T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
FELSEFE ANA BİLİM DALI

GÜNEŞ MERKEZLİ EVREN KURAMININ TARİHSEL GELİŞİMİNİN İNCELENMESİ

MENEKŞENUR TÜRK ŞİMŞEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PROF. DR. YAVUZ UNAT

NİSAN - 2022
KASTAMONU

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Menekşenur TÜRK ŞİMŞEK

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜNEŞ MERKEZLİ EVREN KURAMININ TARİHSEL GELİŞİMİNİN İNCELENMESİ

MENEKŞENUR TÜRK ŞİMŞEK

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
FELSEFE ANA BİLİM DALI
DANIŞMAN:PROF. DR. YAVUZ UNAT

Astronominin teorik anlamda gelişmesi Antik Yunan ile başlamıştır. Karmaşık problemlerle ilgilenen Antik Yunan bilim adamları, astronomiyi geometri ile temellendirmişler, gökcisimlerinin hareketleri üzerine birçok önemli çalışmaya yer vermişlerdir. Bunlardan en önemli Aristoteles tarafından gerçekleştirilmiştir. Ancak Aristoteles evren teorisi matematiksel yönden eksik olmasından dolayı, Ptolemaios ile beraber Yer'in evrenin merkezinde olduğu görüşü matematiksel temel almasıyla kabul edilmiştir. Bu önemli evren sistem,16. ve 17. Yüzyıla kadar geçerliliğini sürdürmüş ancak temel problemlere cevap veremediğinden dolayı yeni bir sisteme ihtiyaç duyulmuştur. Copernicus'un Güneş Merkezli Evren kuramıyla birlikte astronomi yeni bir sistem ile karşılaşılmış, gökyüzünün detaylı incelenmesiyle birlikte Güneş Merkezli Evren sistemi geçerli olmuştur. Bu çalışmada eski uygarlıklardan itibaren Güneş Merkezli evren kuramının ortaya çıkışı ve gelişimi ele alınacaktır.

ANAHTAR KELİMELER:İlkçağ astronomisi, Ortaçağ astronomisi, Modern Astronomi, Ptolemaios, Copernicus, Newton.

Nisan 2022, 172 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

HISTORICAL DEVELOPMENT OF HELIOCENTRIC UNIVERSE THEORY

MENEKŞENUR TÜRK ŞİMŞEK

KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SOCIAL SCIENCE
DEPARTMENT OF PHILOSOPHY
SUPERVISOR:PROF. DR. YAVUZ UNAT

The theoretical development of astronomy began with Ancient Greece. Ancient Greek scientists dealing with complex problems based astronomy on geometry. They included many important studies on the movements of celestial bodies. The most important of these was provided by Aristotle. However, Aristotle's theory of the universe was mathematically incomplete. Together with Ptolemaios, it was suggested that the Earth was at the center of the universe. This theory, which was valid until the 16th and 17th centuries, made a new system necessary because it did not respond to the fundamental problems. Astronomy has taken on a different dimension with the Copernicus Solar-Centric Universe theory.

KEYWORDS: Ancient Astronomy, Medieval Astronomy, Modern Astronomy, Ptolemaios, Copernicus, Newton.

April 2022, 172 Page

TEŞEKKÜR

İlkçağlardan itibaren evrene karşı gezegenlerin hareketleri toplumlara gizemli gelmiştir. İlk başlarda yapılan gözlemler günlük hayatının devamı üzerineydi. Daha sonraları evrenin merkezine dair kuşkular birçok problemin doğmasına olanak sağladı. Ptolemaios'un Yer Merkezli Evren Kuramını ortaya atmasıyla beraber astronomi tarihi başka bir yol izledi. Yer Merkezli Evren Kuramı Rönesans dönemine kadar popülerliğini kaybetmedi. Ancak kuramın birçok probleme cevap verememesi yeni sistemleri gündeme getirmiştir. Copernicus'un Güneş Merkezli Evren Kuramıyla birlikte evrene karşı soru işaretleri artmış oldu. Ancak bu sistemin kabul görmesi kolay olmamıştır.

Çalışmanın hazırlanma sürecinde bilgi, birikimini benden esirgemeyen, akademik hayatım boyunca her zaman örnek aldığım değerli hocam, Prof. Dr. Yavuz Unat'a teşekkür etmeyi borç bilirim. Son olarak tezimin hazırlanma sürecinde beni her zaman destekleyen aileme ve eşim Sercan Şimşek'e teşekkür ederim.

Bu çalışma, TÜBİTAK/1003 Öncelikli Alanlar Ar-Ge Projeleri Programı 119K835 Nolu "Ortaçağ İslam Astronomisinde Evrenin Mekanik Yorumu ve Etkileri" başlıklı proje bağlamında hazırlanmıştır.

MENEKŞENUR TÜRK ŞİMŞEK

Kastamonu, 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAYI ..... **ii**
TAAHHÜTNAME ..... **iii**
ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
TEŞEKKÜR ..... **vi**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
ŞEKİLLER VE GÖRSELLER DİZİNİ ..... **ix**
TABLOLAR DİZİNİ ..... **xi**
1. GİRİŞ **1**
2. ASTRONOMİ BİLİMİNİN ORTAYA ÇIKIŞI VE ESKİ UYGARLIKLARDA ASTRONOMİ **4**
2.1 Mısır Astronomisi 4
2.2 Mezopotamya'da Astronomi 6
2.3 Hint, Çin ve Eski Türklerde Astronomi 10
2.3.1 Hint Astronomisi 10
2.3.2 Çin Astronomisi 11
2.3.3 Eski Türklerde Astronomi 14
3. ANTİK YUNAN DÖNEMİNDE ASTRONOMİ **16**
3.1 Sokrates Öncesi Dönemde Doğa Filozoflarında Astronomi 16
3.2 Sokrates Sonrası Filozoflarda Astronomi 22
3.2.1 Platon ve Astronomi 22
3.2.2 Eudoxus ve Astronominin Matematikselleşmesi 24
3.2.3 Aristoteles ve Astronomi 26
3.2.4 Bazı Önemli Antik Yunan Düşünürlerinin Astronomiye Katkıları 29
3.2.4.1 Philolaus 29
3.2.4.2 Hicetas 31
3.2.5 Yer-Güneş Merkezli Evren Sistemi 32
3.3 Helenistik Dönemde Astronomi 33
3.3.1 Eukleides ve Matematiğe Katkıları 33
3.3.2 Apollonius ve Matematiksel Astronomi 33
3.3.3 Aristarkhos ve Güneş Merkezli Evren Kuramı 34
3.3.4 Eratosthenes ve Yer'in Çevresinin Ölçülmesi 35
3.3.5 Hipparcus 36
3.3.6 Ptolemaios 38
4. ORTA ÇAĞ ASTRONOMİSİ **47**
4.1 Orta Çağ Hristiyan Dünyasında Astronomi 48
4.2 Orta Çağ İslam Dünyasında Astronomi 59
4.3 İslam Dünyasında Rasathaneler 63
4.3.1 Şemmâsiye Rasathanesi 64
4.3.2 Kâsiyûn Rasathanesi 64
4.3.3 Benî Mûsâ Rasathanesi 67
4.3.4 Samerra Rasathanesi 67
4.3.5 El- Mâhânî'nin Özel Rasathanesi 68
4.3.6 İbn Firnâs Rasathanesi 68

4.3.7 Ed-Dîneverî'nin Rasathanesi 68
4.3.8 Battânî'nin Rasathanesi 68
4.3.9 İbn Emâcûr Rasathanesi (10. Yüzyılın İlk Dönemleri) 71
4.3.10 Rey Rasathanesi 71
4.3.11 Şîraz Rasathanesi (978 - 983 Yılları Arası) 72
4.3.12 Şerefüddevle Rasathanesi 72
4.3.13 Bîrûnî Özel Rasathanesi (Kâs Rasathanesi) 75
4.3.14 Merâga Rasathanesi 80
4.4 Endülüs Astronomisi 85
4.5 15. Yüzyıl'da İslam Dünyasında Astronomi 89
4.5.1 Uluğ Bey 90
4.5.2 Gıyâseddin Cemşîd el- Kâşî 91
4.5.3 Kadızâde-i Rûmî 91
4.5.4 Semerkand Medresesi ve Rasathanesi 92
4.5.5 Zîc-i Uluğ Bey 94
4.6 Osmanlı Döneminde Astronomi 95
4.6.1 Ahmed Dâî b. İbrahim b. Muhammed 96
4.6.2 Fethullah Şirvânî 97
4.6.3 Ali Kuşçu 97
4.6.4 Mîrim Çelebi 98
4.6.5 Takîyüddin 99
4.6.5.1 İstanbul rasathanesi 102
4.6.6 Osmanlı Devletinde Modern Astronominin Başlangıcı 109
4.6.7 Rasadhâne-i Âmire ve Kandilli Rasathanesi 113
5. MODERN ASTRONOMİYE GİRİŞ, GÜNEŞ MERKEZLİ EVREN KURAMININ ORTAYA ÇIKIŞI 116
5.1 Nicolaous Copernicus 116
5.2 Nicolaous Copernicus'un Göksel Kürelerinin Devinimleri Üzerine 120
5.3 Copernicus'un Güneş Merkezli Evren Modelinin Doğuşu 128
5.4 Tycho Brahe 130
6. MODERN DÖNEMDE ASTRONOMİYE DAİR ÇALIŞMALAR 133
6.1 Johannes Keplerin Hayatı ve Çalışmaları 133
6.1.1 Johannes Kepler'in Üç Yasası 135
6.2 Galileo Galilei 137
6.3 Isaac Newton 144
7. ISAAC NEWTON'DAN SONRA ASTRONOMİNİN GELİŞİMİ 149
8. SONUÇ 162
KAYNAKLAR 165

ŞEKİLLER VE GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Pozisyon belirme yöntemi 12
Şekil 3.1 Pythagoras'ın evren modeli 19
Şekil 3.2 Aristoteles'in yer merkezli evren sistemi 28
Şekil 3.3 Dünya ve güneş'in öğlen saatlerinde sabit yıldızlarındaki konumu 30
Şekil 3.4 Geceleri dünya ve güneş 'in konumu 31
Şekil 3.5 Herakleides'in evren modeli 32
Şekil 3.6 Aristarkhos'un evren modeli 34
Şekil 3.7 Hipparcus'un güneş kuramı 37
Şekil 3.8 Hipparcus'un ay kuramı 38
Şekil 3.9 Ay'ın birinci modeli 41
Şekil 3.10 Ay'ın çifte modeli 42
Şekil 3.11 İç gezegen Venüs'ün konumu 43
Şekil 3.12 Dış gezegen Satürn'ün konumu 44
Şekil 3.13 Eksantrik (dışmerkez) model 44
Şekil 3.14 Episikl (dışçember model) model 45
Şekil 3.15 Ptolemaios'un evren modeli 45
Şekil 4.1 Roger Bacon'da küre katmanları biçiminde düşünülmüş ortak merkezli küreler sistemi 55
Şekil 4.2 zat el-semt ve el-irtifa (zimut ve yükseklik ölçen araç) 76
Şekil 4.3 Tûsî'nin ay modeli 82
Şekil 4.4 Mükemmel alet 83
Şekil 4.5 Çift bacaklı alet 83
Şekil 4.6 Çift kadranlı alet 83
Şekil 4.7 Şîrâzi'nin ay modeli 84
Şekil 4.8 Uluğ bey Semerkand medresesi 93
Şekil 4.9 Semerkand rasathanesi temsili resmi 93
Şekil 4.10 İstanbul rasathanesi 102
Şekil 4.11 Zat-el halâk 103
Şekil 4.12 Zat el-Sakbeteyn 104
Şekil 4.13 Zât el- şu'beteyn 104
Şekil 4.14 Duvar kadranı 105
Şekil 4.15 Zât el-evtar 106
Şekil 4.16 Zât el-semt ve'l-irtifâ 107
Şekil 4.17 Kandilli rasathanesi astronomi binası ve gözlem kubbesi 114
Şekil 4.18 Kandilli rasathanesi meteoroloji binası 115
Şekil 5.1 Copernicus evren modeli 126
Şekil 5.2 Devinimlerin hareketleri 127
Şekil 5.3 Brahe'nin evren modeli 132
Şekil 6.1 Kepler küreler modeli 134
Şekil 6.2 Kepler'in birinci yasası 135
Şekil 6.3 Kepler'in ikinci yasası 136
Şekil 6.4 Kepler üçüncü yasası 137
Şekil 6.5 Galileo Galilei'nin Satürn çizimleri 140
Şekil 6.6 Galileo Galilei Venüs çizimleri 141

Şekil 6.7 Galilei eylemsizlik kuramı 143

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 4.1 Ortaçağ kronolojisi 47
Tablo 4.2 Celâlî takvim..... 78
Tablo 4.3 Zîc-i Uluğ Bey'de yer alan değerlerin karşılaştırılması 95
Tablo 4.4 Zîc-i Uluğ Bey'de yer alan değerlerin karşılaştırılması 95

1. GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, geçmişten günümüze kadar astronominin tarihsel yolculuğunun gelişimini, modern astronominin hangi basamaklardan geçerek günümüze ulaştığını göstermek ve Güneş merkezli evren modelinin gelişim aşamalarını tartışmaktır.

Bilim tarihçilerine göre astronomi ilk bilim olarak kabul edilir. Astronomi, kökeni bakımından Yunanca gök cismi anlamına gelen astron ve kanun anlamına gelen nomos sözcüklerinin birleşmesinden oluşmuştur (Unat, 2013, s. 1).

Astronomi; evreni, gök cisimlerini inceleyen, gök cisimlerinin fiziksel ve kimyasal yapıları, hareketlerini, konumlarını hakkında bilgi veren bir bilim dalıdır. Astronomi ilk başlarda ilkel bir aşamadadır. Mevsimleri belirleyerek tarımsal faaliyetleri düzenlenmek, günlük hayatı kolaylaştırmak için kullanılmıştır.

Astronominin böyle olmasının sebebini ise matematiğin tam anlamıyla gelişmemesinden kaynaklanmaktadır. Matematik bilimi uygarlıkların gelişmesiyle beraber doğrudan astronomiyi etkilemiştir. Ayrıca birçok Mezopotamyalı astronom gezegenlerin konumlarını dikkatli bir şekilde gözlemlemişlerdir.

Bu gelişmelere rağmen astronomi yine de mitolojinin etkisinden kurtulamamıştır. Gökyüzünde görülen hareketlere mitolojik anlamlar yükleyerek kehanetler ile açıklamışlardır. Ay, önemli bir gezegen olarak görülmüş, Mezopotamyalılara göre Ay, korku ve dehşet veren bir gök cismi olarak tanımlanmıştır (Sayılı, 1982, s. 325).

Kuramsal astronominin gelişmesi ise Antik Yunan dönemini kapsamaktadır. Antik Yunan astronomları mitolojik etkiden sıyrılarak daha çok karmaşık problemler üzerinde durmuşlardır.

Geometrinin Antik Yunan bilim adamları tarafından bilinmesi astronomiyi doğrudan etkilemiştir. Antik Yunan astronomları, astronomiyi geometri üzerinden temellendirmişlerdir. Yapılan çalışmalar büyük bir kısmı gök cisimlerinin konumları

ve hareketlerine üzerine olmuştur. Ancak fiziksel yapısı hakkında üzerine çok fazla durulmamıştır.

Evrenin yapısı ve merkezinin nerede olduğu üzerine çalışan Eudoxus, Ortak Merkezli Küreler Sistemi kuramını ortaya atmış ancak fiziksel yönden eksik görülmüştür. Daha sonra Aristoteles tarafından fiziksel yöndeki eksikliği giderilerek Newton'a kadar geçerliliğini korumuştur (Unat, 2013, s. 29-37).

Astronominin matematik ile temellendirilmesinin kurucusu olarak kabul edilen Apollonius olsa da gerçek anlamda matematikselleşmesi Ptolemaios ile başlamıştır. Ptolemaios, matematik, astronomi, optik ve coğrafya gibi alanlarda çalışmalar yapmıştır. Ptolemaios geçmişten kendi zamanına kadar gelen astronomi bilgilerinin sentezini yapmış, araştırmaları ile beraber gökyüzündeki hareketlerin matematikle açıklayan kendi sistemi olan Yer Merkezli Sistemi kurmuştur.

Bu önemli sistem, 15. ve 16 yüzyıla kadar geçerliliğini kormuş ancak Ptolemaios'un sisteminin güvenirliliği yitirmesi ve temel problemlere cevap verememesinden dolayı yeni bir sisteme ihtiyaç duyulmuştur. Bunun üzerine Copernicus'un Güneş Merkezli Evren kuramının ortaya çıkmasıyla ile beraber bu zamana kadar güvenirliliğini koruyan Yer Merkezli Evren sistemi, yeni keşiflerinde art arda gelmesiyle yıkılmıştır.

Astronomide meydana gelen yeni gelişmeler ile beraber 16.yüzyılın sonunda ünlü Danimarkalı astronom Tycho Brahe'nin yapmış olduğu gözlemler ile beraber Aristoteles'in evren anlayışına olan güveni sarsılmıştır. Hatta Alman gökbilimci Kepler, Brahe'nin çalışmalarını incelemesi üzerine gezegenlerin yörüngelerin dairesel değil de elips şeklinde hareket ettiğini ortaya atmasıyla Antik Yunandan beri geçerli olan temel ilkelerin ortadan kaldırılmasına neden olmuştur.

Astronomi biliminde meydana gelen büyük değişimlerin yanı sıra teleskobun icadı ile birlikte gökyüzünü incelemek daha kolay bir hale gelmiştir. Çıplak gözle yapılan gözlemler, teleskopun keşfedilmesiyle gökcisimlerine dair daha net gözlemlerin yapılmasını sağladı. Newton'un çekim yasasıyla beraber bu karmaşık yapı bir düzene girmiştir

20.yüzyıldan itibaren ileri düzey teleskoplar (radyo dalgalarını ölçen) ve roketler icat edilmiştir. Bu gelişmelerle ile birlikte evrenin yapısına yönelik çalışmalar yerine yeni bir problem olan evrenin oluşumu üzerine durulmaya başlanmıştır. İleri düzey teleskopların kullanılmasıyla evrenin oluşumuna ilk aşamalarına ait cızırtı benzeri sesler keşfedildi. Ayrıca bu sesler, evrende bizim dünyamız dışında başka bir yerde yaşam olup olmadığını, uzayda birçok inceleme yapılmasını sağladı.

2. ASTRONOMİ BİLİMİNİN ORTAYA ÇIKIŞI VE ESKİ UYGARLIKLARDA ASTRONOMİ

Astronomi, kaynaklara göre MÖ. 3.yy ile 5.yy arası Antik Yunanda ortaya çıktığı kabul edilir. Antik Yunanda ortaya çıkan astronomi matematik ve geometriye dayandırılmış teorik astronomidir.

Eski uygarlıklarda daha çok günlük hayatı kolaylaştırmak, tarım faaliyetlerinin devamlılığı için gözlemler yapılmıştır. Kaynaklara göre Eski Mısırda günlük hayatı planlamak için takvimlerden ve su saatlerinin kullanılmıştır. Mısırda astronominin bu şekilde ilerlemesi Nil nehri ile alakalıdır. Çünkü Nil nehri o dönemde insanlar için çok önemli bir kaynaktı. Nil'in taşmasında ekinler zarar görmekte ve yaşamı olumsuz etkilemekteydi. Bundan dolayı çeşitli gözlemler yaparak Nil nehrinin ne zaman taşacağını hesaplamışlardır. Bu hesaplamalar ilk takvimlerin ve saatlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Eski uygarlıklar göksel olaylara mitolojik anlamlar yüklemişlerdir. Modern astronominin temeli olarak gördüğümüz Mezopotamya astronomisinde bu durum değişmiştir diyebiliriz. Bu dönemde Babillerin tutulmaları, gezegenlerin konumlarını kaydetmiş mitolojiden ayrılarak matematiksel bir aşamaya geçmişlerdir.

