ı âfâkînin inşâsı murad olunsa; (Evvelâ) Her hangi madenden bir ince tel ahz ve nihayetine kesîf⁴¹⁵ ve müdevvir el-şekl kurşun veya altın yani hacmi safîr ve cevheri kesîr olarak havâ-yi mahsûs harekât-ı rakkasiyesi tahvîl olunmaz bir cism-i sakil talik oluna. (Sâniyen) askısının talik olduğu noktadan muallâk⁴¹⁶ merkez sıkletine değin üç kadem tulûnda ola. (Sâlisen) Cism-i mezkûr B nokta-yı sükûndan iki veya üç derece öte kaldırılıb bir çâr-yek⁴¹⁷ saat zamânda hâsıl olan harekât-ı rakkasiye ta‘dâd⁴¹⁸ olunarak faraza müddet-i mezkûrede 900 kere hareket eylese iş bu 900 harekât-ı rakkasiyenin yani

⁴¹² **Ma‘âdâ:** -den başka.

⁴¹³ **Tûl:** Uzunluk.

⁴¹⁴ **Cezr:** Kök.

⁴¹⁵ **Kesîf:** Yoğun, sıkı, tok.

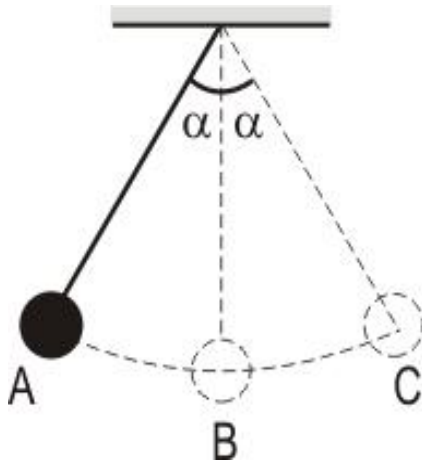
⁴¹⁶ **Muallâk:** Asılmış.

⁴¹⁷ **Çâr-yek:** Dörtte bir.

⁴¹⁸ **Ta‘dâd:** Sayma, sayı.

bir çâr-yek zamânda olan rakkasın 3600 ‘adadın rub ‘u olan harekât-ı rakkasiyesinin tûlû üç kadem olan rakkasın 900 harekât-ı rakkasiyesine nisbeti $\sqrt{3} = 1,732$ cezr-i takribiyesinin tûl-u matlûbun cezr-i murabba‘ına nisbeti gibi erba‘ı mütenâsibe tanzîm olunarak $s = 1,74$ olub terbi‘ olundukda tul-u matlûb 3 kadem 3 hat 11 nokta, $\frac{7}{10}$ yedi aşr nokta olduğu zâhir olur.

Burada bir basit sarkacın saniyede bir devir yaptığı durumda, yani periyodu 1 saniye olduğu durumdaki hareketi incelenmiştir. Sarkacın uzunluğu 3 kademse bunun karekökü ile periyodun orantılı olduğu gösterilmiştir. Bunu günümüz denklemlerine dökersek;



Şekil 25.

Şekil 25’de B denge noktasından α açısı kadar açılarak serbest bırakılan sarkacın uzunluğu l olsun. İpin ucundaki cismin ağırlığı mg ve merkeze doğru olan F kuvvetinin büyüklüğü $-mg \sin \alpha$ olur. Hoca İshak Efendi’nin iki veya üç derece diyerek ifade ettiği küçük α açısı için $\sin \alpha \cong \alpha$ ve $\widehat{AB}$ yayının uzunluğu $x = l\alpha$ olacağından;

$$F = -mg\alpha = -mg \frac{x}{l} \text{ olur.}$$

$$-\frac{mg}{l} = k \text{ denirse;}$$

$$F = kx \text{ olur.}$$

Sarkacın periyodu ise;

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \text{ olur.}$$

Hoca İshak Efendinin sarkaç uzunluğunun karesi ile orantılı olduğunu söylediği miktar budur. Periyot sadece sarkacın uzunluğuna bağlıdır. Çünkü diğer değerler sabittir.

Sarkaç hareketi ikinci makalenin son konusudur. Bundan Sonra merkezi kuvvetler etrafındaki hareketler yani dairesel hareketler anlatılmaktadır. Dairenin özellikleri ve daire etrafındaki hareketin özellikleri detaylı matematiksel ifadelerle yazılmıştır.

Makalenin üçüncü bölümünde *kutû‘-i mahrûtiyyât*⁴¹⁹ eğrileri üzerinde hareket incelenmiştir. Detaylı matematiksel analizlerle elips, parabol gibi eğriler anlatılmıştır. Bu kısmın beşinci teorisi:

*Da‘va-yi Nazarî: Kuvvet-i merkeziyenin sevk olunduğu nokta-yı ihtirâkları*⁴²⁰ *müşterek olan kat‘-ı nâkışlarda*⁴²¹ *ezmine-i devriye-yi*⁴²² *murabba‘ları mesâfelerin mükâ‘abları*⁴²³ *ile mütenâsib olurlar.*

⁴¹⁹ **Kutû‘-i mahrutiyye:** Konik Kesitleri.

Hoca İshak Efendi'nin burada açıkladığı şey, daha önce detaylarını verdiğimiz Kepler'in yörünge denklemidir. Gezegenlerin, Güneş etrafında dolanım süreleri olan periyotlarının karelerinin, büyük eksen yarıçapının küpü ile orantılı olduğunu söylediği denklemdir. Bunun sonucu da anlatılmıştır.