2.1 Mısır Astronomisi

Eski Mısırda astronomi çok ilkeldi ancak astronominin gelişmesi için Mısır astronomisi bir temel olarak görülmüştür. Astronominin ilkel olmasının sebebi matematiğin yeterince gelişmemesinden kaynaklanmaktadır. Mısır astronomisi hakkında elde edilen bilgiler daha çok zaman ölçümü ile alakalı bilgilerdir.

Mısırlılarda takvimin herhangi bir başlangıcı yoktu. Bunun sebebi ise her yeni hükümdarın başa geçmesiyle birlikte takvimin sıfırlanması ve yeni baştan başlamasıydı (Sayılı, 1982, s. 78). Takvimlerinde, yıllar on iki aya bölünmüş ve otuz günden oluşmaktaydı. Ayrıca yıllara beş gün ilave edilirdi bunun sebebi ise tatil ve bayram günlerinden dolayıdır. Mısır takvimi 365 günden oluşmaktaydı.

Yeni yılın başlaması Sirius yıldızı ile alakalıdır. Sirius yıldızının helyak doğuşunun[1] hemen ardından son hilal görünüşüyle yıl başlatılmaktadır. Nedeni ise Sirius yıldızının hemen ardından Nil nehrinin taşmasının habercisi olmasıdır. Mısır astronomisinde takvim tarım ile alakalıdır.

Mısırlılar yılları dörder aydan oluşan üç mevsime bölmüşlerdir. Bu mevsimlerin birincisi (15 Temmuz- 15 Kasım) Taşma mevsimi, ikincisi (15 Kasım- 15 Mart) Kış Mevsimi üçüncüsü ise (15 Mart- 15 Temmuz) Yaz mevsimidir (Saraç, 1943, s. 105-113). Nil nehrinin taşma zamanı 1,5- 2 ay gibi farklılıklar gösterirdi. Bundan dolayı takvimin kuruluş zamanının kesin olarak saptanması imkânsızdır.

Mısır takviminde hatalar olmasına rağmen kendinden sonra gelen uygarlıkları etkilemiştir. Örneğin Jül Sezar, Mısır asıllı Yunan astronom Sosigenes'in yeni bir takvim hazırlamasını istemiştir. Sosigenes yeni takviminde mısır takvimini temele almıştır. Jülyen takviminin, Mısır takviminden tek farkı ise art arda gelen üç yılı 365 gün, dördüncü yıla bir gün eklenerek 366 gün olarak kabul edilmesidir. Jülyen takvimi 1582 yılına kadar kullanılmış daha sonra takvimde detaylı hesaplamaların yapılmasıyla günümüzde kullandığımız Gregoryen takvimine geçilmiştir (Sayılı, 1982, s. 85).

Mısırlılarda diğer önemli çalışmalar ise saatler üzerine olmuştur. Yapılan araştırmalarda Mısır aynı anda iki farklı saat kullanılmıştır. Gündüzleri gölge uzunluğundan faydalandıkları güneş saatleri, geceleri ise su saati kullanılmıştır. Bunun yanı sıra ayların on iki ayı bölünmesinden faydalanılarak geceleri de on iki saate bölmüşlerdir. Gündüzleri ise mevsimlerden faydalanılarak on saate bölmüşlerdir. Ancak Güneş'in batma ve doğma zamanları ilave ederek on iki saat kabul edilmiştir. Bir günü yirmi dört saat olarak hesaplamışlardır. Gündüzleri mevsimlerden yararlanılmasının sebebi ise mevsimlere göre günlerin uzayıp, kısalmasından kaynaklanmaktadır.

[1] Helyak Doğuşu veya Teşrik: Bir gök cisminin Güneş'ten hemen önce doğmasıdır (Unat, 2000, s. 633-696).

Güneş saatleri diğer bir adıyla gnomon[2], bir kenarı dirsekli cetvelin, zamanı gösteren taksimatlara bölünmesiyle oluşan gölge uzunlukların, taksimat[3] çizgilerine denk gelmesiyle zamanın ölçülmesidir. Güneş'in doğma ve batma zamanlarında gölge uzunlukları büyüyordu bu nedenle yüzeye belirli bir eğim vererek ölçümler yapılıyordu.

Gündüzleri gnomonlardan faydalanarak zamanı belirlemeye çalışmışlardır. Ancak hava şartları ve geceleri güneş olmadığından dolayı düzenli ölçüm yapılamamıştır. Bundan dolayı su saatlerinden faydalanılmıştır. Su saatlerinde her ay için belirli bölmeler vardı. Bu bölmeler sayesinde mevsimlere göre değişen saat sürelerini hesaplamak daha kolaydır.

Su saatleri, boşalma ve dolma ilkelerine göre planlanmıştır. Boşalma sistemiyle çalışan su saatleri, koni biçiminde dibinde bir delik olan bir kaptır. Koni şekli ilerleyen çağlarda silindir ve prizma şekli olarak tercih edilmiştir. Dolma sistemi ise, kabın dikine çizgilerle on iki aya bölünmüştür. Su seviyesinin yükselmesiyle zaman ölçülmekteydi.

Mısırlılarda astronomi bilgisi dini ve mitolojik nitelikteydi. Gökyüzündeki cisimleri tanrı, olayları ise tanrıların hareketleri olarak yorumlamışlarıdır. Eğer gök cisimleri ortadan kayboluyorsa belirli bir süre ölüyorlar, arındıktan sonra tekrardan doğduğu inancı hâkimdi. Güneş'in doğup batmasını da günlük olarak ölüp, arındıktan sonra tekrar doğması yönünde olacağını varsayılmıştır. Mısır astronomisi hakkında yeterli bilgi ve birikim yoktur. Bunun sebebi ise Mısırlıların yapmış oldukları gözlemleri kayıt altına almamasından kaynaklanır.

2.2 Mezopotamya'da Astronomi

Mısırlılarda astronomi, günlük hayatı düzenlemesi için kullanmışlardır. Mezopotamya astronomisinde ise kozmogonik[4] ve dini safhalardan ayrılarak matematiksel

[2] Gnomon: Gölge uzunluğundan faydalanılan saat. Basite-i Şems.
[3] Taksimat: bölüntü, bölüntüler.
[4] Kozmogoni: evrenin doğuşu, kökenini inceleme.

astronomiye geçmeye başarabildiklerini görülmektedir. Bundan dolayı Mezopotamya astronomisi modern astronominin temeli sayılmaktadır.

Önemli bir uygarlık olan Sümerler, Güneş'in ve gezegenlerin doğma ve batma zamanlarını, yıldızları gözlemlemişlerdir. Bundan dolayı çoğu yıldız kümelerinin ismi Sümercedir. Mezopotamya'da astronominin gelişmesinde astrolojinin çok önemli bir yere sahiptir. Astroloji, en eski örnekleriyle Akadlar dönemine kadar gitmektedir (Sayılı, 1982, s. 323-407). Kehanet o dönem uygarlıkları için çok önemli bir nitelikteydi. Gökyüzünde oluşan olaylarla gelecek hakkında bilgi elde ediliyordu. Bu kehanetler bireye değil, topluma ait görülmüştür.

Astrolojide gökyüzünü dört bölüme ayrılmışlardır. Bu dört bölüm, dört gök cismini veya dört tanrıya dayanmaktaydı. Bu tanrılar sırasıyla, Ay tanrısı Sin, Güneş tanrısı Şamaş, İştar ve fırtına tanrısı Adad'dır (Başar, 2015). Bu tanrıların hareketleri, barış, savaş, zafer, hükümdarların değişip değişmeyeceğini, yıllık tarımsal veriminin nasıl olacağı gibi toplumu ilgilendiren olaylar hakkında bilgi verirdi.

Sümer'de ölümden sonra yaşam inancı yoktur. Bundan dolayı gelecek, gündelik hayatının devamı için çeşitli fallara, rüyalara ve gökyüzünün hareketleri çok önemliydi. Bundan dolayı Mulapin tabletlerinde ve Asur hükümdarı Assurbanipal kitaplarında Mezopotamya astronomisine ait bilgiler gün yüzüne çıkmıştır. Kehanete inanmalarından dolayı yazıtlarda Sümerlerin gezegenlerle çok ilgili oldukları bilinir. Beş gezegeni bildikleri ve bunlar üzerinden kehanetler yapılırdı. (Parpola, s. 47-59)

Astrolojide diğer önemli bir konu ise kuşaklarla ilgilidir. Üç önemli kuşak bulunuyordu; Anu (Ekvator bölgesi), Enlil (Yengeç kuşağı), ve EA (Oğlak kuşağı) bu kuşaklar gezegenlerin yerlerini tespit etmekte kullanılmıştır. Mezopotamya astronomisinde Ay önemli bir yere sahipti bundan dolayı Ay, korku veren bir gök cismi olarak tanımlamışlardır. Örnek verilecek olunursa Ay ile Güneş belli bir günde görülürse kralın ailesinin öleceğine ve insanlığın son bulunacağına inanılırdı. Bu gibi kehanetlerden dolayı Ay tutulmaları meydana geleceği zaman yedek kral tahta çıkarılır ve kehanetin gerçekleşmesi için öldürülürdü. Böylelikle gerçek Kral'ın ve ailesinin zarar görmeyeceği düşünülmüştür.

Mezopotamya'da astronomi aletleri kullanıldığına dair çok az şey bilinmektedir. Ancak Gnomon kullandıkları, tutulma, dönenceleri ve gün dönümlerinin ne zaman olacağını bilmek için Polos adlı bir küre kullandıkları bilinir. Polos, yarım küre şeklinde içinde bilye olan bir çanaktır (Çığ, 2020).

Diğer önemli bir uygarlık olan Babillerde ise birçok yıldızın gözlemlendiği ve kayıt altına almışlardır. Ayrıca gökyüzünü bölgelere ayırdıkları ve her bölgeye eşya ya da hayvan isimleri vermişlerdir. Babiller özellikle Venüs ve Merkür gezegenleri üzerine yoğunlaşmışlardır. Güneş ile gezegenlerin arasındaki uzanım açıların dar olmasından gezegenlerin Güneş etrafında dönüyor oldukları kanısına varmışlardır.

Babillerin Venüs'ün evrelerini gözlemledikleri iddia edilir. Bunun sebebinin ise, Venüs hakkındaki yazıtlarında Venüs'ü çift hilal şeklinde gösterilmesinden dolayıdır. Venüs'ün evreleri çıplak gözle gözlemlenmesi günümüzde bile imkânsız olmasına rağmen ve Venüs'ün evreleri teleskobun icadından sonra gözlemlendiği biliniyor ancak onların nasıl hangi aletleri kullanarak gözlemledikleri bilinmemektedir.

Babil astronomisinde önemli katkılarıyla bilinen bir topluluk bulunuyordu. Bu topluluk keldaniler olarak adlandırılan astronomların da içinde oldukları bir topluluk olarak bilinmekteydi. Topluluğun bilinen gökbilimcileri ise Kidinnu veya Cidenas, Nabu-rimannu ve Sudinestir.

Kidinnu tarafından takvim değişikliğinin yaptığı söylenir ancak yeterli delil yoktur. Bunun yanı sıra kidinnu, 251 sinodik ay ile 269 anormal ayın aynı şey olduğunun onun ortaya attığı iddia edilir. Sinodik ay, Ay'ın kendi evrelerini tekrarlanmasında geçen zamana denir. Anomalistik ay ise Ay'ın Dünya'ya en yakın olduğu iki an, 27.55 gün arasındaki döneme denmektedir (Lendering, 2020).

Kidinnu, en büyük keşfi ise modern dönemde sistem-b olarak adlandırılan Ay'ın hareketinin tahmin edilmesini sağlayan sistemdir. Gökbilimciler Ay'ın her zaman aynı hızda hareket etmediğini keşfettiler. Bunun nedeni bir şekilde bulamadılar. Kidinnu, yapmış olduğu gözlemlerde Ay'ın yörüngesinin eliptik şekilde olduğu ortaya attı. Bundan sonraki dönemlerde Ay'ın evreleri daha anlaşılır bir şekilde gözlemlenebildiği bilinmekteydi.

Diğer önemli bir gökbilimci ise Nabu-rimannu'dur. Nabu-rimannu hakkında çok fazla bilgi yoktur. Ancak sistem-a'yı keşfeden kişinin o olduğu söylenir. Ay'ın iki sabit hıza sahip olduğunu sürekli hareket halinde olduğunu bilmektedir. Ancak bu sistemin çok fazla üstünde durulmamıştır (Britannica, 1998).

Mezopotamya astronomisinde takvim çok önemli bir yere sahiptir. Kavuşum Ay temele alınarak Takvimde 29,5 günlük bir sisteme göre düzenlemişlerdir. Aylar, ilkbahar zamanında görünen ilk hilalle başlatılmaktadır. Aylar sırasıyla; Nisan, Ayar, Şivan, Temmuz, Ab, Elül, Teşrit, Arahsamna, Kisilimmu, Tebet, Şubat, Adar'dır (Sayılı, 1982, s. 330).

Bu isimlerin bazıları günümüzde de değişmeden kullanılmaktadır. Mezopotamya takvimi Müslümanların kullanmış oldukları Hicri takvim ile Musevilerin kullanmış oldukları Lunisol takviminin temeli sayılmaktaydı.

Mezopotamyalılarda takvim ile alakalı ana problem ayların ne zaman yirmi dokuz ne zaman otuz gün çekeceğinin bilinmezliğinden kaynaklanır. Takvimler hilalin ilk görülmesiyle başlıyordu ancak hilalin görülmesi bazı zamanlar değişiklik gösteriyordu. Bundan dolayı zaman ölçmekte sıkıntılar ortaya çıkmaktaydı. Bu durum Ay ile Güneş'in birbirlerine yapmış oldukları hareketlere bağlıdır. Bundan dolayı Güneş ile Ay arasındaki açının hesaplanmasıyla bu süredeki sapmanın hesaplanabileceği düşünülmekteydi. Güneş ile Ay arasındaki bu açının günlük olarak yaklaşık 12° olduğunu hesaplanmıştır. Bu açıya ise elongasyon adı verilmekteydi. Bundan dolayı günlerde sapmalar meydana gelmekteydi.

Elongasyon derecesi de sabit değildi. 10° ile 14° arasında değişiklikler gösteriyordu. Zaten sabit olsaydı günlerde kayma gibi bir problem ortaya çıkmayacaktı. Mezopotamyalılar, Mısırlılardan farklı olarak bir saat türü kullanmamışlardır. Mezopotamyalılar geceleri ve gündüz uzunluklarının günlere göre değişimini kullanmış oldukları saatlerinin yardımıyla incelemişlerdir. Mezopotamyaların, astronomide yapmış oldukları çalışma kendinden sonraki bütün uygarlıkları etkilemişlerdir. Onların gözlemleri, tutmuş oldukları kayıtları modern astronominin daha sistemli bir şekilde ilerlemesine olanak sağlamıştır.

2.3 Hint, Çin ve Eski Türklerde Astronomi

2.3.1 Hint Astronomisi

Hintli astronomlar, m.ö.15.yy ile ms.11.yy kadar olan dönemlerde gökyüzünü incelemişler ve evreni üç bölgeye ayırmışlardır. Bu üç bölge yer, yıldızlar ve gök olarak adlandırıldı ve kendi içlerinde de üç kısma ayrılmıştır (Ronan, 2003, s. 209-214). Güneş'in, Hint astronomisinde önemli bir yer tuttuğu bilinmektedir. Çünkü evrenin en üstünde olduğu ve evreni aydınlatan ve hayat verdiğine inanılıyordu. Diğer uygarlıklar gibi Hintliler de Güneş ve Ay üzerinde yoğunlaşmışlar, onların hareketlerine göre takvimlerini hazırlamışlardır. Güneş'in yörüngesini incelemişlerdir.

Bir aylık süreyi hesaplamak için iki farklı yöntem kullandıkları tahmin edilmektedir. Bu yöntemler birincisi yeni aydan yeni aya olan geçen süreyi hesaplamak diğeri ise dolunaydan dolunaya geçen süreyi hesaplamak üzerinedir. Ay'ın yörüngesini gözlemleyerek 27 veya 28 günden oluşan 12 aylık takvim kullandıkları varsayılır.

Hintli astronomlar, diğer uygarlıklar gibi yıldızlarla çok fazla ilgilenmemişler, yıldız katalogları dahi oluşturmamışlardır. Bu gelişmeler vedik[5] metninden elde edilen kısımlardır. Bu görüşler Vedik dinine karşı kurulan cayno (jaino, jainizm) dini tarafından geliştirilmiştir. Jainizm, m.ö. 6.yy'da soylu bir aileden gelen Vardhamana Mahavira tarafından kurulmuştur (Atasağun, 2006, s. 267-297).

Gerçekliğin iki özden meydana gelebileceğini düşünmüşlerdir. Düalist[6] bir yaklaşım sergileyen bu dini topluluk, iki Güneş'in, iki Ay'ın ve iki yıldız takımının olduğunu ileri sürmüşlerdir. Yer onlara göre karaların oluşturduğu eşmerkezli halkalardan meydana gelmiştir. Bu halka okyanus halkasıyla birbirinden ayrılmış, en içteki halka Jambudvipa, dört bölgeye bölünmüş merkezde Meru Dağı bulunmaktadır. Hindistan en güneyde yer alır, Meru Dağının etrafında; Güneş, Ay, yıldızlar dairesel hareketler ile Yer'e paralel olarak hareket etmekteydi (Ronan, 2003, s. 209-214). Bundan dolayı

[5] Veda ve Vedik Metinleri: Günümüzde Hinduizm'in atası sayılan vedik topluluğun yazmış oldukları antik dini metinlerdir.
[6] Düalist: İkicilik.

günün 12 saat olduğundan dolayı iki bölgenin aynı anda aydınlatılamayacağını düşündüklerinden, iki Güneş'in olduğu varsaymaktaydılar.

Bu mitolojik efsanelerin biraz daha teorik aşamaya geçmesi m.ö.5.yy sonlarına doğru Mezopotamya astronomisine ait eserlerin ülkeye girmesiyle beraber bir bakıma etkisini kaybetmiştir. Güneş'in ve Ay'ın uzaklığını ve büyüklüklerini öğrenmek amacıyla gözlemler yapmışlardır. Matematik temelli olan bu gözlemler m.s.6.yüzyılda daha da ileri bir safhaya geçtiği bilinmekteydi. I. Aryabhata olarak adlandırılan ünlü astronom, trigonometri, matematikte ileri düzeye bir bilgi birikimine sahiptir. Bu sahip olduğu bilgileri astronomi alanında da kullanmıştır (Hayashi, 2021). I. Aryabhata'nın çalışmaları, Hipporchus'un yöntemlerine dayandığı düşünülmekte ve kendine kaynak olarak Ptolemaios'un *Almagest* eserini çalışmalarında ana kaynak olarak almış olduğu tahmin edilmektedir.

Hintliler, eskiçağlardan beri kullanılan astronomik aletler dışına pek fazla çıkmamışlardır. İlerleyen dönemlerde Müslümanlardan öğrenmiş oldukları taştan inşa edilmiş astronomi aletlerinin kullandıkları bilinmektedir. Hint astronomisinde diğer dikkat çeken konu ise uzun dönemleri olan zaman devrelerine üzerinedir. Mahayuga adı verilen devre 4 320 000 yıllık, Altın çağı adı ile anılan devre ise 1 728 000, Gümüş Çağı içinde 1 296 000 bu devrelerin sonucu olarak bilinen devre ise 432 000 yıllık Demir Çağı devresiydi (Ronan, 2003, s. 209-214).

Uzun zaman devreleri daha çok Budistler tarafından kullanılmıştır. Devrelere öldükten sonra yeniden doğma gibi çeşitli mistik anlamlar yüklemişlerdir. Bu devrelerde sayıların oldukça büyük olmasının nedeni tam bilinmemektedir. Çünkü bu durum için ileri düzey matematik bilgisine sahip olmaları gerekmekteydi. Ancak Hintlilerde matematik ilk başta pratik amaçla geliştiği için bu uzun zaman devrelerindeki oldukça büyük sayıların sebepleri ve nedenli geniş çaplı gözlemlere dayandığının bir kesinliği yoktur.

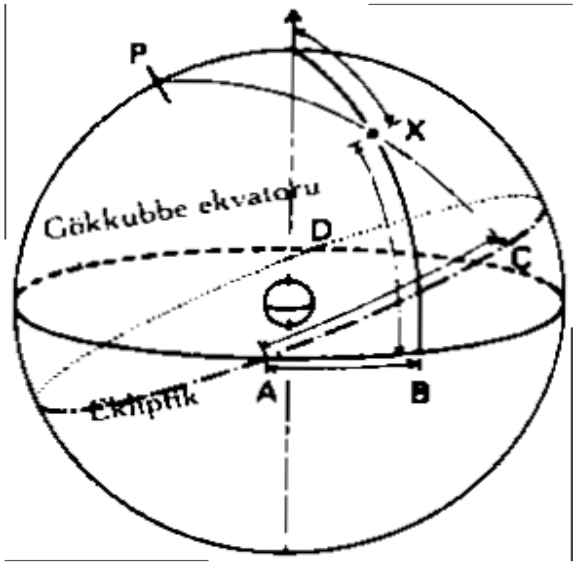
2.3.2 Çin Astronomisi

Eski Çin topluluğunda gözlem yapmanın iki temel nedeni vardır. Astrolojik ve politik nedenlere dayanan Çin astronomisindeki kayıtlar m.ö.3000 yıllara kadar gitmektedir.

Tutulmalar kehanetlere dayandırılmıştır. Güneş tutulması meydana geldiğinde göksel bir köpek tarafından her şeyin harap edileceği ve hanedana ve halka zarar geleceği gibi kehanetlere inanılmıştır (Fang, 2015, s. 19-29). Bundan dolayı gökyüzündeki gözlemlerde hanedan hata kabul etmiyordu. Eğer tahminlerde bir hata çıkarsa astronomları idam ile cezalandırılmaktaydı (Shuttleworth, 2010). Çinliler astronomik kayıt altına alınmasına önem vermişlerdir. Shang Hanedanlığı zamanında bulunan kemik yazıtlarında Güneş tutulmalarına ait bilgiler vardır. Tutulan kayıtlarda her şeyin en ince ayrıntısına kadar; Güneş'in tutulma anı, konumu, başlangıcı, sonu ve tutulmanın büyüklüğü gibi sonradan ortaya çıkacak kafa karışıkları en başta çözüm yolu bulmuşlardır.

Çinliler, diğer uygarlıkların aksine Kutup yıldızlarını gökyüzü için referans almışlardır. Zamanı doğru bir şekilde kayıt altına almak için gökyüzünün haritasını çıkarmışlardır. Çinli astronomların en önemli görevleri her ayın ilk gününü duyurmak ve Ay tutulmalarını belirlemek üzerinedir. Modern astronomide hala eski Çin kaynaklarına başvurulur.

Önceden birçok bilim insanı Çin astronomisini zayıf, önemsiz görmüşlerdir. Bunun sebebi Batı'nın kullanmış oldukları yöntemden farklı bir yöntem kullanılıyor olmalarıdır.



Şekil 2.1 Pozisyon belirme yöntemi (Ronan, 2003, s. 170)

Yukarıdaki modele göre; Pozisyon belirlemek için iki yöntem vardır. Bu yöntemlerden birincisi ekliptiği referans alarak yıldızın yerine tespit etmek, ikinci yöntem ise gök ekvatoruna dayanarak pozisyon belirlemektir. Güneş, gök ekvatoru ile ekvatorunun birbirini kesmiş olduğu noktada bulunduğu zaman gece ve gündüz eşittir.

Eğer biz X noktasındaki bir yıldızı bulmak istiyorsak ekliptik küresine dayalı bir koordinatın olması gerekir. Biz yıldızın boylamını bulmak istediğimizde A noktasından C noktasına kadar yeri alırız ve şu kadar boylam deriz. Enlemini öğrenmek istediğimizde ise C noktasından yıldızın bulunduğu X noktasına kadar mesafenin ölçümünü yaparız. Astronomların bugün yapmış oldukları ise A noktasından B noktasına, B noktasından X noktasına olan mesafenin ölçümü yapmaktır (Ronan, 2003, s. 137-206). Çinli astronomlar, günümüzde kullanılan modern yöntemi kullanmaktaydılar. Aradaki tek fark yıldızın mesafesini belirlemek yerine kuzey kutbuna olan mesafesini belirlemeleridir. Bunun nedeni kuzey kutbunun Çinlilerde ayrı bir önem teşkil etmesidir. Kehanetlere göre, Gök kubbenin kuzey kutbunun hanedanlığı temsil ettiğinden dolayı Kuzey kutbu gökyüzünün merkeziydi. Güneş'in pozisyonu bilmek Çin astronomisi için çok önemlidir. Mevsimlere dayalı bir takvim yapmak için Güneş'in konumunun bilinmesinin gerektiğini iddia etmişlerdir. Güneş'in konumunu belirlemek için gece yarısı güneyde hangi yıldızların olduğunu gözlemliyorlardı ve gözlemler ile beraber yıldızların tam karşısında Güneş'in yer aldığını kanıtlamışlardır (Ronan, 2003, s. 137-206).

Çinli astronomlar sıra dışı gök olaylarını yüzyıllar önce gözlemlemişlerdir. Süpernova ve nova hakkında bilgileri de detaylı bir şekilde kayıt altına almışlardır. Bu sıra dışı yıldızların Batı'da bilinmesine rağmen varlıkları kabul edilmemekteydi. Çünkü bu yıldızların kötü şeylerin habercisi olacağını varsaymışlardır (Ronan, 2003, s. 137-206).

İlk kapsamlı yıldız katalogları Çinlilere aittir. Çinlilerin hazırlamış oldukları yıldız katalogları o kadar ayrıntılıydı ki bin sene sonra bile kullanıldığı bilinmektedir. Çin astronomisinde çeşitli gözlem aletleriyle de karşılaşılmaktadır. Diğer uygarlıklarda olduğu gibi Gnomon, merkezinde bilye olan yarı küreler kullandıkları bilinmektedir. Bunların yanı sıra Müslümanlardan almış oldukları dev taştan astronomi aletleri de vardır. Güneş'in gölgesini ölçmek için kule inşaat ettikleri de bilinir. Ancak kendi

icatları bakılacak olacaksa Gnomon'un gölgesini ölçmek için pişmiş toprak parçasının üstünü derecelendirerek Gnomon'un gölge boyunu ölçmüşler ve aynı zamanda gök kutbunun yerine belirlemek için merkezinde bir delik bulunan diski de Çinlilerin icat ettikleri iddia edilir.

Çinlilerin kullanmış oldukları su saatleri diğer saatlerden farklıdır. Suyun düzenli akması için su depolarına sifonlar takmışlardır. Ama en önemli icatları ise mekanik su saatleridir. Milin düzenli dönmesi için çark tertibatının dişlerin nizami bir şekilde kaçıp kurtulmasına olanak sağlayan bir sistem geliştirmişlerdi. Çinlilerin astronomi alanındaki çalışmaları, muntazam gözlemleri ve kayıt altına almışlar, modern astronominin gelişmesinde önemli bir dönüm noktası olduğu bilinmektedir.

2.3.3 Eski Türklerde Astronomi

Eski Türklerin, en eski kozmolojisi olan kâinattaki bütün oluşumların Gök ve Yeryüzünün birbirine zıt ama ayrılamayan iki evrensel nefes olarak görülmesi ilk Türklerin olduğu iddia edilen Çulardan itibaren Türk kozmolojisinin temeli sayılmaktadır. Çu Türkleri kendilerine ait olan bu kozmolojiyi ana vatanları olan İç Asya'dan getirmişlerdir. Çu kozmolojisi Gök ve Yeryüzüne dayandığı için dikotomi[7] adını almaktadır (Esin, 2001, s. 19).

Çu Türkleri ilk başta, Gök tanrı inancına inanılıyordu. Ama bu inanç dini bakımından zayıf ve dağınıktır. Daha sonraları Çu Türkleri, kozmoloji de evrenselci, devleti direk Gök tanrı ile bağlantılı olduğunu söyleyen bir inanç ortaya çıkarmışlardır.

Bu doktrin ilk Türk adıyla kurulan Köktürk devletinde bariz bir şekilde gösterilmektedir. Onlara göre Köktürk devletinin hükümdarı, göksel hükümdardı, Dünyanın merkezi Köktürk ordusunun, hükümdarın bulunduğu yer olduğu inancı hâkimdi. Türkler evrenin bir kubbe şeklinde olduğunu, Kutup yıldızının etrafından belirli bir hız ile döndüğünü söylemektedirler.

[7] Dikotomi: İki ilkeli sistem, ikicilik.

Bilinen en eski Türk yazıtı olan Orhun Kitabelerinde Türklerin on iki hayvanlı Türk takvimini kullandıkları yazmaktadır. Bu takvim Güneş yılına dayanan yıllara ve aylara hayvan isminin verilmişti. Bu isimler sırasıyla; Sıçan, Sığır, Pars, Tavşan, Ejder, Yılan, At, Koyun, Maymun, Tavuk, Köpek ve Domuzdur. Yılları ilkbahar ile başlatmaktaydılar. Yılları altmış günden oluşan altı haftaya ayırmışlardır (Unat, 2013, s. 16).

3. ANTİK YUNAN DÖNEMİNDE ASTRONOMİ

3.1 Sokrates Öncesi Dönemde Doğa Filozoflarında Astronomi

Antik Yunan döneminin ilk zamanlarında evren anlayışı bilimsel nitelikte değildir. O dönemin düşünürlere göre Dünyanın tepsi gibi düz olduğuna yıldızların ise kapağa benzeyen bir yüzey olduğu düşüncesi hâkim olmuştur (Autolykos, 2012). Eski uygarlıklarda olduğu gibi Antik Yunan döneminde de mitler ve gökyüzüne bağlanan belli inançlar vardı ancak körü körüne bir bağlılıkları yoktur. Daha sonraları doğa filozofları evren hakkında çeşitli fikirler ortaya attılar. Bu fikirlerden en önemlisi belki de evren anlayışının dönüm noktası sayılabilecek evren ve içindeki düzenin nasıl oluştuğuna dair düşüncedir.

Bunun üzerine filozoflar maddi nedenler üzerine yoğunlaşmışlardır. Bunun sebebi ise Yunan mitleri ve efsanelerinde evrenin oluşumuna dair bir mit ya da efsanenin yer almamasıydı. Evrenin oluşumuna maddi nedene bağlayan ilk filozof Thales'tir (Ronan, 2003, s. 70).

Her şeyin sudan çıktığını ve varlığında sudan oluştuğu savunan Thales, Mısır, Mezopotamya topraklarını gezerek oradan öğrendiği bilimi Yunan topraklarına getirmiş, üzerine çalışarak evren anlayışı üzerine yeni fikirler ortaya atmıştır. Rivayetlere göre uzun bir savaş sürecinde olan Lidyalılar ve Perslere Güneş tutulmasını önceden bildirmesi üzerine iki kral bu olaydan etkilenerek savaşa son vermişlerdir (Unat, 2013, s. 18).

Thales, evrenin gök kubbe ile çevrilmiş ve yarım küre disk şeklinde suyun üzerinde yüzdüğünü iddia etmiştir. Ancak bu durumun böyle olması Thales'in Ay ve Güneş tutulmalarını gözlemlemesiyle ters düşüyordu. Çünkü gözlemiş olsa evreni bir disk biçiminde olarak tanımlamazdı. Evrenin oluşumuna maddi bir neden bağlamıştır. Ancak onun öğrencisi ve yakın arkadaşı olan Anaksimandros hocasından farklı bir bakış açısı ile bakmıştır.

Anaksimandros'a (m.ö. 610- m.ö. 546) göre su nicelik bakımından sınırlı, nitelik bakımından belirli olduğundan dolayı hocasına karşı çıkmıştır. Ancak açıklamalarına şunları da ekler; "Suyun toprağa, toprağın suya ya da suyun havaya, havanın da suya dönüştüğü doğrudur. Ancak bu durum ilk madde olduğundan dolayı değil sadece her şeyin her şeye dönüşebileceği olduğunun kanıtıdır." (Kadir Çüçen, 2011, s. 83).

Bu yüzden varlığın, evrenin belirli bir maddeden oluştuğuna değil, "aperion" adı verilen sınırsız, sonsuz bir şeyden çıktığını ortaya atmıştır. Anaksimandros, astronomiye olan katkılarından en önemlisi gnomon kullanarak ölçümler yapmasıdır. Anaksimandros Yer'i, etrafı sular ile çevrili, şeklinin ise disk ya da silindir ve hiçbir desteğe gerek duymadan asılı bir şekilde durduğunu varsayıyordu. Güneş'in ve Ay'ın belirli belirsiz olan saydam halkalarla tutturulmuş bir şekilde Yer'in etrafında dolandığı şeklinde yorumlamıştı. Yıldızların, ateş ve havanın yoğunlaşması ile oluştuğunu, Güneş'in ve Ay'ın ise tekerlek şeklinde ancak Güneş'in ateşten Ay'ın havanın içinde boruya benzeyen geçitlerin olduğunu ateşin bu geçitlerden geçtiğini Ay'ın evrelerinin de bu şekilde oluşmuş olabileceğini açıklamıştır. Ayrıca sonsuz sayıda dünyaların olduğunu ve bunların sonsuz evrenden koparak bir süre sonra tekrar sonsuz evrende birleşecekleri iddia etmiştir (Ronan, 2003, s. 73).

Anaksimenes'e göre maddenin bir ilk nedeni var ise onun hava olabileceğini öne sürmüştür. Ona göre hava her şeyin içinde ve her yerde bulunmaktadır. Yaşamın devam edebilmesi için havaya ihtiyaç vardır. Ancak evren görüşü hocası Anaksimandros ile benzemektedir. O da evrenin sonsuz olduğuna inanmaktaydı.

Doğa filozoflarının evreni oluşturan ana maddelerin hava, ateş, su gibi somut maddelerden oluştuğunu iddia etmişlerdir. Astronomin teorik bir aşamaya geçmesi yani geometri bir temelle yer verilmesi Pythagoras ve onun kurmuş olduğu okulla başlamıştır.

Pythagoras'ın (m.ö 580- m.ö. 500) Mısır, Babil uygarlarına gitmiş, ayrıca Pers coğrafyası ve Hindistan'da uzun süre kalmıştır. Pythagoras filozof kavramını kullanan ilk kişi olarak bilinir. Philiasophos "bilgiyi seven" anlamına gelmektedir (Özgüney, 2019, s. 11-18).

Seyahatlerden döndükten sonra Güney İtalya'da bir okul kurmuştur. Okulda geometri, müzik, astronomi eğitimleri vermiştir. Mısır da uzun süre kalan Pythagoras, ilk olarak onların dillerini öğrenmiştir. Ondalık sayı sistemini, sayının kendisiyle ne kadar fazla toplanılırsa sonuca ulaşılabileceğini, bölme için kalanın sıfır sonucuna ulaşılınca doğru değeri elde edilebileceğini iddia etmiştir (Özgüney, 2019, s. 11-18).

Pythagoras'a göre evrenin merkezinde ateş vardır. Güneş bu ateşten aldığı ışıkla beslenmektedir. Yani Güneş'in ateşin bir yansıması olarak görmektedir. Pythagoras'ın evren modeline göre Yer dâhil olmak üzere bütün gök cisimleri küre şeklindedir. Merkezde bulunan Ateş'in etrafında döndüğünü düşünülüyordu. Merkezi ateş düşüncesi en etkili olarak kullanan kişi Pythagorasçı okulun temsilci olan Philolaos olarak kabul edilir. Philolaos'a göre evrenin merkezine konumlandırdığı ateşi çevreleyen ikinci bir ateş vardır (Unat, 1990, s. 51). Philolaos'un bu görüşüyle beraber evrenin oluşumu hakkında fikirler etkin bir biçimde geliştirilmiştir.

Güneş, Dünya, Ay ve o dönemde bilinen beş gezegen, sabit yıldızlar küresi ve karşıtlar Dünyası olarak adlandırdıkları "Antikhthon" Ateş'in etrafında dönmekteydi. Antikhthon, insanlar tarafından gözlemlenemeyen öte bir tarafta bulunmaktaydı. İnsanlar Antikhthon'unu göremedikleri gibi merkezde bulunan Ateş'i de göremezler. Merkezde bulunan bu ateş, Güneş dâhil olmak üzere diğer gezegenlerin enerji ve ışık kaynağıdır. Pythagoras'ın evren modelinde bütün cisimler birbirine eşmerkezli bir küre ile birbirine bağladığını iddia eder. Bu cisimler birbirlerine değdikleri zaman belli bir armoni ile uyumludurlar. Bu sesler çok yakın insanlar dâhil olmak üzere duyulmamaktaydı (Autolykos, 2012, s. 54).



Şekil 3.1 Pythagoras'ın evren modeli (Unat, 2018, s. 45-50)

Astronomi bilimine önemli katkısı olan diğer önemli filozof ise Anaksogaras'tır. Anaksogaras, İyonyalı bilim adamları olarak adlandırılan grubun sonuncusu olarak sayılmaktaydı. Anaksogaras, (m.ö 500- m.ö 428) Atina'nın önemli bir devlet adamı olan Perikles ile yakın arkadaşlık kurmuştur. Atinalar geleneklerine, dini inanışlarına bağlılardı. Anaksogaras'ın Güneş'in ateş küresi olduğunu söylemesi üzerine halk tarafından bu durum hoş karşılanmadı ve ölüm ile cezalandırıldı. Ancak yakın arkadaşı olan Perikles onu bu durumdan kurtardı. Anaksogaras, Ay'ın ışık kaynağının Güneş olduğunu iddia eden ilk kişidir. Onun bu açıklamaları Güneş ile Ay tutulmalarının sebebinin ne olduğunu açıklığa kavuşturmuştur (Unat, 2013, s. 23). Anaksogaras'ın evren görüşü diğer filozofların düşüncelerine göre farklıdır.