Netice: Kat'ı nâkısda nokta-yı ihtirâkın bu'du vustâ-yı⁴²⁴ nısfı mihver-i kebîre⁴²⁵ müsâvî olduğuna mebnî ecsâmın resm eyledikleri nokta-yı ihtirâkları mütehaddid olan kat'ı nâkısın ezmîne-i devriyeleri bu'du vustalarıyla mütenâsib olurlar...(Şöyle ki) Şemsin zamân-ı devriyesi 8766 sa'at ve zührenin⁴²⁶ 5392 sa'at küre-yi arzın şemsden bu'du 34760000 sa'at olub diyerek uzaklık ve zamanları verdikten sonra $\frac{8766^2}{5392^2} = \frac{34760000^3}{s^3}$ işleminin sonucunun Venüs'ün Güneşten uzaklığını verdiğini söylemiştir. Bu kısımda da Kepler yasalarını anlatmıştır.

3. makalenin dördüncü bölümü;

Bâb-ı râbî' ecsâmın müsâdeme⁴²⁷ ve müdâfaalarının kavaîdi beyânındadır. Diyerek çarpışma hareketlerini anlatmıştır. Bunlarda birinci fasıl katı cisimlerin çarpışmasını anlatmaktadır. Konuyla ilgili bir teori verdikten sonra neticelerine geçmiştir. İlk Neticesi;

A cisminin kabil-i el-müsâdeme olan hareketi m harfiyle iş'ar olunan cevherinin t harfiyle iş'ar olunan sür'atine hâsıl darbına müsâvî yani $m \times t$ olub B

⁴²⁰ **İhtirâk:** Astronomide bir gezegenin güneşe yaklaşması.

⁴²¹ **Kat'ı Nâkıs:** Elips.

⁴²² **Ezmîne-i devriye:** Dönüş zamanları.

⁴²³ **Mükâ'ab:** Küp

⁴²⁴ **Vustâ:** Orta.

⁴²⁵ **Mihver-i Kebîr:** 21 Aralık ve 21 Haziran günlerinde, Arz'ın Güneş'e olan uzaklıklarını birleştiren çizgi.

⁴²⁶ **Zühre:** Venüs.

⁴²⁷ **Müsâdeme:** Birbirine çarpma.

cisminin cevheri dahi m' harfiyle iş'ar olunsa cismin mezkûrunun el-müsâdeme mikdar-ı hareketinin taksimi iş bu $\frac{m \times t}{m' + m}$ düstûruyla⁴²⁸ ta'bîr olunarak bu bâbda düstûr-u umûmi olur.

Burada sabit duran bir cisme çarpan bir hareketlinin son hızı anlatılmış ve denklem momentum korunumu yasasına göre yazılmıştır.

⁴²⁸ **Düstûr:** Denklem.

2.5. DEĞERLENDİRME

Kâtip Çelebi'nin, *Düstûr el-'Amel li-Islâh el-Halel* (Bozuklukların Düzeltilmesinde Tutulacak Yollar) adlı eserinde, toplumsal tabakalar şu şekilde verilmiştir⁴²⁹:

- 1) Âlimler
- 2) Askerler
- 3) Tacirler
- 4) Çiftçiler

Bu kapsamda ele alınırsa ve Avrupa'daki gelişmelerle karşılaştırılırsa geleneksel düşüncenin karşısına geçen ve kopuşu sağlayan askeri araştırmalar olmuştur. Kâtip Çelebi'nin kendi dönemi ile ilgili düşüncelerini vermiştik. 18. yüzyılda Avrupalılarla yapılan savaşlardan alınan mağlubiyetler, askeri alanda yenilik yapılmasının zorunlu olduğunu göstermiştir. Bu kapsamda açılan Mühendishane'nin ilk hocaları da askeri mühendislik konularında çalışma yapmaya başlamıştır. Eserlerini incelediğimiz Hocalar arasında ilki Hüseyin Rıfkı Tâ mânî idi. Rıfkı Tâ mânî, eserini mühendisler için yazmıştır. Galileo'cu kinematik denklemlerini tafsilatlı bir şekilde anlatmıştır. Bununla beraber kütle çekim kuvveti kavramını kullanmamış ve hem serbest düşmeyi hem de merminin atış hareketini tamamen Galileocu bir analizle ele almıştır. Ayrıca eserini, tamamen modern konulardan oluşturmasına rağmen, hareket kısmını bitirirken hareketi tamamen Aristoteles'in doğal hareket ve zorlanmış hareket kavramlarıyla anlatmıştır. Bu Aristoteles'in

⁴²⁹ Remzi Demir, *Osmanlılar'da Bilimsel Düşüncenin Yapısı*, Epos, Ankara 2001, s.58.

otoritesinin 19 yüzyılın başında hala güçlü olduğunu göstermesi bakımından önemlidir.

Bundan sonra Yahya Naci Efendi'nin, *Risale-i Hikmet-i Tabîiye* adlı eserindeki hareket problemlerini inceledik. Hüseyin Rıfkı Tâ mânî'nin eserinden daha az tafsilat ve Galileo'nun kinematik kurallarını vermiştir. Bununla beraber, eseri, harici balistikten ziyade dâhili balistik konularını ve yanmaya ilişkin problemleri içerir. Son olarak da Başhoca İshak Efendi'nin, *Mecmûa-i Ulûm-i Riyâziye* adlı eserinin üçüncü cildinin ikinci makalesinde yer alan hareket problemlerinin büyük bir kısmını ele aldık. Diğer makalelerden de bazı temel önemli olduğunu düşündüğümüz problemleri inceledik. Başhoca İshak Efendi, modern bilimlerin girişinde son dönem olarak adlandırılabilir.⁴³⁰ Zira yüksek matematiği ve fiziği Osmanlı Devleti'ne sokmuştur. Balistik ve modern hareket kuramlarını Galileocu bir analizle yapmıştır. Burada eserinin balistik cetveli kısmını Etienne Bézout'un 1772 yılında yazdığı *Cours de mathématiques a l'usage du corps de l'artillerie* adlı eserinden almıştır. Tezimizin eklerinde hem Hoca İshak Efendi'nin hem de Bézout'un Balistik cetvelinin orijinal halleri verilmiştir.⁴³¹ Başhoca İshak Efendi'nin balistik cetveli ve atışın yapılacağı top ile barutun özellikleri şu şekilde verilmiştir:

Tenbih: Havanın sıkleti suyun sıkletinin $\frac{1}{950}$ cüz'üne ve alat-ı nâriye⁴³² ile

remy olunan cismin sıkletinin $\frac{1}{6650}$ cüz'üne olmagla evvel emirde havanın

mukavemeti hemen olunmaz rütbesinde olub cism-i merminin resm eylediği mükâfi

kendu sıkletiyle resm olunur ise de hava-i mezbûr kevvet-i remy ile kuvvet-i sıklete

⁴³⁰ Bkz., Sevim Tekeli, "Batılılaşmada Son Dönem: İshak Hoca", *Erdem*, Ankara 1988, C.4, S.11.

⁴³¹ Bkz., Ek 1 ve Ek2.

⁴³² **Alat-ı nâriye:** Ateşli silah.

cüz'ü mümanâ'at eder. (Şöyle ki) (Evvela) Bir cism-i merminin havanın mukavemetinden ârî tahîl olunarak sür'atiyle bir saniyede 1200 kadem ve sıkletiyle sukutunda bir saniyede 15 kadem kat' eylediği (sâniyen) kuvvet-i remiye havanın mukavemeti sür'atler murabbaların nisbetinde olduğu (salisen) ufka müvâzî ve mürtefi mahallerde havanın kesafeti muhtelif layikiyle tasvîr olunsa ecsâm-ı mermiyenin hareketi ve resm olunan münhaniyyelerin tagayyür⁴³³ ve ahsilları! mâlûm olur. (İmdî) Ecsâm-ı mermiyenin hareketleriyle resm olunan münhaniyelerin te'siri hava ile ihtilâf ve tefâvütleri bin yüz seksen altı senesinde Françanın kürsi⁴³⁴ memleketi olan Paris şehrinde helâ ve melâ mahallerde 10 parmak 1 hat 4 nokta kutrunda 53 kıyye 384 dirhem vezninde 1 kıyye 170 dirhem barut ile humbaralar remy olunarak vaki' olan tecrübelerde kat' olunan menziller ve sarf olunan zamânlar ve zaviye-i remyler bir cedvele tahrir ve havanın keyfiyeti mukavemeti layikiyle mâlûm olmak için bu mahalde iradî münâsib görülmüştür.

Burada, hava direncinin merminin hızının karesi ile orantılı olduğunu söylemektedir. Bu, Newton ve Robins'in de gösterdiği hava direnci ispatıdır. Bununla birlikte, Hoca İshak Efendi de, Bézout'dan aldığı balistik teorisini ve cetvelini yazmıştır. Ancak Hoca İshak Efendi, Bézout'un yaptığı hava dirençli analizlere tablosunda yer vermemiş, sadece deneysel sonuçları vermiştir. Şu haliyle hava dirençli, diğer bir deyişle Eulerci analizlerin ne zaman ve kim tarafından yapıldığı sorusu önemli görünmektedir. Aşağıda Hoca İshak Efendi'nin balistik tablosu verilmiştir.

⁴³³ **Tagayyür:** Başkalaşma, Değişme.

⁴³⁴ **Kürsi:** Başkent.

Atış dereceleri	Boşlukta Alınan Mesafe	Ovada Alınan Mesafe	Boşlukta Geçen Zaman	Ovada Geçen Zaman
Derece	Ba‘	Ba‘	Saniye	Saniye
10	253	257	$4\frac{3}{5}$	4
		249 221 228		
20	476	440	$8\frac{8}{10}$	$7\frac{1}{3}$
		424 394 398		
30	640	451	$12\frac{1}{5}$	$10\frac{3}{4}$
		516 537 492		
40	728	596	$15\frac{3}{5}$	$14\frac{2}{5}$
		575 574 544		
43	738	506	$16\frac{1}{2}$	14
		517 543 509		
45	739	490	$17\frac{1}{5}$	$15\frac{1}{5}$
		536 505 489		
50	728	481	$18\frac{3}{5}$	16
		512 488 507		
60	640	457	21	$19\frac{1}{2}$
		424 457 448		

70	476	349	$22\frac{4}{5}$	22
		297 349 328		
75	370	298	$23\frac{2}{5}$	22
		265 261 256		

Tablo 3.

Tezimizin maksadı, modern hareket kuramlarının gelişme seyrinin balistik incelemelerle orantılı olduğunu göstermektir. Bu konunun Osmanlılar’a nasıl girdiği de incelenmiştir. Şimdiye kadar yapmış olduğumuz incelemelere göre, Galileo’cu kinematik denklemleri, Hüseyin Rıfıkı Tâmanî tarafından önemli bir matematiksel olgunlukta Osmanlılar’a tanıtılmış görünmektedir. Ancak bu mesele, daha fazla balistik cetveli incelenerek sonuçlandırılmaya muhtaçtır. Osmanlılarda balistik incelemeler en gelişmiş haliyle Başhoca İshak Efendi tarafından ele alınmıştır. Bézout’dan doğrudan aldığı görülen Balistik cetveli ile Galileo’cu teorik denklemleri ve Paris’te yapılan deneysel sonuçları okuyucuya sunmuştur. Aradaki farkın ise hava direnci kaynaklı olduğunu söylemiştir. Bu durumda, Osmanlılar’da da modern hareket kuramlarının askeri mühendisler aracılığıyla ve pratik ihtiyaçlardan kaynaklı olarak gelişmiş olduğu söylenebilir. Osmanlılar’da, biraz geç de olsa, modern hareket kuramlarının gelişme süreci Avrupa’daki süreçle aynı olmuştur.