Ona göre evren ilk oluşumunda kargaşa halindeydi. Hareketsiz durumda olan evren, homojen karışımlardan oluşmuştu. Bu karışıma daha sonra akıl eklendi. Aklın eklenmesiyle beraber bir girdap oluşmuş, bu girdabın alt kısmına soğuk, koyu maddeler vardı. Yukarısında ise hafif, sıcak, kuru maddeler vardı. Alt kısımda yer alan maddelerin dönmesiyle beraber disk şeklinde Yer'i meydana getirdi. Alt kısmın hızlı bir şekilde dönmesinde kopan üst maddeler etrafa savruldu. Savrulmasından dolayı gezegenler sıcaklığını bu sürtünmeden kaynaklandığını ileri sürmüştür. Onun bu

görüşleri Pythagorasçıların görüşlerine göre ilkeldi ancak ilerleyen zamanlarda birçok düşünüre ilham kaynağı olmuştur. m.ö. 476 yılında Gelibolu Yarımadasına düşen meteorun Güneş'in bir parçası olduğunu iddia edilmiştir (Unat, 2013, s. 23).

Pythagoras'ın kurduğu okulla aynı zamana denk gelen ikinci bir okul daha kuruldu. Bu okul Ksenophanes tarafından kurulan Elea okuludur. Elea okulu, felsefenin tekrar canlanması için kurulmuştur. Kurucu olan Ksenophanes, halk arasında gezen insanlara bilgiler vererek aydınlatma çabası içindeydi. Ksenophanes aynı zamanda bir ozandı. Yazdığı şiirlerde doğa hakkında bilgiler verirdi. Kendisi o dönemde yaygın olan çoktanrılı inanca karşı Tektanrı inancı da hâkimdi. Evrenin bir ve bölünmez olduğunu teolojik açıdan ön planda tutmuştu. Onun bu görüşleri kurmuş olduğu okulunda temelinde yatmaktaydı. Ancak bu düşünce öğrencisi olan Parmenides tarafından başka bir boyuta geçmiştir.

Elea okulunun asıl kurucu olarak kabul edilen Parmenides'in (m.ö. 520- 450) gerçeğe ulaşmak için duyu ve deneyimlerin bizi yanıltabileceğini, gerçeğe ancak mantık ile ulaşılabileceğini iddia etmiştir (Palmer, 2008). Evrenin ise bütün uzayı dolduran, ortak merkezli katmanlardan oluştuğunu ve sınırlı olduğunu varsaymıştır. Ona göre evren ölmez ve değişmez. Evrenin merkezinde Yer bulunduğunu ve küre şeklinde olduğunu iddia etmiştir. Parmenides'in bu görüşü ortaya atan ilk kişi olduğu tahmin edilir (Autolykos, 2012, s. 55).

Elea okulunun bir diğer temsilcisi olan Empedokles(m.ö 490- 430) evrenin oluşumunu, varlığın ne olduğunu anlamaya üzerine çalışmıştır. Empedokles'in aynı zamanda Sicilya tıp ekolünün kurucusu olduğu varsayılmaktadır (Ronan, 2003, s. 85).

Empedokles'in bilime katkılarından biri de dört element öğretisidir. Bu dört madde öğretisi bir bakıma kendinden önceki doğa filozoflarının arkheleriyle benzerlik göstermektedir. Onlar belirli madde üzerinde yoğunlaşırken Empedokles dört ana madde üzerinden evrenin oluşumunu açıklamaya çalışmıştır. Ona göre her şey hava, su, toprak ve ateşten oluşmuştur. Bunları birbirlerine iten ve çeken güçlü iki kuvvet vardır. Bunlarda sevgi ve nefrettir. Her şeyde belirli oranlarda vardır bu da varlıkların oluşmasını sağlar. Bu maddeler ölümsüz her ne koşulda olursa olsun değişmezlerdi.

Empedokles ’in dört maddesi mistik tarafı biraz daha baskındır. Çünkü bu dört maddenin insan üzerinde etkisi olduğunu düşünmekteydi. Ona göre insanların fiziksel ve ruhsal yapılarını etkilemekteydi. Ateş maddesi baskın olan insanların öfkeli, hava baskın olanda ise uysal bir yapıya sahip olduklarını ileri sürmüştür. Empedokles ‘in dört maddesi ilerleyen zamanlarda doğanın varlığını açıklamak için kullanılmıştır. Empedokles, evreni bir küre şeklinde olduğunu ve dört maddenin karışık bir halde evreni doldurduğuna inanıyordu. Evrenin dışını ise kristal, saydam olarak tanımladığı bir kürenin çevrelediğini inancındaydı. Gökyüzündeki cisimleri de bu kürenin üzerine yerleştirdi.

Empedokles, Anaksogaras gibi Ay’ın ışığının kaynağının Güneş olduğunu gözlemlemiş, bu gözlemlerini de Güneş ve Yer’e uygulamıştır. Güneş’in ışığının kaynağının Yer’in yüzeyinin yansıması olduğunu söylemiştir. Yer’in şekliyle alakalı diğer düşünürlerde olduğu gibi küre olduğunu ileri sürmemiş ve bununla alakalı bir açıklama da bulunmamıştır. Ancak Ay’ın ışığının kaynağını gözlemlerken Güneş tutulmasının sebebinin Ay’ın engellemesinden kaynaklandığını söylemiştir. Sokrates öncesi filozofların evren oluşumunda öz olarak maddeyi koymuşlardı. Bu madde anlayışı dıştan farklı gözüken aslında aynı doğruya çıkan atomcularda da devam etmişti. Atomcular olarak adlandırılan Leukippos, Demokritos atom adı verdikleri küçük parçacıklardan oluşan gözle görülemeyen bir maddenin olduğu düşüncesini benimsemişlerdi. Demokritos’un tam olarak ne zaman doğduğu ne zaman öldüğü kesin olarak bilinmemektedir. (Unat, 2013, s. 25)’ın belirttiği üzere “Demokritos’a göre evren doluluk ve boşluktan oluştu. Dolu kısım atomlar tarafından doldurulmuştu, bunlar ölümsüz yalınlardı.”

Astronomi alanında yazmış olduğu Gezegenler Üzerine ve Büyük yıl veya Astronomi adlı iki kitabı vardır. Ona göre Yer, düz disk şeklinde ve ortası deliktir. Gök küreyi kuzey ve güney olarak ikiye ayırmıştır. Yapmış olduğu gözlemlerde güneydeki yıldızların kuzeyden farklı olmuştur. Demokritos evreni, çok sayıda dünyalarının olduğunu ve bunların birbirlerine belirli uzaklıklarda olduğunu bu dünyaların bazılarını oluşumunun devam ettiğini bazıları oluşumunu tamamlamadıkları için çöktüklerini ileri sürmüştür (Demokritos).

3.2 Sokrates Sonrası Filozoflarda Astronomi

3.2.1 Platon ve Astronomi

Aristokrat bir aileden gelen Platon, MÖ.427 ya da 428 yıllarında Atina'da doğmuş ve MÖ. 347 yılında Atina'da ölmüştür (O'Connor & Robertson, 1999). İyi bir eğitim alan Platon, Sokrates ile karşılaşmasından sonra felsefeye yöneldi. Sokrates'in hiçbir yazılı eseri olmamasından dolayı Platon hocasının vermiş olduğu derslerde notlar almış, kitaplar yazarak Sokrates'in hayatını ve felsefesini sonraki nesillere aktarmıştır. Hocasının ölümünden sonra Mısır'a geziler düzenlemiş orada Mısırlıların dinlerini, yaşamlarını, bilimlerini Atina'ya getirmiştir. Atina'ya kesin dönüş yaptıktan sonra Akademia adlı okulu kurmuş orada ölümüne kadar dersler vermiştir (The Academy of Plato, 2004).

Platon'un felsefesinin en önemli öğretisi idealardır. İdealar öğretisi onun bilimsel olarak ilerlemesini de etkilemiştir. İdea öğretisi ona göre; bir gerçek vardır ancak bu gerçek bizim göremediğimiz bir gerçekliktir. Biz bu gerçekliği duyularımızla belirli bir formun yansımasıdır. Örneğin bir ağacın sadece bir yansıması olan ağacı görüyoruz. Bizim gördüğümüz ağaç mükemmel olmayan bir ağacın kopyasından başka bir şey değildir. Bu ağaç ideası belirli süre sonra yok olacak ancak gerçeklikte, mükemmel olan hali kalmaya devam edecekti. Ona göre bilimin asıl amacının ideaların araştırmak ve incelemek olduğunu düşünüyordu (Ronan, 2003, s. 98).

Platon, matematiğe ve geometriye çok önem vermiştir. Bunun sebebi ise gerçekliğe ulaşmanın matematik sayesinde olacağını düşünmesinden kaynaklanmaktaydı. Matematiği Platon, (Unat, 2013, s. 27)'a göre "gölgeler âlemi ile idealar âlemi arasında bir âlem veya iki âlemi birbirini bağlayan bir geçit" olarak tanımlıyordu. Matematiğin aklı eğitmekte önemli olduğu düşünmekteydi. O yüzden devlet yöneticilerinin iyi derece matematik ve geometri öğrenmesi gerektiğini savunuyordu.

Geometrideki şekillerin onun idealar öğretisine göre iki âlemin arasında kaldıklarını bundan dolayı mükemmel olmadıkları ancak akıl ile dairelerin ve kürelerin değme noktalarının kavranabilir olacağını savunur. Bu yüzden Akademia'nın kapısına

“Ageometretos medeis eisito!” **(**Geometri bilmeyenler bu kapıdan girmesin) yazdırmıştır (Çakıroğlu, 2019, s. 1-8).

Platon’un hayatında politika önemli bir yere sahipti. Çünkü politikası onun felsefesine, evrenin oluşumuna kadar bütün fikirlerini kaplamıştı. Onun bu düşüncesi en önemli bilimsel eseri olan Timaios’a da yansımıştır. Timaios eserinde evren, doğa bilimi, matematik, kimya ve fizyoloji alanında bilgiler verir. Kitabın ilk bölümünde Sokrates, Timaios, Hermokrates ve Kritias arasındaki diyaloglar ile başlar. Evrenin oluşumundan fizyolojiye kadar anlatımlarla geçen bölümlerde en son da ideal devlettin nasıl olması gerektiği sonucuna varılmaktadır.

Platon’a göre Tanrı evreni yaratırken dört öğeden faydalandı. İlk başta ateş ve toprak ile başladı ancak bu iki yetersiz kalınca aralarında bağı kurmak, birleştirmek için su ve havayı bunların tam ortasına koyarak evrenin gövdesini oluşturdu. Evrenin şekli için bütün canlıları kaplayan kusursuz, bütün biçimlerin en kusursuzu olan ve evrenin neresinde olursa olsun merkeze aynı uzaklıkta olan küre şeklini vermiştir (Platon, 2001, s. 32-33). Tanrı evreni yaratırken herhangi bir uzva ihtiyaç olmayan kendi kendini idare edebilen herhangi itme veya çekmeye gereksinimi olmayan bir evren yaratmıştır. Bu evren kendisine uygun olan sabit yerde daire biçiminde devinim yapmış, kendi devinimi dışında altı devinimden etkileyen kendisi diğer devinimleri kendisinden yoksun bırakarak ilerlemiştir.

Platon’a göre zaman ve gök birlikte oluşmuş ve birlikte yok olacaklardır. Ona göre zaman ve Gök birbirlerinden ayrılmayan birleşimleri vardır. Birlikte yaratılmıştır ve yok olacakları zaman birlikte yok olacaktır. Ay’ın, Güneş’in ve diğer beş gezegenin oluşması da zamanla bağlantılıdır. Gök cisimleri ilahidir ve bundan dolayı zaman kavramının öğrenilmesi için bu gök cisimlerine ihtiyaç vardır (Platon, 2001, s. 38). Küresel olan evrenin merkezinde Yer bulunur. Yer, küre şeklindedir ve hareketsizdir. Evren, 24 saatte bir dönüş yapar; Güneş, Ay ve gezegenler bu dönüşle taşınırlar. Gök cisimlerinin kendilerine özgü hareketleri vardır; bu hareketler ekliptik kuşağında spiral şeklindedir (Unat, 2013, s. 27).

Platon'a göre evren bir bedene sahiptir (Zeyl & Sattler, 2017). Platon insan ruhunu evrenin ruhuyla bir tutar. İnsanların öldükten sonra ruhlarının yıldızlara döneceklerini ileri sürer. Platon, deney ve gözlemlere inanmazdı. Deney ve gözlemlerin yanıltacağını inanırdı. Bundan dolayı mutlak bilgiye ancak akıl ile ulaşılabileceğini varsayar. Öyle ki Platon gezegenler arasındaki mesafeler söz konusu olduğunda akılsal olarak kurgulamıştır. Yer ile Ay'ın birbirlerine olan uzaklığı 1 birimdir. Yer'in diğer gezegenlerin uzaklıkları sırasıyla Güneş 2 birim, Venüs ve Merkür'e de birer birim ekleyerek gider en fazla uzaklığın Mars 8 birim, Jüpiter 9 birim ve Satürn içinde 12 birim uzaklıkta olduğunu varsaymıştır (Unat, 2013, s. 27).

Platon evrene ilişkin görüşlerini çoğunlukla Timaios eserinde paylaşmıştır. Evrende matematiğin etkin olduğu görüşü Pythagorasçıların müzik konusunda ki düşüncelerinden etki almıştır. Ona göre tıp ki Pythagorasçıların düşündüğü gibi gezegenlerin hareketleri harmoniktir ve bu harmoni insanlar tarafından duyulamaz. Onun rasyonalist yaklaşımı yıllarca matematik, astronomi ve müziğin bir arada ilerlemesini sağlamış ancak deney ve gözlemlerin yanıltıcı olması inanması pratikte bilimin ilerlememesine de yol açmıştır.

3.2.2 Eudoxus ve Astronominin Matematikselleşmesi

Eudoxus, MÖ. 408 ile MÖ.355 yılları arasında yaşadığı bilinir. Knidoslu Eudoxus olarak bilinen düşünür, matematik, tıp ve astronomi alanlarında eğitim almıştır (Strıck, 2021, s. 1). Eudoxus kısa süreliğine Akademia'da Platon'un öğrencisi olmuştur. Daha sonra Mısır'a giderek orada uzun süre kalmış, Mısır astronomisi üzerine çalışarak takvim konusuna yoğunlaşmıştır (Ronan, 2003, s. 102).

Mısır gezisinin dönüşünden sonra kendi okulunu kurdu. Matematik, meteoroloji, astronomi ve teoloji eğitimleri verdi ve bu alanlarda kitaplar yazdı. Knidos'a dönüşünden sonra orada rasathane inşa etti. Eudoxus tanınmasının sebebi onun kurmuş olduğu ortak merkezli küreler sistemidir. Bu sistem Yunan dünyasının ilk astronomi sistemdir. Eudoxus'un kurmuş olduğu sistem sayesinde astronomi matematikselleşmiştir.

Ortak merkezli küreler sistemi teorikte çok karmaşık ve anlaşılması güç bir sistemdir. Bu sistemde Güneş'in, Ay'ın ve gezegenlerin gözlemlerini açıklamak için merkezleri ortak olan 27 küre kullanılmıştır. Antik Yunanlılar mevsimleri Ekinoks[8] ve Solstis[9] noktalarına göre zamanı hesaplıyorlardı. Ancak bu hesaplamalarda sürelerin aynı uzunlukta olmadığı, Güneş'in tutulum hareketinin düzensiz olduğu ve gezegenlerin bazen ters yönde hareket ettiği fark edildi. Onun geliştirmiş olduğu bu evren modeli daha çok redrograde[10] hareketleri açıklanması için tasarlanmıştı. Bu evren modeline göre; gezegenlerin yörüngeleri daireseldir ve gezegenler merkezleri ortak olan iç içe geçmiş kürelerin üzerinde bulunurlar. Beş gezegen, sabit bir hızla kutuplarından geçen eksen üzerinde hareket ederler. Eudoxus gök cisimlerinin düzensiz hareketlerini açıklamak için her bir gezegene dörder küre, Ay ve Güneş'e üçer küre ve sabit yıldızlara da bir küre tahsis eder. Böylece bu modelde evren toplam 27 küreden oluşur (Autolykos, 2012, s. 83).

Sisteme göre; Yer merkezdir. Birinci küre ile Gökküre aynı eksende bulunur ve eksenin hareketi gezegenlerin günlük hareketini oluşturur. İkinci küre ise, Ekliptik ekseni ile aynı doğrultudadır ve gezegenlerin yıllık hareketlerini meydana getirir. Üçüncü ve dördüncü küreler ise gezegenlerin redrograde hareketlerinden sorumludur ve bu kürelerin eksenleri farklıdır (Unat, 2013, s. 31).

Eudoxus öğrencisi olan Callippus 27 küreden oluşan bu sistemi 34 küre'ye çıkartmıştır. Callippus'a göre Güneş ve Ay'ın beşer küresi, Merkür, Venüs ve Mars'ın yine beşer küresi bulunmaktadır. Satürn, Jüpiter ve sabit yıldızlara da birer küre ekleyerek Callippus, toplamda 34 küreden oluşan bir sistem varsaymıştır. Daha sonra bu sistem Aristoteles tarafından bilimsel bir zemine oturtulacaktır (O'Connor & Robertson, 1999).

[8] Ekinoks Noktaları: Ekliptik ile Göksel Ekvatorun kesiştiği ve noktaların 21 Mart ile 22 Eylül arasında gerçekleşen noktalardır (Autolykos, 2012, s. 82).
[9] Solstis Noktaları: Gündönümü. Tutulumun en yakın olduğu konumdur. 22 Haziran ile 21 Aralık tarihlerinde bulunan noktalardır (Autolykos, 2012, s. 82).
[10] Redrograde: gök cisimlerinin ters yönde hareket etmesine denir.

3.2.3 Aristoteles ve Astronomi

Aristoteles, MÖ. 384 yılında Stageria'da doğmuştur. Büyük İskender'in ölümünden sonra ona karşıt olanların öldürme isteğinden dolayı Chalsis'e kaçmış yakalandığı hastalıktan dolayı orada vefat etmiştir. Aristoteles'in yaşadığı dönem de Yunan siyaseti değişim içindeydi. Makedonya- Yunan kültürlerinin etkin olduğu bir dönemdi. Makedonyalılar Yunanca konuşmuyorlardı, kendilerine özgü Hint- Avrupa karışımı bir dil ailesinde yer aldığı bilinir. Aristoteles' in ailesi Makedonya Krallığında belirli görevlerde yer almıştır. Hatta Aristoteles'in dedesi, Makedonya Kralı olan II. Amintas'ın özel doktoru olduğu bilinmektedir (Ronan, 2003, s. 105).

Yunan toprakları o dönemlerde iki önemli büyük devletin arasında kalmıştır. Perslerin ve Makedonyalıların hâkimiyet isteğinde, kazanan taraf Makedonya Kralı olan II. Filip olmuştur. II. Filip, Sparta dışında bütün Yunan topraklarını kendi hâkimiyeti altına almıştır. Makedonya Krallığı bu kadar güçlenmesine rağmen Aristoteles'in doğmuş olduğu Stageria'da İyon kültürü hâkimdi. Bundan dolayı Aristoteles, İyonyalı filozof olarak bilinmektedir.

Aristoteles'in gençlik yıllarında ilgisi tıp üzerineydi. Eğitimini tamamlamak için bir süreliğine Atina'ya gitti ve 20 yıl kaldı. Atina'ya gittikten sonra Platon'un kurmuş olduğu Akademia' ya girdi hocası Platon ölene kadar oradaydı. Daha sonra Akademia'nın bir kolu olan Assos'ta bir okulda üç yıl çalıştı. Bu okulda görevliyken oraya yakın olan şehirlere seyahatler ederek biyoloji alanıyla ilgili gözlemler yaptı (Unat, 2013, s. 33).