SONUÇ

Hareketle ilgili teoriler tarih boyunca çeşitli değişimlere uğramıştır. Balistik incelemeleri ve savaş teknolojisi hareket kuramlarının gelişmesinde önemli bir rol oynamıştır. Aristoteles'in etkisi yüzyıllar boyu Avrupa Uygarlığını ve İslam Uygarlığını etkisi altına almıştır. Klasik dönem İslam Uygarlığında, kelâm filozofları Aristoteles felsefesini benimsemeyip, atomculuğu ve buna bağlı hareket kuramlarını bilimsel veya teolojik olarak merkeze koymuşlardır. Ortaçağ İslam Uygarlığında, İbn Sînâ gibi filozoflar Aristoteles'in hareket kuramına bazı eklemeler yapmışlarsa da, temelde önemli bir değişikliğe gitmemişlerdir. Özellikle İbn Sînâ'nın önemli bir otorite olması, İslam Uygarlığında Aristoteles'in hareket kuramlarının, Avrupa'dan çok daha uzun süre kabul görmesinde etkili olmuştur. Avrupa'da topçuluk sanatının gelişme göstermesi ve savaşlardaki öneminin fark edilmesi bu alanda çalışmaları hızlandırmıştır. Merton Koleji öğrencileri Aristoteles'in hareket kuramlarından çıkan ilk dönem olmuşlardır. Söylediklerinin bazı kısımları doğru olsa da bütünlüklü bir teori kurabilmekten uzaktırlar. Bu sürecin tamamlanması için, hem gök mekaniğinin gelişmesi hem de topçuluğun ilerlemesi gerekmiştir. 1537'de Tartaglia, savaş sanatı ile ilgili yazdığı eseriyle topçuluğu geometri ile birleştirmeye çabalamış ve maksimum menzil gibi doğru tespitlere ulaşmıştır. Onu izleyen yıllarda özellikle Galileo'nun kinematik üzerine çalışmaları ve balistik analizleri uzun süre Avrupa'da kullanılmıştır. Ancak onu balistik incelemelerinin yanlış olduğunun farkına da yine balistik çalışmaları sonucunda Benjamin Robins, Newton ve Euler gibi bilimciler varmışlardır. Hemen düzenleme çabasına geçmişlerdir.

Osmanlılar 18. yüzyıl sonu ile 19. Yüzyıl başlarında Avrupa'daki bu askeri gelişmeleri takip etmek adına büyük çabalara girişmişlerdir. Mühendishanelerin

açılması ve buraya tayin olunan Hocalar evvela balistik, topçuluk, istihkâm gibi çalışmalara girişmişlerdir. Yaptığımız araştırmalar, Hüseyin Rıfkı Tâ mânî'nin Galileo'nun kinematik denklemlerini ve dinamik yasaları askeri mühendislik kapsamında Mühendishanelere sokan ilk hocalardan birisi olduğunu göstermektedir. Ancak onun çalışmaları özet mahiyetindedir. Çünkü ispata gerek duymadan, sahada savaşılan askerlere yönelik pratik bilgiler içerir. Bununla beraber doğa felsefesini hala Aristotelesçi argümanlardan yararlanarak oluşturmuştur. Bundan sora Yahya Naci, topçuluk sanatını ele almıştır. Kinematik ve dinamik olarak incelemeler yapmıştır. Ancak eseri daha çok, dahili balistiğin yanma gibi kimyasal olayları ele almaktadır. Yüksek matematiği Osmanlılar'a anlatan Başhoca İshak Efendi, balistik incelemelerde de yüksek matematiğin yardımına başvurmuştur. Galileo'cu balistik analizlerini yapmıştır. Balistik cetvelini Bézout'dan almıştır. Ancak Bézout'un hava sürtünmeli ortamdaki, Eulerci analizlerini balistik cetveline koymamıştır. Bununla beraber yaptığı matematik analizler ile modern kuramları Osmanlılar'a sokması bakımından *Mecmûa-i Ulûm-i Riyâziye* adlı eseri çok önemlidir.

Konuyla ilgili yapılacak olan araştırmalarda, daha fazla balistik cetveli ve savaş sanatı konuları ele alınırsa, daha önemli bilgilere ulaşılabilecektir. Bunların ise bilim tarihinde önemli gelişmelere yol açacağı kanısındayım.

KAYNAKÇA

Ademoğlu, F. Ebru, *Yahya Naci Efendi ve Modern Fizik Konusundaki Türkçe Eseri*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul 2001.

Adivar, Adnan, *Osmanlı Türklerinde İlim*, Remzi Kitapevi, İstanbul 1982.

Akarsu, Bedia, *Felsefe Terimleri Sözlüğü*, İnkılap Kitapevi, İstanbul 1998.

Akbaş, Meltem, *Osmanlı Türkiyesi'nde Modern Fizik*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul 2008.

Aristoteles, *Gökyüzü üzerine*, çev. Saffet Babür, Dost Kitabevi, Ankara 1997.

Aristoteles, *Fizik*, çev. Saffet Babür, YKY, İstanbul 2005.

Aydın, İbrahim Hakkı, “Molla Fenârî”, *TDVİA*, C.30, s. 245-247.

Aydüz, Salim, “Lâle Devri'nde Yapılan İlmi Faaliyetler”, *Divan İlmi Araştırmalar*, S.1, İstanbul 1997.

Barnett, Janet Heine, “Mathematics goes ballistics: Benjamin Robins, Leonhard Euler, and the mathematical education of military engineers”, *Journal of the British Society for the History of Mathematics*, C.24, S.2, 2009, s. 92-104.

Bayrakdar, Mehmet, “Al-Kindî ve İbn Sînâ'da Atomculuğun Tenkidi”, *İbn Sînâ: Doğumunun Bininci Yılı Armağanı*, der. Aydın Sayılı, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 1984, s. 471-480.

Bayrakdar, Mehmet, *Kayserili Dâvûd*, Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara 1988.

- Bendick, Jeanne, *Archimedes and The Door of Science*, Bathgate Bethelam Books&Ignatius Press, Bathgate 2001.
- Bernal, J.D., *Modern Çağ Öncesi Fizik*, çev. Deniz Yurtören, TÜBİTAK, Ankara 1995.
- Bernal, J.D., *Bilimin Toplumsal İşlevi*, çev. Tonguç Ok, Evrensel Basım Yayın, İstanbul 2011.
- Beydilli, Kemal, *Türk Bilim ve Matbaacılık Tarihinde Mühendishâne, Mühendishâne Matbaası ve Kütüphânesi*, Eren Yayınları, İstanbul 1995.
- Bilkan, Ali Fuat, *Hayri-Nâme'ye Göre XVII. Yüzyılda Osmanlı Düşünce Hayatı*, Akçağ, Ankara 2002.
- Cevizci, Ahmet, *Felsefe Sözlüğü*, Paradigma, İstanbul 2002.
- Cevizci, Ahmet, *Felsefe Tarihi*, Say, İstanbul 2010.
- Copernicus, Nicolaus, *Göksel Kürelerin Devinimi Üzerine*, çev. C.Cengiz Çevik, Türkiye İş Bankası, İstanbul 2010.
- Cropper, William H., *Büyük Fizikçiler; Galileo'dan Hawking'e Büyük Hayatlar*, çev. Nurettin Elhüseyni, Oğlak, İstanbul 2005.
- Cushing, James T., *Fizikte Felsefi Kavramlar; Felsefe ve Bilimsel Kuramlar Arasındaki Tarihsel İlişki*, çev. B. Özgür Sarıoğlu, Sabancı Yayınevi, İstanbul 2003.
- Cumbur, Müjgân, “Kâtip Çelebi: Hayatı ve Eserleri”, *Türk Kütüphaneciler Derneği Bülteni*, C.7, S. I-II, Ankara 1958, s. 2-6.
- Çeçen, Kazım&Şengör, Celal, *Mühendishâne-i Berrî-i Hûmâyûn'un 1210/1795 Tarihli Kanunnâmesi*, İTÜ Bilim ve Teknoloji Tarihi Araştırma Merkezi, İstanbul 1988.

Çubukçu, İbrahim Agâh, “İbn Sînâ’nın İslam Felsefesindeki Yeri”, *İbn Sînâ Doğumunun Bininci Yılı Armağanı*, der. Aydın Sayılı, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 1984, s.14-20.

Dağ, Mehmet, “Kelâm ve İslam Felsefesinde Hareket Kuramı”, *Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, C.24, s.221-248.

Dekker, Dirk-Jan, “Buridan’s Concept of Time. Time, Motion and the Soul in John Buridan’s Questions on Aristotle’s Physics”, *The Metaphysics and Natural Philosophy of John Buridan*, ed. J.M.M.H. Thijssen & Jack Zupko, Brill Leiden, Boston, Köln 2001, s. 151-164.

Demir, Remzi, *Türk Aydınlanması ve Voltaire; Geleneksel Düşünceден Kopuş*, Doruk Yayınları, Ankara 1999.

Demir, Remzi, *Osmanlılar’da Bilimsel Düşüncenin Yapısı*, Epos, Ankara 2001.

Demir, Remzi, *Philosophia Ottomanica cilt 1*, Lotus, Ankara 2005.

Demir, Remzi, *Philosophia Ottomanica cilt 2*, Lotus, Ankara 2005.

Demir, Remzi, “Unutulmuş bir doğa felsefesi: Kelâmî atomculuk”, *Bilim ve Ütopya*, İstanbul 2011, S.206, s.4-6.

Descartes, René *Felsefenin İlkeleri*, çev. Mesut Akın, Say, Ankara 2010.

Durusoy, Ali, İbn Sînâ, TDVİA, C.20, İstanbul 1999.

Einstein, A.&İnfeld, L., *Fiziğin Evrimi*, çev. Öner Ünalın, Onur Yayınları, Ankara 1972.

Einstein, Albert., “İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog’un Önsözü”, *Bilim ve Mühendislik-3*, çev. Metin Sitti, İstanbul 1991, s. 1-6.

Ess, Joes van, “Mu‘tezile Atomculuğu”, *Kelam Araştırmaları*, çev. Mehmet Bulğen, C.10, S. 1, 2012, s. 255-274.

Freely, John, *Alaaddin'in Lambası: Yunan Bilimi İslam Dünyası Üzerinden Avrupa'ya Nasıl Ulaştı?*, Şenocak, İzmir 2010.

Galilei, Galileo, *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*, çev. Reşit Aşçıoğlu, Türkiye İŞ Bankası Yayınları, İstanbul 2008.

Galilei, Galileo, *İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar*, çev. Yasemin Çevik, Elips, Ankara 2011.

Gökdoğan, Melek Dosay, “Mecmûa‘-i Ulûmu Riyâziye”, *Düşünen Siyaset* 4, Ankara 2002, S. 16.

Gökdoğan, Melek Dosay&Unat, Yavuz, “Fatih Dönemi (1451-1481) Bilim Anlayışı ve Bilim Adamları, *Osmanlılarda Bilim ve Teknoloji*, ed. Yavuz Unat, Nobel, Ankara 2010, s. 39-50.

Gölcük, Şerafettin, *Kelâm Tarihi*, Kitap Dünyası, İstanbul 2000.

Görgün, Tahsin, “Molla Fenârî”, *TDVİA*, C. 30, s. 247-249.

Grant, Edward, *Orta Çağda Fizik Bilimleri*, çev. Aykut Göker, V Yayınları, Ankara 1986.

Grant, Edward, *A History of Natural Philosophy: From the Ancient World to the Nineteenth Century*, Cambridge Press, New York 2007.