Makedonya Kralı II. Philip, oğlu İskender'e iyi bir eğitim vermek için öğretmen arıyordu. Aristoteles'in namını duyduğundan onu oğlunun eğitimi için Pella'ya davet etti. Aristoteles Pella'ya taşındıktan sonra kendi okulunu kurdu. Kurmuş olduğu okul, küçük bir ormanda yer alıyordu bundan dolayı bu okulun adı göre "Lykeion (Lyceum)" olarak adlandırılmıştır (Ronan, 2003, s. 106). Aristoteles ve öğrencileri bu ormanda yürüyüşler yapıyordu bundan dolayı halk onlara "yürüyenler" olarak tanımlıyordu. Lykeion' da eğitim vermenin yanı sıra burada hem kütüphane hem de müze kurmuştu.

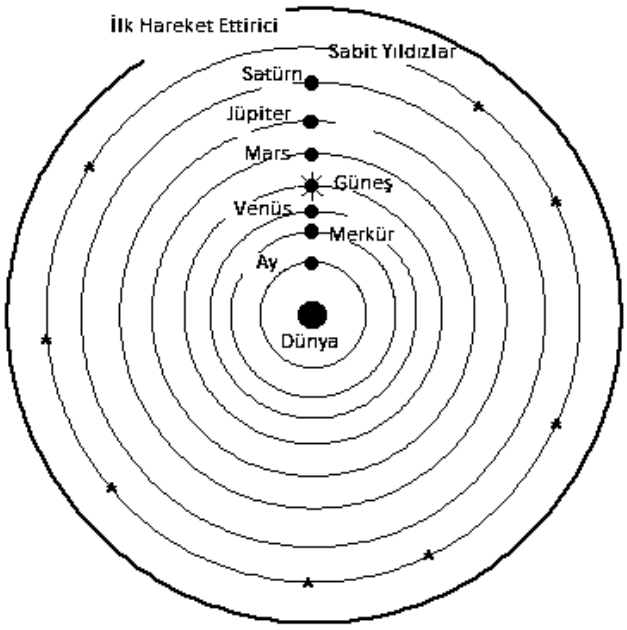
II. Philip, öldükten sonra başa oğlu İskender geçti. İskender kendine danışman olarak Aristoteles'i atadı. İskender, Aristoteles'in kurmuş olduğu okula destek vermiş hatta müzeye çeşitli eserler de getirtmiştir. Büyük İskender, Yunan dünyasındaki karşıtları bastırmak için seferler düzenlediği sıralarda Aristoteles, Büyük İskender'in yanından ayrılarak Atina'ya geri dönmüştür. Ancak Büyük İskender'in ölümünden sonra Makedonya karşıtları Aristoteles'i hedef göstermişlerdir. Dinsizlikle suçlanan Aristoteles, Atina'dan Chalsis'e kaçtı ve ölünceye kadar orada yaşadı.

Aristoteles, bilimleri üç sınıfta gruplandırmaktaydı. Matematik, Fizik ve Metafizik; Matematikte araştırma yapacak kadar bilgi düzeyine sahipti. Hocası Platon gibi Geometri, Müzik ve astronomi gibi bilimlerine ilgisi vardı ancak matematiğin uygulamalı kısmıyla ilgilenmemekteydi. Matematik bilimine doğrudan katkısı olmasa da sonsuzluk ve süreklilik kavramları üzerine yoğunlaşmıştı. Sonsuzluk (Fizik, s. 127) ona göre; "kendi dışında nicelik açısından hep bir şey alınabilen şey" yani sonsuzluk gerçekte var değildir ancak gerçekleşmemiş ya da gerçekleşecek olan bir potansiyele sahiptir. Süreklilik kavramında ise eğer bir nesne kendi kendine süreklilik oluşturmuyorsa, devinimler de kendi arasında süreklilik oluşturamaz; ancak uçları birleşen, bir olan şey süreklilik oluşturabilir (Aristoteles, 2001, s. 239).

Aristoteles astronomi hakkındaki görüşlerini üç temel eseri olan *Fizik, Metafizik* ve *Gökyüzü Üzerine* kitaplarında açıkladı. Aristoteles, fiziğin astronomiden ayrı bir şey olacağını düşünmemekteydi. Eserlerinde varlık, zaman, sonsuzluk, devinimler, Yer'in içyapısı ile alakalı bilgiler vermekteydi. Metafizik eseri ise Fizik eserinin bir devamı niteliğindedir. Varlık felsefesi alanında belki de en önemli eserlerden biri olan Metafizikte, kendinden önceki filozofların evrenin oluşumu hakkındaki düşüncelerini ortaya koymuş, sırasıyla açıklamalar yapmıştır. Evreni ayrıntılı bir şekilde ortaya koyan bir bilim var mıdır? Sorusu üzerine durarak, dört neden (Maddi, Fail, Formel ve Ereksel) ile evreni ve varlığı açıklamaya çalışmıştır. Gökyüzü Üzerine adlı eserinde ise Gökyüzü, Güneş, Ay ve gezegenlerin yapısı, devinimleri, evrenin şekli ve yapısı hakkında bilgiler verir.

Aristoteles'e göre küre en mükemmel şekildir. Bundan dolayı evren de en mükemmel şekil olan küre şeklindedir. Evren sonludur. Yer, evren merkezinde bulunur. Evrenin

merkezi, Yer'inde merkezidir (Topdemir, 2011, s. 104-106). Evren tektir. Başka bir evren yoktur. Evrenin merkezinde yeryüzü yer alır. Gezegenler Yer'in etrafında kürelerine bağlı olarak adeta iç içe geçmiş katmanlar gibi Yer'in etrafında dairesel bir biçimde dolanırlar. Yer'in etrafından ilk olarak Yer'den sonra Ay küresi, sonra sırasıyla Merkür, Venüs, Güneş, Mars, Jüpiter ve Satürn'ün küresi gelir En dışta sabit yıldızların bulunduğu küre bulunur. Kürelerin mükemmelliği merkeze olan yakınlık ve uzaklıklarına bağlıydı. En uzak olan en mükemmel ve ilk hareket ettiriciye en yakın küredir (Aristoteles, 2001, s. 157).



Şekil 3.2 Aristoteles'in yer merkezli evren sistemi (Unat, 2018, s. 45-50)

Aristoteles'e göre evrenin her yeri aynı maddelerden oluşmamıştır. Bundan dolayı Ay küresi evreni iki'ye bölmektedir. Yerden Ay'a kadar olan kısım Ayaltı Evren'i, Aydan Sabit yıldızlara kadar olan kısım ise Ayüstü Evreni oluşturur. Ayaltı Evren, birçok değişimin olduğu, oluş ve bozuluşun yer aldığı bir evrendir. Bu evrende dört madde hâkimdir. Bunlar ağırlıklarına göre merkezden yukarı doğru sıralanırlar. Toprak, Su, Hava ve Ateş; Aristoteles'e göre dört madde, birbirlerine zıt olan unsurları içlerinde barındırırlar. Kuru, Islak, sıcak ve soğuk gibi unsurların birleşimleri dört maddenin oluşmasını sağlar. Ayaltı Evrende, farklı iki hareket söz konusudur. Bu hareketler, zorunlu hareket ve doğal harekettir. Zorunlu hareket, bir dış kuvvetin etkisiyle gerçekleşir ve iki türlüdür; sürekli zorunlu hareket ve süreli zorunlu harekettir. Hareket halinde cismin üzerindeki kuvvet etkisini devam ettiyorsa bu Sürekli zorunlu

harekettir. Eğer Sürekli zorunlu hareket ilk hareket kesiliyorsa bu hareket Süreli Zorunlu harekettir. Aristoteles' göre "Kuvvet olmazsa harekette olmaz." (Topdemir, 2011, s. 104-106). Doğal hareket ise, kuvvetin ortadan kalkmasıyla beraber cismin kendi doğal konumuna ulaşmasına denir.

Ayüstü Evrende ise gök cisimlerin hareketleri daireseldir bundan dolayı bu hareketlerin oluşmasını sağlayacak bir maddeye ihtiyaç vardır. Bu madde eterdir. Çünkü eter mükemmeldir. Eter'in mükemmelliği Ayüstü Evrenin de mükemmel olmasını sağlar. Bu yüzden Ayüstü Evren, ezeli, ebedi ve mükemmel bir doğaya sahiptir. Orada yokoluş ve bozuluş yoktur ancak orada yer değiştirme söz konusudur. Kendini tekrarlayan hareketler meydana gelir. Eter saydam bir maddedir. Bu yüzden gezegenlerin küreleri de saydamdır. Her gezegenin kendi küresi vardır. Gezegenler kendi kürelerine çakılı bir konumdadır. Gezegenlerin küreleri hareket ettiğinde gezegenler de hareket eder. Kürelerin hareketleri ilk hareket ettirici olan Tanrı tarafından sağlanır. İlk hareket ettirici evren her tarafındadır.

Aristoteles evren modeli olarak ortak merkezli küreler modelini kabul eder. Ancak o Eudoxus' un ve daha sonra hocasının kürelerine ekleme yapan Callippus 'un kürelerini eksik bulur ve eklemeler yapar. Eklediği kürelere telafi edici küreler adını verir. Ay dışında tüm gök cisimlerine telafi edici küreler ekler. Buna göre Merkür, Venüs ve Güneş'in dördü telafi edici olmak üzere toplam dokuz Satürn ve Jüpiter'in üçü telafi edici olmak üzere toplam yedi ve sabit yıldızların ise bir küresi vardır. Böylece kürelerin sayısı elli altı olarak ortaya çıkar (Unat, 2013, s. 36). Aristoteles'in geliştirmiş olduğu fizik ve evrenin bir bütün içinde yer alan kozmolojisi yıllarca etkili olmuştur. Gezegenlerin kürelerinin eter gibi saydam bir maddeden oluştuğu düşüncesi 17.yy kadar etkisini devam ettirmiştir.

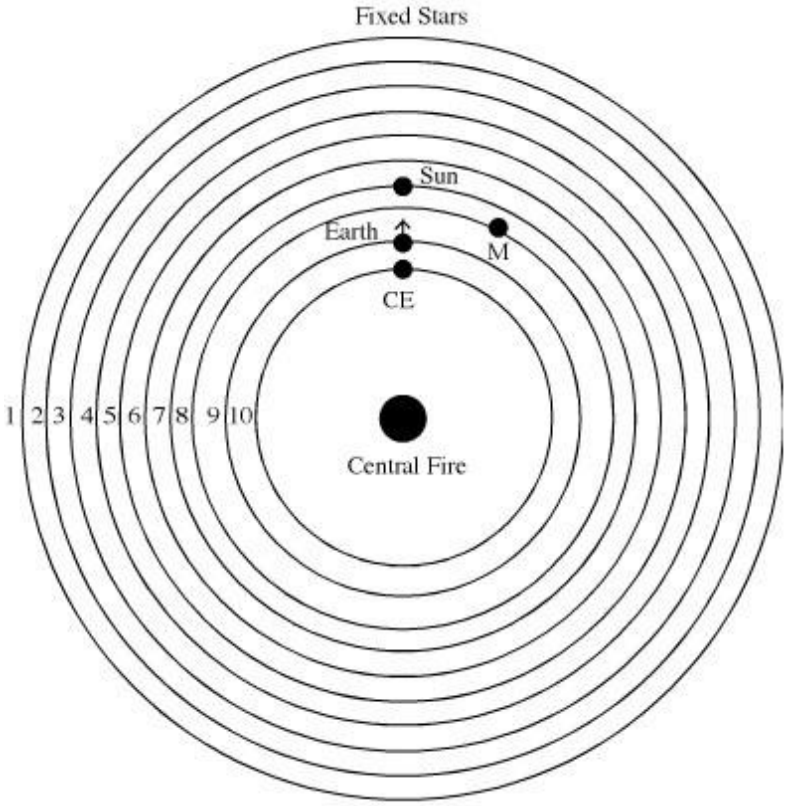
3.2.4 Bazı Önemli Antik Yunan Düşünürlerinin Astronomiye Katkıları

3.2.4.1 Philolaus

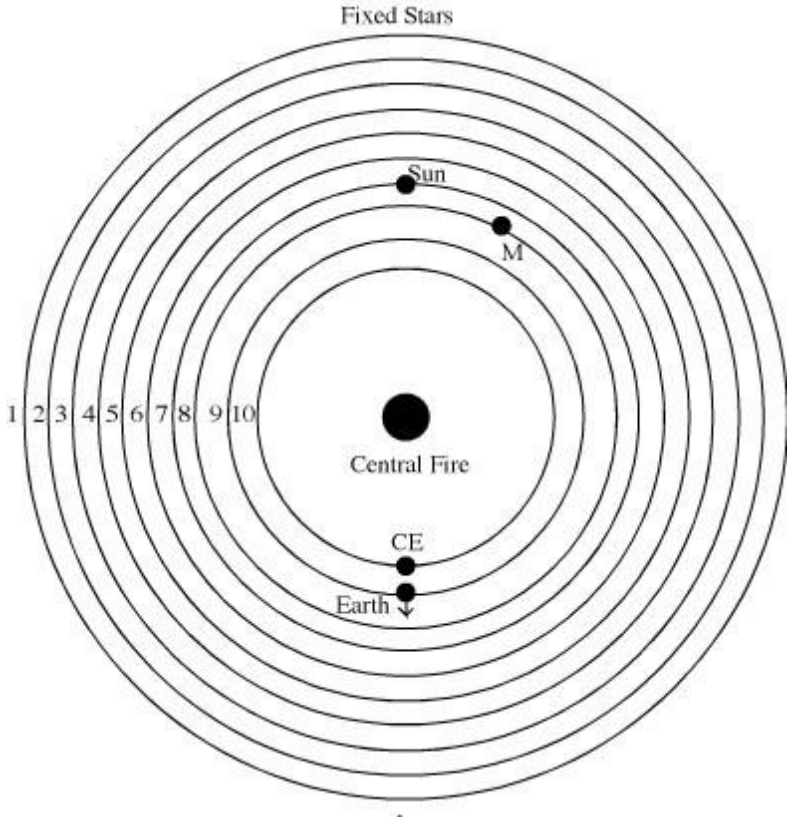
Philolaus, MÖ. 475 ile 385 yılları arasında yaşamıştır. Sokrates'in çağdaşı olarak bilinir. Philolaus'un astronomiye en önemli katkısı Yer'i evrenin merkezinden çıkarması ve Yer'in de kendi yörüngesinde döndüğünü ortaya atmasıdır. Ona göre

merkezde, merkezi ateş vardı ve gezegenler merkezi ateşin etrafında 10 eş merkezli küreler ile çevriliydi. Gezegenler Karşıt Yer, Yer, Ay, Güneş, Mars, Venüs, Jüpiter ve Satürn Olarak sıralanmaktaydı. Evrenin sonunda ise tüm küreyi çevreleyen sabit yıldızlar küresi bulunmaktaydı. Tüm gök cisimleri merkezi ateşin etrafında batıdan doğuya doğru dairesel hareketler yaparak dönüşlerini tamamlar (Huffman, 2003).

Gezegenlerin hareketleri ağırlıklarına göre yavaş ya da hızlı olur. Philolaus, gezegenlerin neden ters yönde hareket ettiğine dair herhangi bir açıklama da bulunmamıştır. En hızlı devinimin Yer'e ait olduğunu söyler ve bu devinimi 24 saat tamamladığını ortaya atar (Huffman, 2003).



Şekil 3.3 Dünya ve güneş'in öğlen saatlerinde sabit yıldızlarındaki konumu (Huffman, 2003)



Şekil 3.4 Geceleri dünya ve güneş ‘in konumu (Huffman, 2003)

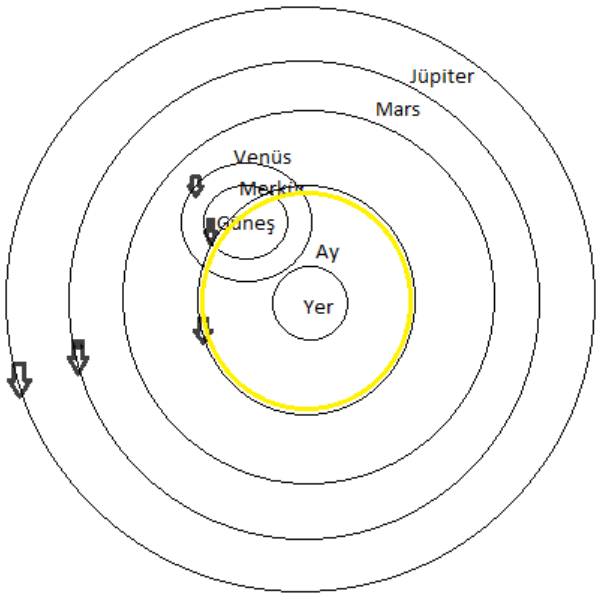
Philolaus, Yer’in sıcaklığı direk almadığını ileri sürer; bunun sebebi de karşıt Yer’dir. Güneş merkezi ateşten yayılan ışığı ve ısıyı kendine çeker (Maniatis, 2009, s. 404). Philolaus, Yer’in de sabit durmadığını, diğer gök cisimleri gibi hareket ettiğini ortaya koyan ilk kişi olmasına rağmen geliştirmiş olduğu sistem kalıcı olmamıştır.

3.2.4.2 Hicetas

Hicetas (MÖ.4-5.yüzyıllarda), Pythagoras’ın okulunun üyelerindendir. Onun geliştirmiş olduğu sistemde Yer dışında bütün gezegenler hareketsiz ve sabittir. Philolaos’un çağdaşı olan Hicetas onun gibi Yer’in de kendi ekseninde 24 saatte dönüşünü tamamladığını düşünmekteydi. Ona göre de merkezde ateş vardı ve bütün gök cisimleri Ateş’in etrafındaydı (Unat, 2018, s. 45-50). Philolaos ve Hicetas’ın teorileri matematiksel astronomi ’ye dayanmıyordu. Bundan dolayı bu teoriler kabul edilmemiştir.

3.2.5 Yer-Güneş Merkezli Evren Sistemi

Herakleides'in geliştirmiş olduğu bir evren modelidir. Herakleides (MÖ. 387- 312) hakkında çok fazla bir bilgi yoktur. Platon'un öğrencisi ve Akademia'nın üyelerinden biri olduğu bilinir. Bir süre Atina'da yaşadıktan sonra tekrar memleketi olan Pontus'a geri döndü. Herakleides'in tanınması onun geliştirmiş olduğu evren modeliyle alakalıdır. Çünkü uzun yıllar boyunca sadece Yer merkezli evren modeli konuşulmaktaydı. Onun yapmış olduğu sistem ile beraber bir bakıma diğer düşünürler arasında Yer dışında herhangi bir merkez var mıdır? sorusu kafa karışıklığına yol açmıştı. Herakleides'e göre Yer Güneş sisteminin merkezindedir ve gezegenler iç ve dış gezegenler olarak ikiye ayrılır. Dış gezegenler; Mars, Jüpiter ve Satürn, İç gezegenler ise; Merkür ve Venüs'tür. Yer'in etrafında Mars, Jüpiter ve Satürn dairesel hareketler ile devinimlerini yaparlar. Ancak İç gezegenler Güneş'in etrafında dolanırlar. Bu sistem Yer merkezli sistemden Güneş merkezli sisteme geçişte bir köprü görevini görmekteydi. Ancak yine de Yer merkezli sistemden tam anlamıyla kopulamamıştı (Topdemir, 2011, s. 102-105).