Günaltay, Şemsettin, *Kelam Atomculuğu ve Kaynağı Sorunu*, Fecr, Ankara 2008.

Günergun, Feza, “Eski Fransız ve Metre Osmanlı Ölçü ve Tartılarının Sistemlerindeki Eşdeğerleri: İlk Karşılaştırmalar ve Çevirme Cetvelleri”, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, C. 2, s. 23-68.

Hackborn, William W., “The Science of Ballistics: Mathematics Serving the Dark Side”, *Seminar Proceedings of the Canadian Society for History and Philosophy of Mathematics*, 2006, S. 16.

Halliday&Resnick, *Fundamentals of Physics*, John Wiley & Sons, Canada 1981.

Hayta, Necdet&Ünal, Uğur, *Osmanlı Devleti’nde Yenileşme Hareketleri*, Gazi Kitabevi, Ankara 2010.

Henninger-Voss, Mary J., “How the “New Science” of Cannons Shook up the Aristotelian Cosmos”, *Journal of the History of Ideas*, 2002, C. 63, S. 3, s. 371-397.

Hessen, Boris, “Newton’un *Principa*’sının Toplumsal ve Ekonomik Kökenleri”, *Bilim Sosyolojisi İncelemeleri*, çev. Eren Buğlalılar, ed.Bekir Balkız&Vefa Saygın Ögütte, Doğubatu, Ankara 2010.

İhsanoğlu, Ekmeleddin, *Başhoca İshak Efendi Türkiye’de Modern Bilimin Öncüsü*, Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara 1989.

İhsanoğlu, Ekmeleddin vd. *Osmanlı Tabii ve Tatbiki Bilimler Literatürü Tarihi: C. 1*, İstanbul 2006.

İshak Efendi, Başhoca, *Mecmû’a-yi Ulûmu Riyâziye*, İstanbul 1831-1834.

Kaçar, Mustafa, “Osmanlı İmparatorluğunda Askeri Sahada Yenileşme Döneminin Başlangıcı”, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, C. 1, İstanbul 1995, s. 209-225.

Kaçar, Mustafa, “Osmanlı İmparatorluğu’nda Teknik Eğitimde Modernleşme Çalışmaları ve Mühendishanelerin Kuruluşu”, ed. Feza Günergun, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, C. 2, s. 69-137.

Kalaycıoğulları, İnan, *Kâtip Çelebi'nin Cihannümâ Adlı Eserine İbrahim Müteferrika'nın Yaptığı Ekler Doğrultusunda Çağdaş Bilimlerin Türkiye'ye Girişi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara 2003.

Karadaş, Cağfer, “Kelâm Atomculuğu”, *Bilim ve Ütopya*, İstanbul 2011, S. 206, s. 11-19.

Karadaş, Cağfer, “Kelam atomculuğunun kaynağına dair yeni bir yaklaşım”, *Bilim ve Ütopya*, İstanbul 2011, S. 206, s. 20-34.

Karlığa, Bekir, “Yirmi Sekiz Mehmet Çelebi'nin Yeni Bulunan Bir Fizik Kitabı Tercümesi ve On Sekizinci Yüzyılın Başında Osmanlı Düşüncesi”, *Bilim Felsefe Tarih*, İstanbul 1991, s. 277-327.

Karlığa, Bekir, “Uyanış devirlerinde Tercümenin Rolü”, *Doğu Batı*, 2005, S. 33.

Kaya, Y&Okçu, R&Yavuz, İ, “Serbest Düşme Yasası”, *Bilim ve Mühendislik-3*, İstanbul 1991, s. 31-66.

Koyré, Alexandre, *Yeni Çağ Biliminin Doğuşu: Bilimsel Düşüncenin Tarihi Üzerine İncelemeler*, çev. Kurtuluş Dinçer, Gündoğan, Ankara 1994.

Koyunoğlu, H. Hüseyin, “Kâtip Çelebi'nin Cihannümâ'sı ve Bu Kitaba İbrahim Müteferrika'nın Yaptığı Eklmeler”, *Dicle Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 2007, C. 9, S. 2, s. 147-166.

Kuhn, Thomas S. *Kopernik Devrimi; Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezegen Astronomisi*, çev. Halil Turan vd. İmge, Ankara 2007.

Lewis, Bernard, *Modern Türkiye'nin Doğuşu*, çev. Metin Kıratlı, Türk Tarih Kurumu, Ankara 1998.

Machamer, Peter K., “Aristotle on Natural Place and Natural Motion”, *Isis*, 1978, C. 69, S. 3, s. 377-387.

Önal, Emre, *Hoca-zâde ve Haşîya Ala Şarh Hidayet Al-Hikma Adlı Eseri*, Yayınlanmamış Yüksek Lisan Tezi, İstanbul 2006.

Pedersen, Olaf, *Early Physics and Astronomy: A Historical Introduction*, Cambridge Press, New York 1993.

Ronan, Colin A., *Bilim Tarihi*, çev. Ekmeleddin İhsanoğlu & Feza Günergun, TÜBİTAK, Ankara 2003.

Ross, W. D., *Aristoteles*, çev., Ahmet Arslan, İhsan Oktay Anar vd., Kabalcı, İstanbul 2002.

Russel, Bertrand, *Batı Felsefesi Tarihi: İlkçağ*, çev. Muammer Sencer, Say, İstanbul 1996.

Sachs, Joe, *Aristotle: Motion and its Place in Nature*, Internet Encyclopedia of Philosophy, <http://www.iep.utm.edu/aris-mot/> (21.04.2012).

Sambursky, Shmuel, *Physical Thought from the Presocratics to the Quantum Physicist*, Pica Press, New York 1975.

Sarıkavak, Kazım, *XVIII. Yüzyılda Bir Osmanlı Düşünürü: Yanyalı Esad Efendi (Bir Rönesans Denemesi)*, Kültür Bakanlığı, Ankara 1997.