Şekil 3.5 Herakleides'in evren modeli

3.3 Helenistik Dönemde Astronomi

Büyük İskender'in başa geçmesiyle beraber, birçok yere seferler düzenlemiş ve toprak bütünlüğünü genişletilmişti. Büyük İskender bu sayede Avrupa'dan Hindistan'a kadar ulaşan büyük bir imparatorluk kurdu. Böylece Yunan uygarlığı, Uzak Doğu'ya kadar bir yayılım gösterdi. Birçok kültürün bir arada olması Helenistik dönemi başlattı ve kültür merkezi İskenderiye'ye kaydı. Büyük İskender'in ölümünün ardından kurduğu uygarlık generaller arasında paylaşılarak üçe ayrıldı: Yunanistan ve Makedonya Antigonidlere, Pers ve Babil Selefkoslara, Mısır ise Ptolemeus Soter'e verildi. Ptolemeus İskenderiye'nin merkezine kurmuş olduğu liman, müze ve kütüphane sayesinde İskenderiye'yi bilimin merkezi haline getirdi (Ronan, 2003, s. 118).

3.3.1 Eukleides ve Matematiğe Katkıları

Euclides (MÖ. 325- 265) İskenderiye'nin en önemli matematikçisiydi. Müzenin içinde bir matematik okulu kurdu. Onun tanınması yazmış olduğu *Stoikheia (Elementler)* eserinden kaynaklanır. Bu eser geometrinin sistematik olarak geliştirilmiş bir halidir. Onun eserinde yer alan metotlar, aksiyomlar ve teoriler Batı dünyasını etkiledi bundan dolayı yıllarca geometri derslerinde kaynak olarak kullanıldı. Euclides, astronomi, müzik ve optik üzerine de yazılar yazmıştı. Ancak optik alanında düşünceleri Akademia'dakiyle aynı olduğundan dolayı etkili olmadı. Sistemli olarak kurmuş olduğu geometri teoremleri ilerleyen dönemlerde astronominin gelişmesinde etkili oldu (Ronan, 2003, s. 119).

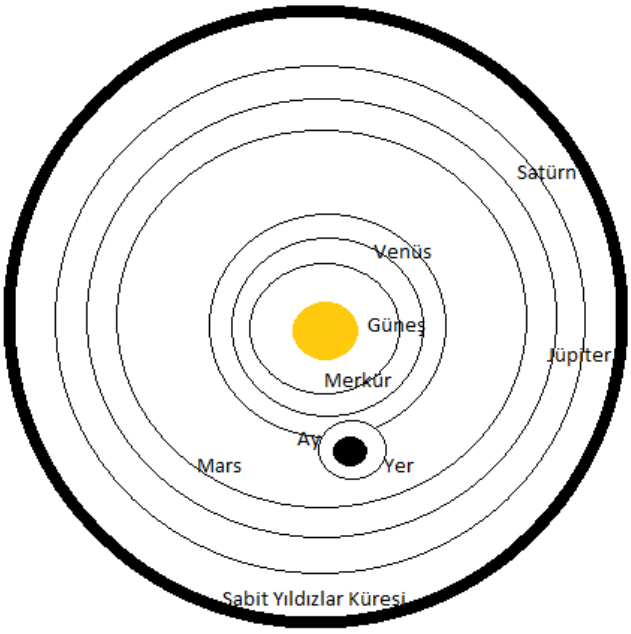
3.3.2 Apollonius ve Matematiksel Astronomi

Apollonius, (MÖ. 262- 190) **g**ünümüzde bilinen parabol, hiperbol ve elips gibi terimleri tanımlandığı *Conics (Konikler)* adlı eseriyle tanınır. Astronomiyle de ilgilenen Apollonius Ay'ı incelemiş ve hilal şeklini Yunan harflerinden Epsilon benzetmiştir. Gezegenlerin dairesel hareketlerinin elipse nasıl dönüşeceğini açıklamak için episikl ve eksantrik modellerden faydalandı. Eksantrik model, Yer'in tam merkezde olmadığı başka bir deyişle Yer'in merkezden kaydırıldığı modeldir. Eksantrik dairenin merkezi ters yönde hareket ettirildiğinde, gezegenlerin geri hareketleri açıklanabilmekteydi. Episkl ise taşıyıcı yörüngenin üzerinde bulunan

küçük yörüngedir. Taşıyıcı yörünge hareket ettirildiğinde kendi etrafında da döner. Episkl ve taşıyıcı yörünge aynı anda dönünce, gezegenlerin redrograde hareketlerini açıklanabilir (Ronan, 2003, s. 135).

3.3.3 Aristarkhos ve Güneş Merkezli Evren Kuramı

Evrenin incelenmesi her zaman merak edilen bir konuydu. İskenderiye'de astronomi için eğitim verilen okul dahi vardı. Sisamlı Aristarkhos (MÖ. 310-210 astronomi okulunu kurulmasın da kısmen etkisi olan Straton'un öğrencisiydi. Aristarkhos'un astronomi gözlemlerini neye dayanarak ve nerede yapıldığı kesin olarak bilinmemekle birlikte Ay'ın uzaklığını ve büyüklüğü hesapladığı ve evrenin merkezine merkezi ateş veya Yer'i koymak yerine Güneş'i koyduğu bilinir. Bundan dolayı Güneş merkezli Evren kuramını ortaya atan ilk bilim insanı olarak tanınmaktadır. Aristarkhos' un bu sistemi oluşturmasının sebebi Aristoteles sisteminin karmaşık ve anlaşılması güç olmasından dolayıdır. Onun hipotezine göre Yer'de dâhil olmak üzere bütün gök cisimleri Güneş'i merkeze alarak dolanırlar (Cushing, 2003, s. 72).



Şekil 3.6 Aristarkhos'un evren modeli

Aristarkhos, gezegenlerin uzaklıklarını geometri kullanarak belirleyen ilk kişidir. Yazmış olduğu *Güneş ve Ay'ın Uzaklıkları ve Büyüklükleri* adlı eseri geometri temelli

astronomi eseridir. Ay ve Yer arasındaki mesafeyi belirlemek için yarım Ay zamanını esas almış ve bu bilgiden yararlanarak Güneş'in Yer'e olan uzaklığını Ay'ın Yer'e olan uzaklığının 18-20 katı olduğunu tespit etti (Ronan, 2003, s. 129). Hatalı sonuç bulmasına rağmen onun bu ölçümleri tamamen geometrik ölçülere dayanmaktaydı.

Aristarkhos'un evren modeli iki temel nedenden dolayı kabul görmemiştir. İlk neden, Güneş'in doğudan doğup, batıdan battığını göz önüne alırsak algılarımızın Yer'in merkezde olduğunu göstermesiydi. Diğer bir neden ise; Aristoteles fiziğinin Yer merkezli sistemi desteklemesinden dolayıdır (Unat, 2013, s. 39-40).

3.3.4 Eratosthenes ve Yer'in Çevresinin Ölçülmesi

İskenderiye kütüphanesinin baş kütüphanecisi olan Eratosthenes, (MÖ. 276-MÖ. 194) dönemin önde gelen bilim adamlarındandır. Matematik ve coğrafya ile ilgilenmiş, felsefe ve edebiyat üzerine de yapıtlar kaleme almıştır. Müzede astronomi okulunun kurulmasında öncü olmuştur. Küpün iki katını alma sorununu çözmüş ve asal sayıları bulmak için kullanılan Eratosthenes Süzgeci yöntemini icat etmiştir (Ronan, 2003, s. 128).

Eratosthenes'in döneminde yeryüzünün küresel olduğu biliniyordu. Pythagorasçılar Yer'in küreselliğine dair kanıtlar sunmuşlar Aristoteles'te bu kanıtları fizik evren modelinde kullanmıştı. Yer'in küresel olduğunun bilinmesinden sonra bu kürenin ölçülmesi gerektiği üzerine çalışmalar yapılmıştır. İlk olarak Aristoteles Yer'in çevresinin 400 stadyum olduğunu varsaymış sonrasında da Yer'in çevresi hakkında bazı değerler ortaya atılmıştır. Ancak en doğru değer Eratosthenes tarafından verilir. Eratosthenes Yer'in çevresini ölçen ilk bilim insanı olarak tanınır. Yer'in çevresini ölçmek için Eratosthenes aynı meridyen üzerinde bulunduğunu varsaydığı Syene ile İskenderiye'yi konumlarını kullandı. Syene'de Güneş tam tepe noktasındayken yani öğle vakti sırasında, aynı anda Güneş'in ışığı İskenderiye'ye 7° 12 dakikalık açığıyla düşüyordu. İskenderiye ile Syene arasındaki uzaklık 5 000 stadyum (800 km) olduğuna göre Yer'in çevresinin yaklaşık olarak 250 000 stadyum (46 250.000 metre) olmalıydı (Unat, 2013, s. 42).

Bu veriler gerçeğe yakın olmasına rağmen hatalıdır. İlk olarak iki şehir arasındaki gerçek mesafe 729 km, ikinci olarak Güneş ışığı İskenderiye'ye 7° 5 dakikalık açıyla düşmekteydi. Üçüncü hata ise iki şehrin aynı meridyende değil, aralarında olduğu 3°boylam farkı olmasından kaynaklanıyordu. Onun yapmış olduğu bu çalışma daha sonra Posidonios tarafından tekrar ele alınmış ve Yer'in çevresi 240 000 stadyum olarak hesaplamıştır.

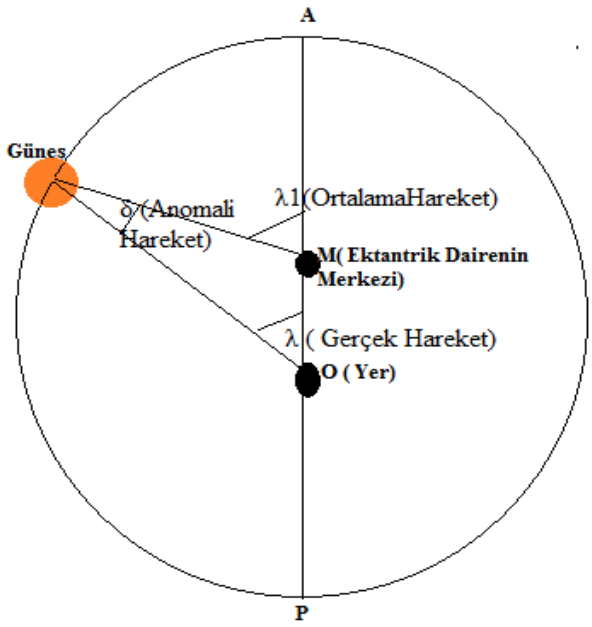
3.3.5 Hipparcus

Hipparcus (MÖ.190-120) hakkında çok fazla bir bilgi yoktur. Ancak onun hayatı ve çalışmalara dair bilgiler Ptolemaios'un eserlerinden öğrenilmiştir. Hipparcus, coğrafyacı, astronom ve matematikçi olarak bilinir. Onun tanınmasındaki asıl neden ekinoksların presesyonu'nu[11] keşfetmesidir (Topdemir, 2011, s. 88-90).

Hipparcus, yaşadığı dönemde mükemmel gözlemler yapmıştır. Bundan dolayı döneminin en önemli gözlemcisi olarak bilinir. Gözlemleri sırasında genellikle çemberli küre kullanmış ve derecelendirilmiş ölçekler ile gök cisimlerinin konumlarını bir çubuk yardımıyla sabitlemiştir. Gözlemleri sırasında bir sabit yıldız gözlemlemiş daha sonra da 850 tane yıldız keşfetmesinden sonra bir yıldız kataloğu hazırlamıştır (Topdemir, 2011, s. 88-90).

Hipparcus, gezegenlerin hareketlerini matematiksel olarak açıklayan ilk astronomdur. Güneş ve Ay'ın hareketlerini açıklarken dışçember ve dışmerkez modellerini kullanmıştır. Güneş'in hareketini açıklamak için kullanmıştır. Ona göre Yer, evrenin merkezidir. Güneş, Yer'in etrafında belirli bir hızda dairesel yörünge üzerinde hareket etmektedir (Topdemir, 2011, s. 88-90).

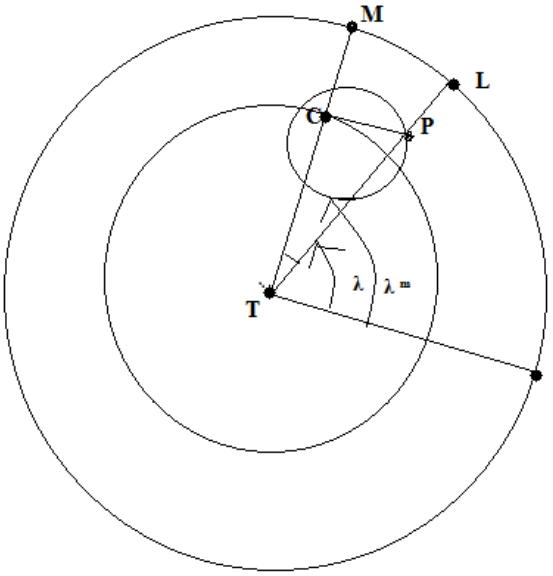
[11] Ekinoksların Presesyonu: Gece- Gündüz eşitliğinin gerilemesine denir (Topdemir, 2011, s. 88-90).



Şekil 3.7 Hipparcus'un güneş kuramı

Yukarıdaki modele göre, Güneş'in hareketi, ekliptik daire üzerinde bulunan "O" olarak, ortalama hareketi ise, Ektantrik dairenin merkezidir. δ (Anomali[12] hareket), gerçek hareketin ortalama hareketin farkıdır. Güneş'in hareketi eksantrik daire üzerinde çizildiğinde λ (gerçek hareket) olarak gözükmektedir. Ortalama hareket ettiğinde M merkezindedir. λ^1 (ortalama hareketiyle) Güneş'e açı yapar. Ortalama hareket ile gerçek hareket arasındaki fark anomali hareketi verir. Düzenli hareket ise Ptolemaios'a göre ortalama hareket ile anomali hareketin birleşmesinin sonucudur (Uymaz, 2015, s. 142-143).

[12] Anomali: Gezegenin yörünge düzleminde oluşturdukları açıdır.



Şekil 3.8 Hipparcus'un ay kuramı

Hipparcus, Ay'ın hareketini açıklamak için dışçember modelinden faydalanmıştır. Yukarıdaki şekle göre, Ay, C merkezinde küçük bir daire üzerinde dolanırken TC ise batıdan doğuya doğru sabit bir hızla hareket etmektedir. Bunun sonucu olarak λ^m açısı ortaya çıkar ve Ay'ın ortalama hareketidir (Unat, 2013, s. 45).

3.3.6 Ptolemaios

Ptolemaios (MS.100-170), matematikçi, coğrafyacı ve yaşadığı dönemin en önemli astronomudur. Theon'dan astronomi eğitimi almıştır. Theon'nun Astronomi ve Matematik konuları içeren *Platon'u Okumak İçin Gereken Matematiksel Bilgi* adlı yapıtı vardır. Theon, Merkür ve Venüs'ü gözlemlemiş ve bunun sonucunda Güneş'in etrafında dolandıklarını varsaymıştır. Theon, (Unat, 2013, s. 46) Aristoteles'in fiziğine uymamasından dolayı Apollonios'un modelleri eleştirmiştir. Fiziksel yapısı olan nesnelerin, katı ve ancak ortak merkezli kürelerin arasında dolanan bir küre oldukları ileri sürmüştür.

Ptolemaios'un astronomiye dair bilgileri, Hipparcus'un sistemine ve kendi yapmış olduğu gözlemlere dayanmaktadır. Ptolemaios, kendi zamanına kadar yapılan astronomi çalışmalarını *Almagest* adlı eserinde kaleme almıştır. Almagest eserinin asıl adı *Matematike Syntaxis* (Matematik Sentezi)'dir. Bu önemli yapıt daha sonra *Megale Syntaxis* (Büyük Derleme) olarak anılmış, Arapça'ya çevrildikten sonra *el-Mecistî*,

Latince'ye çevrildikten sonra ise Batı dünyasında Almagest olarak anılmıştır (Unat, 2013, s. 46-47).

Almagest, Aristoteles fiziğini temele alan ve geometrisini tanıtan, gök olaylarını nedenlerini açıklamaya çalışan bir eserdir. Ptolemaios, gezegenlerin hareketlerini açıklamak ve neden kaynaklandığı öğrenmek için ilk önce Güneş'in ve Ay'ın hareketlerini açıklamak gerektiğini ileri sürmektedir. Ptolemaios, Güneş modelinde Hipparcus'un geliştirmiş olduğu modelin aynısını kullanmıştır. Güneş'in Yer'in etrafında devinim boyunca izlediği yolun, ekliptik bir daire olduğunu varsaymaktadır. Gök eşleği (gök ekvatoru) ve ekliptik 23° 51' 20"'lik bir açı meydana getirmektedirler (Uymaz, 2015, s. 6).

Ekinoks noktaları, Koç burcu ve Terazi burcunun birbirlerini kesen iki noktasına verilen addır. Güneş'in ekinoks günü gerçekleştirmesi için bu iki noktadan birinde olması gerekir. Güneş'in izlemiş olduğu yol, kuzeyde olunca yaz gün dönümü, güneyde olduğu zaman ise kış gün dönümü meydana gelmektedir. Takımyıldızları ekliptik boyunca uzanır takımyıldızların hepsine Zodyak denir. Güneş, Zodyak'tan geçerken hızı değişir, bu değişime Güneş'in anomalisi adı verilir (Uymaz, 2015, s. 6).

Hipparcus'un geliştirdiği Tropik ve ekinokslara olan gözlemlerini incelediği sırada kendisi de Tropik ve ekinokslara gözlemlemiştir. Tropik ve ekinoksların sürelerinin eşit olduğunu, bu zamana kadar yapılan bazı hataların, gözlemler ve aletlerin yanıltmasından kaynaklandığı varsaymaktadır. Gözlemlerinde yılın uzunluğunun 365 ¼ günden az bulmuştur.

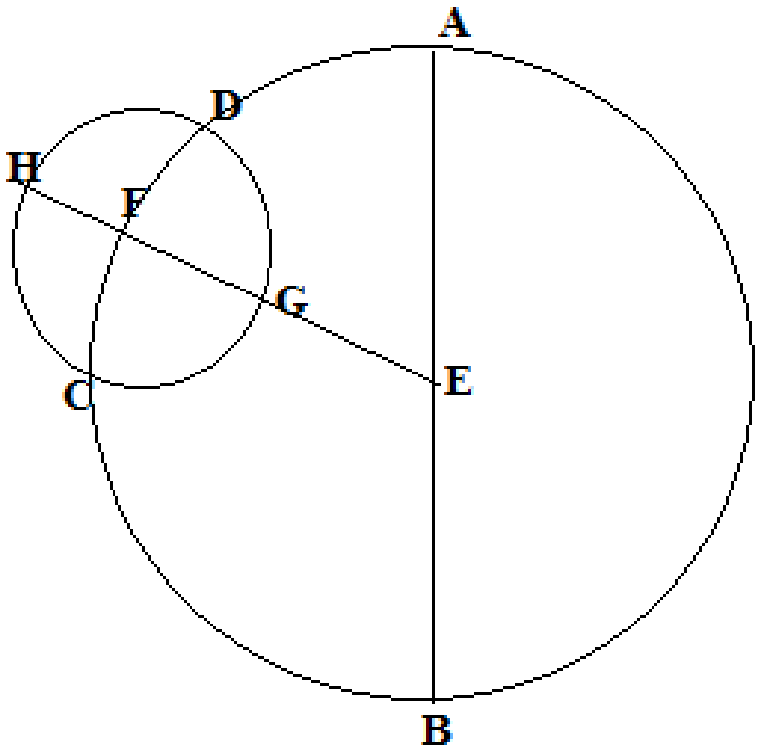
> "Öyleyse ben, bu zamana kadar yılın uzunluğu ile ilgili olarak gözlemlenen görünümlerin, mevcut görünümlerin daha öncekilerle çakışması ile tropik ve ekinoksiyal noktaların geri dönüşüne şimdi belirlenen boyut ile uyuştuğunun açıklandığını düşünüyorum. Tüm bunlar böyle olduğu için, eğer biz bir günü 300 yıla dağıtırsak, her yıla bir günün 12 dakikası düşer. Eğer bunu, çeyrek günün eklendiği 305 gün 15 dakikadan çıkarırsak, aradığımız yıl uzunluğunu - yani 365 gün 14 saat 48 dakikayı buluruz. Bu gün sayısı bizim tarafımızdan şu anda elimizdeki gözlemlerden elde edilebilen en yakın tahmin olarak kullanılabilir." (Uymaz, 2015, s. 8-9).

Güneş'in belirli bir hızda dolaşmamasının sebebi ise bahar ekinoksundan geçen zaman 94 ½ , yaz tropiğinden, güz ekinoksuna ise 92 ½ günün geçtiğini varsaymıştır (Uymaz,

2015, s. 142). Ptolemaios, Ay'ı gözlemlerken Ay'ın paralaksının [13] yanıltıcı olabileceğinden dolayı gözlemlerini Ay tutulmasına göre yapmıştır. Ay'ın hareketi, Güneşten daha karmaşıktır. Bundan dolayı Ptolemaios Ay'ın hareketlerini iki anomali ile açıklamıştır. İlk olarak Ay'ın en büyük hızının yörüngenin herhangi bir yerinde gösterilebileceğini, ikinci ise; Ay'ın en büyük kuzey ya da güney enlemini, yörüngenin herhangi bir yerinde gerçekleşebileceğini ileri sürmüştür. Yani ekliptik ile yörüngenin kesişim noktaları sabit olmadığını, değişebileceği sonucuna ulaşmıştır (Uymaz, 2015, s. 153).

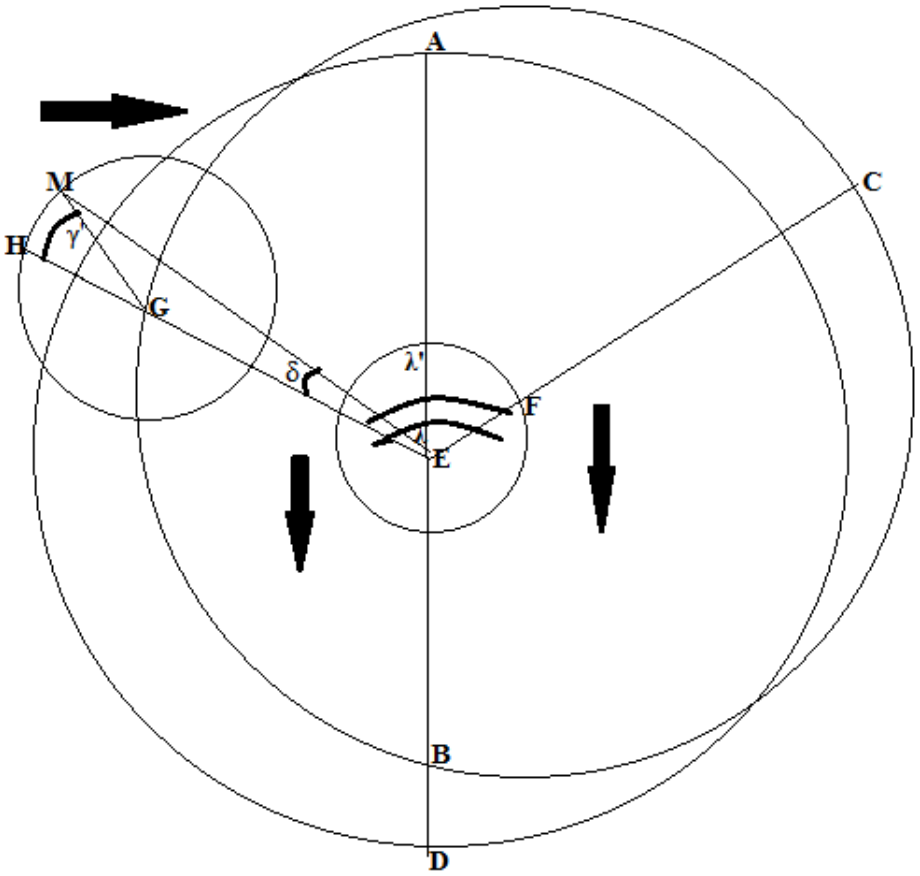
Ptolemaios, Ay'ın karmaşık olan düzenini açıklamak için iki modeli ele almıştır. Birinci modelde, Ay'ın eliptik konumunu, Ay'ın basit anomalisini açıklamak için kullanmış ve episikl modelden faydalanmıştır. İkinci model de ise Ay'ın çifte anomalisi açıklarken, Ay'ın ve Güneş'in çifte anomalisine bağlı olan göreceli konumu açıklamıştır. Bu model de ise eksantrik'i kullanmıştır (Uymaz, 2015, s. 153). Ptolemaios Ay'ın ilk anomalisi tutulmadan kaynaklandığını tespit etmiştir. Bundan dolayı birinci model de, enlemsel ilerlemeyi ve Ay'ın dairesel eğikliğini dikkate almadan oluşturmuştur. Bunun sebebi ise eğimin Ay'ın boylamında önem verecek şekilde olmamasından kaynaklandığı varsaymıştır.

[13] Paralaks: Iraklık açısı. Gök cisimlerinin, Dünya'ya olan uzaklıklarını belirlemek için kullanılan matematiksel yöntemdir (Ocak, 2016).



Şekil 3.9 Ay'ın birinci modeli

Yukarıdaki şekle göre Ay'ın taşıyıcı dairesi ekliptiğin merkezinde E etrafında belirli bir hızla, doğudan batıya doğru taşınmaktadır. Eğik daire batıdan doğuya doğru hareket ederken, ekliptiğe doğru düşünülen enlemsel hareketi oluşturan CHDG episikl üzerinde olan Ay, anomali'ye göre doğudan batıya ilerlemektedir. Ptolemaios, Ay'ın Güneş'e doğru farklı konumlardaki geçişleri için bu modelin yeterli olmadığını fark eder bu yüzden daha karmaşık olan ikinci çifte anomali modeli oluşturmuştur (Uymaz, 2015, s. 157).



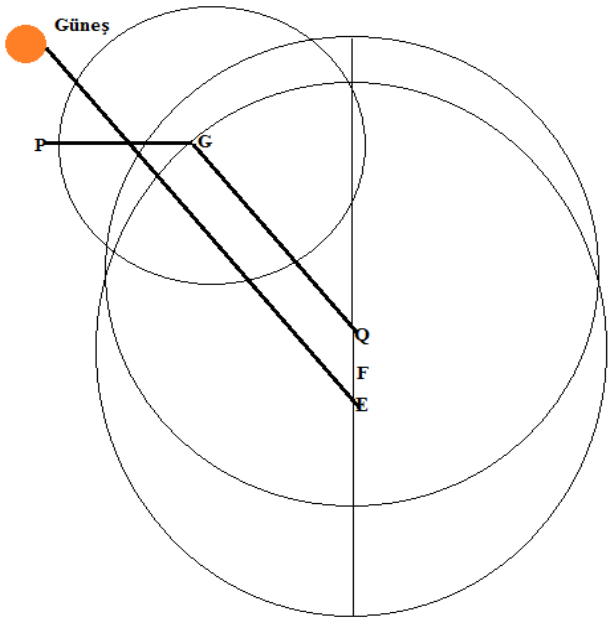
Şekil 3.10 Ay'ın çifte modeli

Yukarıdaki şekle göre Ay'ın episikl üzerinde gösterilen hareketi γ' gösterilmiştir. Episiklın merkezi λ' gösterilen hareketi yapar ve eksantrik dairenin merkezi küçük daire üzerindeki hareketi uygulamaktadır. Ekliptik kutupları, eğimli küre ve düzlem üzerinde bulunur, kürenin iniş ve çıkışları kutupların ters yönünde hareket ederken son hareket ise sabit yıldızlara küresine eşit olan hareketi yapmaktadır. Böylelikle toplam beş hareket yapmış olur (Uymaz, 2015, s. 158).

Eksantrik daire ile eğim 5° açı ile birbirlerine eğimlidir. Bu iki nokta birbirlerinin düğüm noktası olarak adlandırılır. Düğüm noktasında Ay ve Güneş'in tutulması gerçekleşir. Eğer aynı düğümdelerse Güneş tutulması, karşıt tutulma mevcut ise Ay tutulması gerçekleşir.

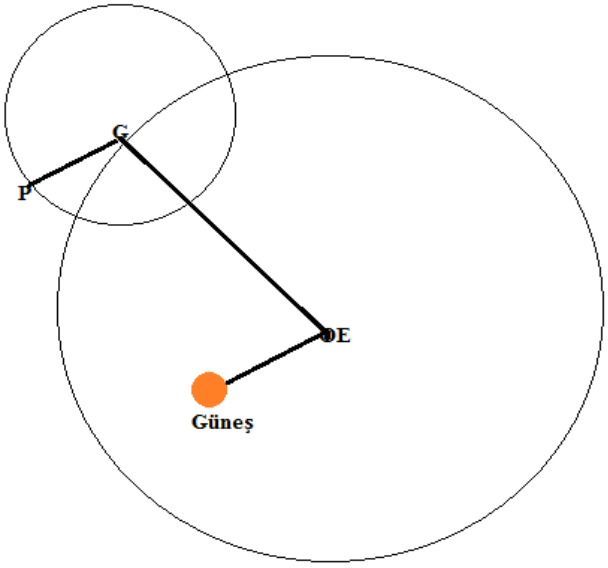
Ptolemaios, gezegenleri iç ve dış gezegen olarak ikiye ayırmaktadır. Merkür ve Venüs'ün Güneş'e yapmış oldukları uzanımları en büyük uzanım olduğundan dolayı iç gezegen olarak adlandırılır. Mars, Satürn ve Jüpiter'in yapmış oldukları uzanım

Güneş'e sınırsızdır ve bundan dolayı dış gezegen olarak adlandırılmaktadır. Gezegenler ekliptik boyunca ilk önce doğuya doğru hareket ederler daha sonra durup tersi yönde hareket ederler. Tekrar durma gerçekleştiğinde hareketlerinin tamamını doğuya doğru gerçekleştirirler. Gezegenlerin hızı birbirlerinden farklıdır. Ptolemaios, gezegenlerin hareketlerinin iki hareket ile açıklamasının mümkün olduğu söyler. Bu hareketlerden birincisi eksantrik daire etrafında ikincisi ise eksantrik ve eş merkezli daireler tarafından gerçekleştirilir. Gezegenlerin anomalileri iki tanedir. İlk anomali burçlar kuşağıyla, ikinci ise yapılan gözlemlerin sonuçlarıyla alakalıdır.



P: Venüs
G: Episiklin Merkezi
E: Dünya
Q: Ekuant Noktası
F : Eksantrik dairenin merkezi
İç gezegenlerde QG çizgisi ve Dünya ile ortalama Güneş arasındaki çizgi paraleldir

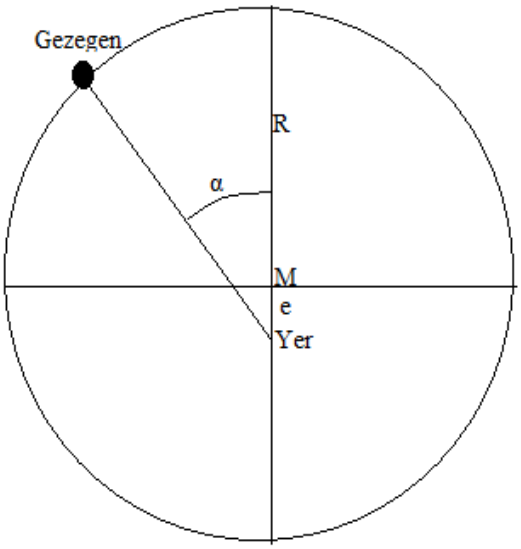
Şekil 3.11 İç gezegen Venüs'ün konumu



P: Satürn
G: Epıksıklın Merkezi
E: Yer
Dış gezegenler GP çizgisi ile Yer'in ortalama Güneş arasındaki çizgi paraleldir.

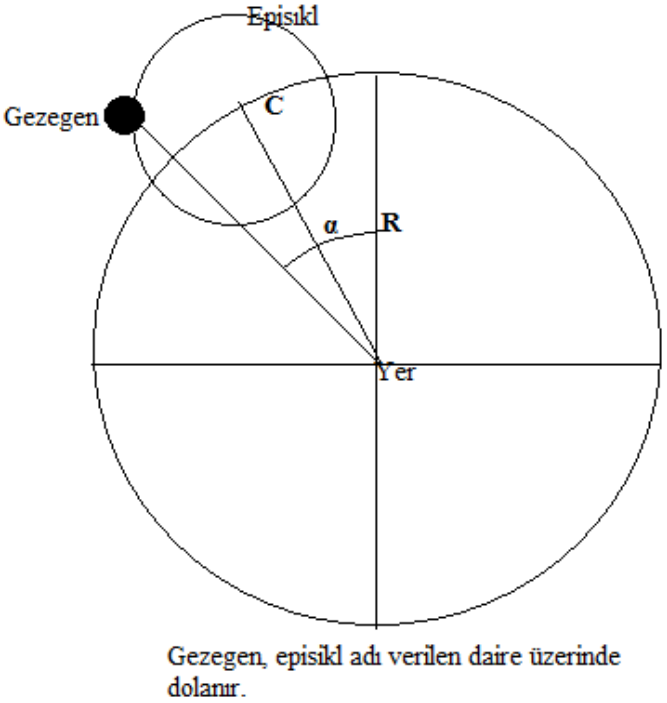
Şekil 3.12 Dış gezegen Satürn'ün konumu

Ptolemaios'a göre Yer evrenin merkezindedir. Yer'in etrafında yörüngede sırasıyla Ay, Merkür, Güneş, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn olarak dolanırlar. Bunların dış çemberi kaplayan, en dışta sabit yıldızlar küresi vardır. Gezegenlerin, yaklaşıp uzaklaşması ve ilmek atmalarını olanaksız açıklamak için Apollonios'un geometrik düzenini kullanmıştır.



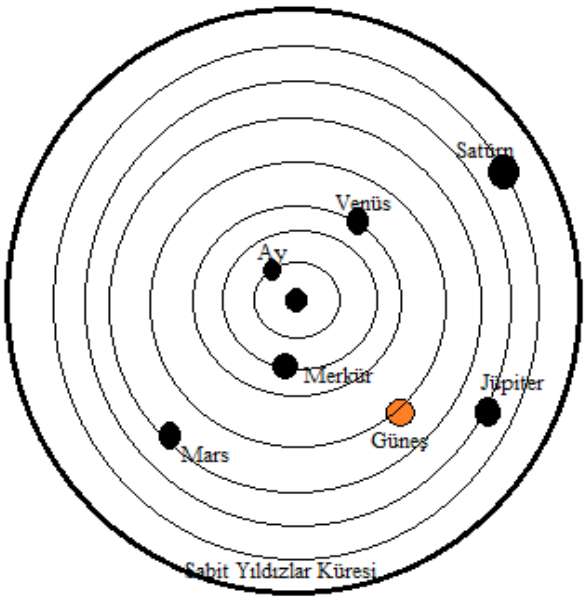
Gezegen, eksantrik dairenin etrafında dolanır. Gerçek merkezi M'dir. Ancak Yer gerçek merkez değil, M'den e uzanan bir yerde bulunur.

Şekil 3.13 Eksantrik (dışmerkez) model



Şekil 3.14 Episikl (dışçember model) model

Yer merkezli evren modelinin gelişmesi ilk aşamalarda yavaş ilerlemiştir. Bunun sebebi ise sisteme yeni kürelerin eklenmesinden kaynaklanır. Ptolemaios'un geliştirmiş olduğu sistemle geometri temelli bir yere varılmasını sağlamıştır. Bundan dolayı Ptolemaios Yer merkezli evren modelinin en önemli temsilcisi olmuştur.



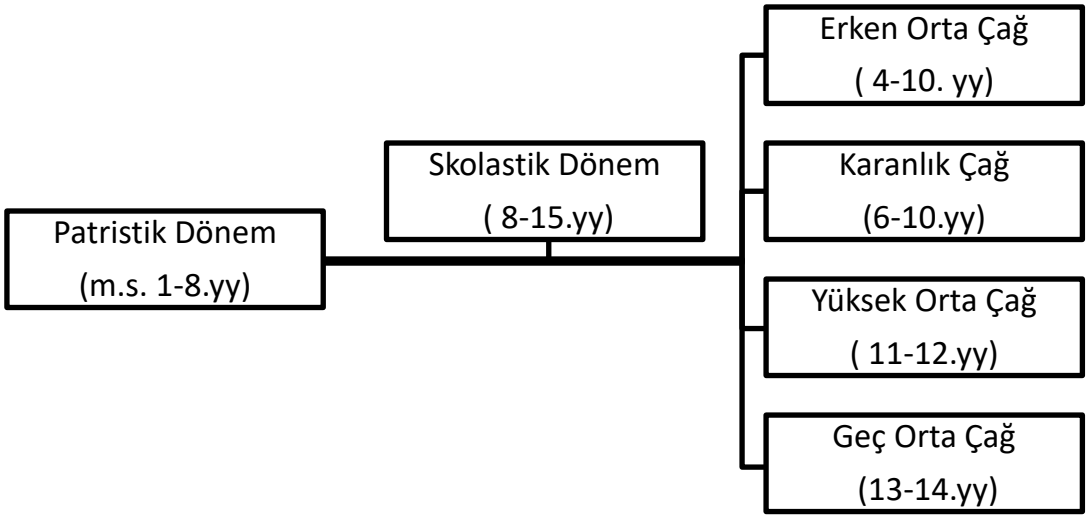
Şekil 3.15 Ptolemaios'un evren modeli

Ptolemaios'un geliştirmiş olduğu sistem İslam Dünyası astronomi çalışmalarında önemli bir kaynağı olmuştur. Ortaçağ Hristiyan dünyasında ise Aziz Thomas Aquinas'ın düşünceleriyle beraber tekrar Aristoteles fiziğine geri dönülmüş, yeni bir evren sistemi ihtiyaç duyulana kadar, Yer merkezli evren sistemi varlığını sürdürmüştür (Topdemir, 2011, s. 104-106).