Sayılı, Aydın, “Kopernik ve Anıtsal Yapıtı”, *Nicola Kopernik*, der. Unesco Türkiye Milli Komisyonu, Ankara 1973, s. 27-131.

Sayılı, Aydın, “İbn Sîna and Buridan on the Dynamics of Projectile Motion”, *İbn Sînâ Doğumunun Bininci Yılı Armağanı*, der. Aydın Sayılı, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 1984, s. 141-160.

Sayılı, Aydın, *Hayatta En Hakiki Mürşit İlimdir*, Gündoğan Yayınları, Ankara 1999.

Sînâ, İbn, *Kütabu's-Şifâ: Fizik I*, çev. Ferruh Özpilavcı&Muhittin Macit, Litera, İstanbul 2004.

Sînâ, İbn, *Kütabu's-Şifâ: Fizik II*, çev. Ferruh Özpilavcı&Muhittin Macit, Litera, İstanbul 2005.

Steele, Brett D., “Muskets and Pendulums: Benjamin Robins, Leonhard Euler, and the Ballistics Revolution”, *Technology and Culture*, C. 35, S. 2, 1994, s. 348-382.

Struik, Dirk J., *A Concise History of Mathematics*, Dover Publications, New York 1965.

Tahir, Bursalı Mehmet, *Osmanlı Müellifleri cilt I,II,III ve Ahmed Remzi Akyürek Miftâhu'l-Kütüb ve Esâmî-i Müellifin Fihristi*, Bizim Büro, Ankara 2009.

Tâmânî, Hüseyin Rıfkı, *Mecmûatü'l Mühendisîn*, İstanbul, Darü'ttîbaat el-Amire, 1260 [1844].

Tekeli, Sevim, “Copernicus”, *Nicola Kopernik*, der. Unesco Türkiye Milli Komisyonu, Ankara 1973, s. 135-179.

Tekeli, Sevim, “Batılılaşmada Son Dönem: İshak Hoca”, *Erdem*, Ankara 1988, C. 4, S. 11.

Tezer, Cem, *Başhoca İshak Efendi ve Mecmû'a-yı Ulûm-u Riyâziye*, Yayınlanmamış Makale.

Topdemir, Hüseyin Gazi, “Galileo ve Modern Mekaniğin Doğuşu”, *Felsefe Dünyası*, 1997, S. 24, s. 42-51.

Topdemir, Hüseyin Gazi, “Osmanlılarda Fizik Çalışmaları”, *Osmanlı*, C. 8, Ankara 1999, s. 450-453.

Topdemir, H. Gazi, “Aristoteles’in Ortaçağdaki yansımaları”, *Felsefe Tartışmaları*, 2006, S. 37, s. 57-78.

Topdemir, Hüseyin Gazi, “Isaac Newton ve Bilim Devrimi”, *Bilim ve Teknik*, Ankara 2010, S. 515, s. 86-91.

Tosun, Ali Rıza, “İlk Kapsamlı Türkçe Mühendislik Kitabı Mecmûât el-Mühendisîn’in Ele Aldığı Konular ve Niteliği Hakkında Bir Değerlendirme”, *Belleten*, C. 74, S. 270, Ankara 2010, s. 519-526.

Unat, Yavuz, *Astronomi Tarihi*, Nobel, Ankara 2001.

Uzunçarşılı, İsmail Hakkı, *Osmanlı Devletinin İlmiye Teşkilâtı*, Türk Tarih Kurumu, Ankara 1965.

Ülken, Hilmi Ziya, *İbn Sînâ*, İstanbul Milli Eğitim Basımevi, İstanbul 1951.

Voltaire, François Marie Arouet, “Isaac Newton’un Önemi”, *Galileo’nun Buyruğu; Bilim Yazılarından Bir Derleme*, Ed. Edmund Blair Bolles, çev. Nermin Arık, TÜBİTAK, Ankara 2011.

Westfall, Richard S., *Modern Bilimin Oluşumu*, çev. İsmail hakkı Duru, Tübitak, Ankara 2008.

Wolfson, Harry Austryn, *The Philosophy of the Kalam*, Harvard University Press, Londra 1976.

Yurtoğlu, Bilal, “XVII. Yüzyılda Bir İshrâkî: Kâtip Çeleb’nin Bilim Anlayışı”, *Doğumunun 400. Yıldönümünde Kâtip Çelebi*, Ed. Bekir Karlığa&Mustafa Kaçar, T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara 2009, s. 263-274.

EKLER

Ek 1: Başhoca İshak Efendi'nin hazırladığı balistik cetveli.

(۸۲)

الجدول هذا				
زاوية رميسك مقدار درجه لری	خلاده اولان غایت منزل	ملايه اولان غایت منزل	خلاده صرف اولسان زمان	ملايه صرف اولسان زمان
درجه	باع	باع	ثانيه	ثانيه
۱۰	۲۵۳	۲۵۷	$۴\frac{۳}{۰}$	۴
		۲۴۹ ۲۲۱ ۲۲۸		
۲۰	۴۷۶	۴۴۰	$۸\frac{۸}{۱۰}$	$۷\frac{۱}{۳}$
		۴۲۴ ۳۹۵ ۳۹۸		
۳۰	۶۴۰	۴۵۱	$۱۲\frac{۱}{۰}$	$۱۰\frac{۳}{۲}$
		۵۱۶ ۵۳۷ ۴۹۲		
۴۰	۷۲۸	۵۹۶	$۱۵\frac{۳}{۰}$	$۱۴\frac{۵}{۰}$
		۵۷۵ ۵۷۴ ۵۴۴		
۴۳	۷۳۸	۵۰۶	$۱۶\frac{۱}{۳}$	۱۴
		۵۱۷ ۵۴۳ ۵۰۹		
۴۵	۷۳۹	۴۹۰	$۱۷\frac{۱}{۰}$	$۱۵\frac{۱}{۰}$
		۵۳۶ ۵۰۵ ۴۸۹		
۵۰	۷۲۸	۴۸۱	$۱۸\frac{۳}{۰}$	۱۶
		۵۱۲ ۴۸۸ ۵۰۷		
۶۰	۶۴۰	۴۵۷	۲۱	$۱۹\frac{۱}{۳}$
		۴۲۴ ۴۵۷ ۴۴۸		
۷۰	۴۷۶	۳۴۹	$۲۲\frac{۴}{۰}$	۲۲
		۲۹۷ ۲۴۸ ۲۲۸		
۷۵	۳۷۰	۲۹۸	$۲۳\frac{۲}{۰}$	۲۲
		۲۶۵ ۲۶۱ ۲۵۶		

(۴)

Ek 2: Bézout'un hazırladığı balistik cetveli.

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 Fère, au mois d'Octobre 1771, par les ordres de M. le Marquis
DE MONTEYNARD, Secrétaire d'État 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.	
	toises	toises	toises	secondes	secondes	secondes	degrés
10.....	153.....	117.....	257. 249. 221. 228.	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	4.....	14.
20.....	476.....	396.....	440. 424. 394. 398.	8 $\frac{1}{4}$	8.....	7 $\frac{1}{2}$	16.
30.....	640.....	500.....	451. 516. 537. 493.	12 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	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.....	728.....	534.....	481. 512. 488. 507.	18 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	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.	22 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{1}{2}$	22.....	74.
75.....	370.....	277.....	298. 265. 261. 256.	23 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{2}$	21.....	78.

Les bombes dont on a fait usage dans ces épreuves, étoient de 11 pouces 10 lignes de diamètre, du poids de 145^{lb}, y compris la terre dont on les avoit remplies ; & elles ont été chargées avec 3^{lb} $\frac{1}{2}$ 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. (Etienne Bézout, *Cours de mathématiques, à l'usage du corps de l'artillerie* [Paris, 1797], p. 456.)

Ek 3: Graf von Graevenitz'in Euler analizlerine dayanarak hazırladığı balistik cetveli.

					33
Die VIII. Art, $\gamma = 35^\circ$, aufsteigender Bogen.					
Erhöht. Winkel	Bogen AG	Weite AF	Höhe FG	Geschwind. in G	
β	= 2, 302585c mult. mit	= 2, 302585c mult. mit	= 2, 302585c mult. mit	= 1724gc mult. mit	
0°	0, 0000000	0, 0000000	0, 0000000	1, 1517744	
5°	0, 0536504	0, 0535931	0, 0023402	1, 2298471	
10°	0, 1164065	0, 1158121	0, 0105315	1, 3372699	
15°	0, 1935934	0, 1911693	0, 0272378	1, 4901162	
20°	0, 2952450	0, 2881162	0, 0578050	1, 7219160	
25°	0, 4441013	0, 4256416	0, 1147698	2, 1190543	
30°	0, 7134214	0, 6645303	0, 2391278	3, 0237457	
Niedersteigender Bogen.					
Winkel in H	Bogen AH	Weite AE	Höhe FH	Geschwind. in H	
	= 2, 302585c mult. mit	= 2, 302585c mult. mit	= 2, 302585c mult. mit	= 1724gc mult. mit	
5°	0, 0477456	0, 0477002	0, 0020826	1, 0943354	
10°	0, 0916889	0, 0912676	0, 0078183	1, 0523529	
15°	0, 1334123	0, 1320020	0, 0168489	1, 0225533	
20°	0, 1741257	0, 1708310	0, 0290916	1, 0030180	
25°	0, 2149125	0, 2085131	0, 0447000	0, 9923740	
30°	0, 2568288	0, 2456933	0, 0640548	0, 9894922	
35°	0, 3010101	0, 2829554	0, 0877934	0, 9942320	
40°	0, 3487869	0, 3224633	0, 1181088	1, 0062590	
45°	0, 4008361	0, 3608380	0, 1532727	1, 0267250	
50°	0, 4624001	0, 4024300	0, 1986624	1, 0521799	
55°	0, 5336408	0, 4457985	0, 2551789	1, 0862895	
60°	0, 6202174	0, 4923160	0, 3281968	1, 1279210	
65°	0, 7295507	0, 5418005	0, 4251766	1, 1766132	
					Die

G. 4.—One of Graevenitz's ballistics tables based on Euler's analysis of projectile motion where air resistance is considered. (H. F. Graevenitz, *Akademischen Abhandlung von Bahn der Geschützkugeln* [Rostock, 1764], p. 33.)

ÖZET

Bilim tarihinde modern hareket kuramlarının gelişmesi, balistik incelemelerle bir paralellik sergilemektedir. Osmanlılara bakıldığında da, 19. yüzyılın hemen başlarında, modern hareket kuramlarının, balistik incelemeler vasıtasıyla ele alınmaya başlandığı görülmektedir. Ancak bu çalışmalar özgün olmaktan ziyade, Avrupalı kaynaklardan çeviri ve derlemeler yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda yaptığımız araştırmada da, öncelikle Avrupa’da savaş sanatlarıyla beraber gelişen balistik incelemelerüzerinde durulmuş; daha sonra bu balistik incelemelerin Osmanlılarda modern hareket kuramlarını nasıl etkilediği ele alınmıştır.

SUMMARY

Modern laws of motion in the history of science show parallelism with ballistic reviews. Modern laws of motion searches were started in the early years of the nineteenth century via ballistic reviews in the Ottomans. But these researches were not original; rather they were doing by means of translation and editing from the European sources. In this respect, firstly ballistic reviews which developed with martial art were emphasized in Europe and then were discussed how these ballistic reviews affect modern laws of motion in the Ottomans in this study.