4. ORTA ÇAĞ ASTRONOMİSİ

Orta Çağ, m.s. 395- 1453 yılları arasını kaplayan döneme denir. Orta çağ dönemi, Antikçağ ile Modern çağ arasında kaldığı için Orta Çağ bu adı almıştır. m.s. 1.yüzyıldan 8.yüzyıla kadar olan döneme Patristik dönem, 8.yüzyıldan 15. yüzyıla kadar olan döneme ise Skolastik dönem denmektedir (Topdemir & Unat, 2011, s. 64). Bilim tarihçileri 6.yüzyıldan 10.yüzyıla kadar olan döneme ise Karanlık Çağ olarak adlandırırken, 11.yüzyıldan 12.yüzyıla kadar olan döneme Yüksek Orta Çağ, 13. yüzyıldan 14 yüzyıla kadar olan döneme ise Geç Orta Çağ olarak adlandırmışlardır.

Tablo 4.1 Ortaçağ kronolojisi



Roma İmparatoru Konstantin'in 312 yılında Hristiyanlığı resmi din olarak kabul etmesinden sonra bilim bir duraklama dönemine girdi. Papazlar ve Piskoposlara verilen güç, laikliği ortadan kaldırdı ve evrenin incelenmesine yönelik çalışmalar reddedilerek, daha çok ruhani konular üzerine araştırmalar yapılmaktaydı. Bilimsel araştırılmalar yapılması için Yunan kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktaydı ancak Yunan kaynaklarının pagan öğretilerinden oluştuğu düşüncesinden dolayı araştırma yapılması yasaklandı (Ronan, 2003, s. 278).

Batının bilime asıl büyük darbesi ise 6.yy.'da Akademia'nın kapatılmasıyla gerçekleşti. 7.yy'da Doğu kültüründe yeni bir din olan İslamiyet'in ortaya çıkmasıyla beraber Suriye, Mısır ve İran'da yeni din yayıldı. Bu gelişmelerle birlikte Antik Yunan

kültürü canlılığını kaybetti (Unat, 2013, s. 55). Orta Çağ'da kaynak olarak kutsal kitaplardan yararlanılıyordu. Akıl ve inanç konularında Aristoteles'e büyük bir güven vardı. Diğer bir yandan da Hıristiyan öğretisinin temeli olan Platoncu düşünce Augustinus'un kilise de kurduğu otorite ile beraber ilerlemesini sağladı.

4.1 Orta Çağ Hristiyan Dünyasında Astronomi

Aristoteles'in evren hakkındaki düşünceleri Batı dünyasında 17.yüzyılla kadar etkili olmuştur. Skolastik düşüncenin etkili olmaya başladığı 1209 yılında kiliselerde ilk zamanlarda Aristoteles'in düşünceleri yasaklanmış daha sonra eserlerinin incelenmesiyle birlikte kilise Aristoteles'in düşüncelerinin Hristiyan öğretisine karşı olmadığını fark edilmiştir. Evren hakkındaki bilgileri kutsal kitaptan öğrenilmekteydi. Bu yüzden ilk başta Yer'in düz olduğu düşüncesi hâkimdi. Daha sonra Aristoteles'in evren düşüncesi akla mantığa daha uygun gelmesinden dolayı, Yer'in düz olduğu, gökyüzünün yarım küre şeklinde Yer'i kapattığı düşüncesi yerine, evrenin küresel olduğu ve Yer'in evrenin merkezi olduğu düşüncesi kabul edildi (Unat, 2013, s. 56).

İskenderiyeli Clements olarak bilinen Titus Flavius Clemens (m.s.150-215) gözlem yapmanın gereksiz olduğu, kutsal kitapların evren konusunda yeterli olduğu düşüncesindeydi (Paananen, 2019). Clements, evrenin bir çadır şeklinde olduğu, Dünyanın da masa olduğunu, Güneş'in bir lamba, masanın güneyine yerleştirildiğini varsaymıştır. Onun bu görüşü Doğu kilisesi tarafından kabul edilmiştir (Unat, 2013, s. 57). Clements'ın görüşüne benzer bir görüşte Severianus'da adlı düşünürde de görülmekteydi. Severianus, Yer'in Yaratılışı üzerine *Nutuk* adlı yapıtında evrenin yaratılış aşamalarını vermiştir. Tanrının birinci gün evreni yarattığını, evrenin çadır ve ev biçiminde olduğunu küresel olamayacağını, evrenin üzerinde madde olmadığını ancak altında ateş olduğunu ileri sürmüştür. Alt kısmın ikinci gün yaratıldığını ve kristal, donmuş sudan oluştuğunu ve Yer'in düz olduğunu Güneş'in ise gece olduğunda Yer'in altına geçmeyeceğini söyleyerek gözlemlere dayanmayan bir varsayımı ortaya atmıştır (Unat, 2013, s. 57).

Batı Kilisesinde'de ise farklı düşünceler hâkimdir. Aurelius Ambrosius (340-397), Yer'in fiziksel yapısının ya da nerede bulunup bulunmadığının bir öneminin

olmadığını, evrenin içyapısının küresel, dış yapısının da karesel olduğunu ortaya atmıştır. Augustine (354-490) ise Yer'in küre olursa yaşam olmayacağını, bulunduğu yerden başka bir konuma okyanusları aşarak gitmenin de imkânsız olduğu görüşünü savunmuştur. Hristiyan din adamları evren hakkındaki düşüncelerinde Yunan astronomisini yıkmak ve kabul edilen Yunan sisteminin yerine yeni bir sistem kurmayı hedeflemişlerdir. Bundan dolayı *Hristiyanlığın Topografyası* (Christian Topography) adlı yapıtıyla tanınan, ilahiyatçı ve coğrafyacı Cosmas Indicopleustes (ölümü m.s. 550), yapıtında Ptolemaios'un evren kavramını çürütmeye ve Yer'in düz olduğunu kanıtlamaya çalışmıştır (Rodriguez & Lotha, 2007).

Cosmas'a göre, evren aşağıya yukarıya doğru hareket eder, günlük dolanıma sahip değildir. Evren, görünümünden dolayı birden fazla elemente sahip ve Yer evrenin merkezinde hareketsiz durmaktadır. Evren'in çadır şeklinde, Yer'in, masa, Okyanus'un ise Yer'i çevrelediğini varsaymıştır. Yer, batıdan doğuya doğru uzunlamasına yerleştirilmiştir. Çadır, kuzey ve güney duvarlarına sabitlenmiş ve yarım silindir biçimindedir. Güneş, Ay ve diğer gök cisimleri çakılı değil, melekler tarafından taşındığını iddia ettiği teoriyi yapıtında açıklamış, fakat onun bu teorisi bir varsayımdan öteye geçememiş ve teorisini destekleyen bir kanıt sunamamıştır (Unat, 2013, s. 58).

Bu dönemde Ptolemaios'un matematiksel astronomisi çok başarılı olduğundan dolayı, Ptolemaios'u savunanlar oldukça fazladır. Bunun yanı sıra Herakleides'i savunanlar da olmuştur. Herakleides'i savunanlardan en önemlileri Chalcidius ve Martianus Capella'dır. Chalcidius, Platon'un *Timaeus'unu* Yunancadan Latince'ye çevirmiş, eser üzerine yorum eklemiştir. Onun yapmış olduğu çeviri 8.yüzyıla kadar tek örnek niteliğindedir (Url-1, 2021).

Martianus Capella (m.s.360-428), *Filoloji ve Merkür'ün Evliliği* (De Nuptüs Philologiae et Mercurii) adlı yapıtında Merkür ve Venüs'ün günlük doğuş ve batışlarının olduğunu, yörüngelerinin Yer'in etrafında değil Güneş'in etrafında hareket ettiğinden bahsetmiştir (Unat, 2013, s. 58). Sevillalı Piskopos olan Isıdore ise (m.s. 560-636), evren hakkındaki düşüncelerini yazmış olduğu *Etymologiarum Libri XX*.

Ansiklopedisinde geçmektedir. Göğün kendi ekseni etrafında döndüğünü, merkezde ise Dünyanın bulunduğundan iddia etmiştir (Unat, 2013, s. 58).

Bu dönemin bir diğer düşünürü ise Venerable Bede (m.s. 673 735)'dir. Bede, kutsal kitap hakkında yapmış olduğu tefsirleri tanınmaktadır. *Computus* adlı yapıtında zaman ve tarihleri hesaplayıp takvim üzerine yapmış olduğu çalışmalarında 19 yıllık Meton devresi (Ay-Güneş Devresi), ilk kayıt eden ve hesaplamalarında başlangıç tarihi olarak, İsa peygamberin doğumunu kullanan da ilk bilim insanı olduğu varsayılmaktadır (Ronan, 2003, s. 281).

Bede, Yaşlı Pliny'den gezegenlerin sıralamasını almış, *Varlıkların Doğası Üzerine* (De Natura Rerum) adlı makalesinde yer vermiştir. Güneş'in yıllık hareketleri, göksel olayları da *Zamanın Oranları Üzerine* (De Temporum Ratione) adlı eserinde doğru bilgiler vererek aktarmıştır. Yaşlı Pliny'den gel-git ve liman hakkındaki bilgileri de almış, Ay'ın meridyenden geçiş zamanındaki ortalamasından bahseden ilk bilim insanı olmuştur (Unat, 2013, s. 59).

Dokuzuncu yüzyıldan itibaren Yer merkezli sistem ile Yer'in küresel olup olmadığı konusu tekrardan ele alınmıştır. Bu konuyla alakalı çalışan en önemli kişilerden biri de John Scotus Erigena'dir. Erigena (800-877) Yunan ve Neoplatonizmi Hristiyan dünyasıyla özdeştirmeye odaklanan İrlandalı filozoftur (Zalta, 2019). *Doğanın Bölümleri Üzerine* (De Divisone Naturae) adlı eserinde Herakleides'in Merkür ve Venüs'ün Güneşten uzak olmadığı, gezegenlerin Yer'in etrafında değil de Güneş'in etrafında döndüğü sonucuna varmış, ancak o dönemde elde ettiği sonuçlar önemsenmemiştir.

Bu dönemde bir diğer önemli bir yapıtta, 12.yüzyılın ilk yarısında Conchesli William tarafından yazılan *Sive Elementorum Philosophiae Libri IV.* adlı yapıttır. Bu yapıtta Güneş'in Yer'e kış aylarında uzak, yaz aylarında ise Güneş'in daha yakın olduğundan dolayı yüksek sıcaklıkların olduğunu açıklamıştır. William'ın vermiş olduğu bilgiler hatalı olarak kabul edilmektedir. Bunun nedeni ise o dönemde Güneş'in Yer'e dışmerkez bir daire de dolaştığı varsayılmaktaydı (Unat, 2013, s. 60).

Yüksek Ortaçağ (11.-12. Yüzyıllar) döneminde eğitimler Katedral adı verilen okullarda verilmekteydi. Katedral okullarındaki eğitim üniversiteler kurulana kadar devam etti. Katedral okullarında bilimsel konular ve Antik Yunan çağına ait eserlere karşı bir ilgi vardı bundan dolayı Antik Yunan bilimi bu önemli okul sayesinde tekrardan canlandı. Bilimsel konulara ilgi artıkça, kaynakların yetersizliği olduğu görüşü üzerine yoğunlaşıldı ve bilim insanları birçok önemli eserlerin çevirilerini yaparak geçmiş dönemdeki bilgileri ulaştılar. 12.yüzyıldan itibaren Arapçadan Latinceye yoğun çeviriler yapıldı. 13.yy'da Arap bilimin önemli bir kısmı Latince'ye kazandırıldı. 12.yy'da İslam Dünyasında Cabir Ibn Eflah, Ptolemaios astronomisini düzeltme çabasındayken, çağdaşı Bitrucî Ptolemaios'un gezegenler kuramını reddederek, ortak merkezli küreler sistemini geliştirmeye yoğunlaşmıştı. Cremonalı Gerard ise Ptolemaios'un Almagest 'ini çevirmişti. Hristiyan dünyasında daha çok çevirmeye odaklanılırken İslam Dünyasında ise bu durum düzeltmeler üzerineydi (Unat, 2013, s. 61). Eserlerin Arapçanın kaynak olarak gösterilmesi ve çevrilmesindeki asıl neden, İslam Dünyasındaki bilim insanları Yunan kültürüne karşı saygı duymuş, bu önemli kaynakları kendi kültürlerine kazandırmışlardı. Bu kaynaklar sayesinde Müslümanlar birçok eser ortaya çıkarmıştır. Batı dünyasındaki karışıklık, kaynaklara ulaşmayı zorlaştırmaktaydı. 6-10.yy bu yüzden Batı için Karanlık Çağ olarak anılır (Unat, 2013, s. 62).

Ptolemaios'un astronomisi, Batı'da Battanî ve Fergânî'nin eserleriyle tanınmaya başlandı. Ptolemaios'un Almagest'i Latince'ye Arapça kısmının bozulmasıyla geçti. Daha sonra Cremonalı Gerard Toledo'ya gitti. Toledo, İspanya sınırları içinde olan ve Arap Krallığının koruması altında olan bir bölgeydi. Önemli eserlerin çoğu İspanyadaydı. İlk çevirilerin büyük bir kısmı Toledo'da kurulan çeviri üniversitesinde yapılmıştır. Gerard, burada Arapça öğrenmiş, Almagest dâhil olmak üzere Arapça ve Yunanca yetmiş dört tane eseri çevirdiğinden söz edilir (Unat, 2013, s. 62).

Bu dönemin en önemli astronomi yapıtı ise Johannes de Sacrobosco (1195-1256) tarafından yazılan *Tractatus de Sphaera* adlı astronomi kitabıdır. Dört bölümden oluşan yapıt ilk bölümünde, Yer'in şekli, konumu ve küresel yapısından bahseder, ikinci bölümde, göksel daireler üzerine, üçüncü bölüm, farklı bölgelerde bulunan gök cisimlerinin yerleşim yerlerini yükselişlerini konu alırken son bölüm ise gezegenler ve

tutulmalar hakkında bilgi verilmiştir. Böylelikle bu önemli yapıt, 12.yüzyılın ortalarından 13.yüzyılın ortalarına kadar temel kaynak ve ders kitabı olarak düzenli olarak basılmış ve 16.yüzyılda da hala temel kaynak olarak görülmüştür. Sacrobosco, 1232 yılında yazmış olduğu *De Anni Ratione* adlı yapıtında ise Ay takvimini ve dini takvimleri inceleyerek bunun sonucunda Jülyen takviminin hatalı olduğunu, 288 yılda bir atlayan bir takvimin gerektiğini bu nedenle takvim reformunun yapılmasını önermiştir (O'Connor & Robertson, 1996).

Geç Orta Çağ (13.-14.yy) dönemi Aristoteles'in neredeyse tüm çalışmalarının Arapçadan Latince'ye çevrildiği bir dönemdir. Bu dönemde Aristoteles'in öğretileri elde edilen yeni bilgilerle ve Hristiyan öğretisiyle uyuşmadığından dolayı eleştirilmiştir. Bundan dolayı 1209 yılında Paris yönetimi Aristoteles'in öğretileri, öğretilere yapılan eleştiriler yasaklanmış ve 1228 yılına kadar yasaklar devam etmiştir. Bu dönemde Auvergneli William (1180-1249) ve Micheal Scot (1175-1232), Aristoteles'in ve Müslüman astronomlara ait eserleri orijinallerine en yakın çevrisini yapmışlardır. Scot, 1217 yılında Bitrûcî'ye ait olan *Kitâb El-Heye* (Astronomi Kitabı) adlı yapıtı, Latince'ye *Liber Astronomie* adıyla çevirmiş, Bitrucî'nin eserinde Ptolemaios'un evren modelleri, Aristoteles'in fiziğiyle uyuşmadığından dolayı eleştirmiştir. Bitrucî'ni yapıtında Eudoxus sistemine dayan Aristoteles'in ortak merkezli sistemini savunmuştur (Unat, 2013, s. 63).

Skolastik dönemde Albertus Magnus, Robert Grosseteste ve Roger Bacon gibi önemli bilim insanları tarafından yapılan çeviriler kaynak olarak kullanılmıştır. Ptolemaios'un evren modellerine yapılan eleştiriler, geniş kitlelerce bilinmesini sağlamışlar ve Helenistik dönem ve İslam dünyasında Aristoteles'in evren yapısı ve Ptolemaios'un sistemlerine yapılan eleştiriler, Aristoteles'in doğa felsefesi, Oxford ve Paris gibi köklü Üniversitelerin ana merkezine yer almasıyla birlikte iki filozofun sistemleri karşılaştırılmalar yapılması tekrardan ortaya çıkmıştır (Unat, 2013, s. 63).

Aristoteles evren modelini oluştururken Eudoxus'un ortak merkezli küreler sistemi üzerine inşa etmiştir. Bu sistemde kürelerin hareketlerinin düzensiz olması ve Yer ile gezegenlerin arasındaki mesafenin neden kaynaklandığına dair bilgi verilmemiştir. Ptolemaios ise, gezegenleri dışçember etrafında hareket ettiğini, dairenin merkezinin

Yer'in merkezinde farklı ama yakın bir konumda olan dışmerkezde yer aldığını iddia etmiştir (Unat, 2013, s. 65).

Ptolemiaos sistemini matematiksel hesaplamalarla geliştirmiştir. Ancak sistemi Aristoteles'in fiziğiyle ile uyuşmadığından dolayı eleştiriliyordu. Ptolemaios'un sistemi, fizik temelinden yoksun olması nedeniyle, bazı astronomlar onun evren modellini fizik temeline oturtmaya çalıştılar. Bunun yanı sıra Aristoteles ile Ptolemaios'un sistemleri arasındaki uyuşmazlık, aralarında tercih yapılması gerektiği sonucu ortaya çıkarmıştır. Bu yüzden önemli iki tarikat olan Fransisken Tarikatı ile Dominiken tarikatı bilimsel açıdan ilerlemesini sağlamışlardır. Fransisken tarikatı, Ptolemiaos sisteminin eksik olduğundan dolayı, küresel katmanların eklenmesini savunmuşlardır. Dominiken tarikatının mensupları ise Ptolemaios'un matematik evren modeli savunuyorlardı. Diğer taraftan ise Thomas Aquinas ise iki sisteminin birleştirilmesini denemiş, ancak bu sistemin bir varsayımdan öte bir şey olamayacağını düşünmüştür (Unat, 2013, s. 65).

Dominiken tarikatının en önemli düşünürlerinden biri Aziz Thomas Aquinas'tır. Thomas Aquinas (1225-1274), Napoli Üniversitesinde Mantık, Doğa bilimleri ve gramer üzerine eğitimler almıştır. Paris'te ilahiyat üzerine 1256-1259 yılları arasında ders vermiş ve bir süre sonra ilahiyat alanından ayrılmıştır (Ronan, 2003, s. 290).

Aquinas, Ptolemaios ve Aristoteles'in evren görüşlerini, Hristiyan Dünyasının görüşleri arasında bir bağ olduğunu varsaymıştır. Aquinas, Yer Merkezli Sistemi, Hristiyan dünyasının kabul edilecek bir sisteme dönüştürmeye çalışmıştır. Hristiyan öğretisinin temelinde insan vardır. Bundan dolayı evrenin merkezinin de Yer olduğunu varsaymıştır (Unat, 2013, s. 66).

Ptolemaios'un evren modelini inceleyerek gezegenlerin kürelerinin sabit olarak durmadığını, kürelerinin kendine özgün hareketleri olduğunu, yıldızların bulundukları kürelerde sabit durdukları ve hareketin kaynağının ise kürelerden dolayı olduğunu varsaymıştır. İslam Dünyasındaki gökbilimciler ise Ptolemaios sistemini, küresel katmanlar gibi algılamışlardır. Bundan dolayı sistemi küresel katmanlardan oluşan bir sisteme çevirmeye çalıştılar. Bu yüzden Batı Dünyası da bazı gökbilimciler de bu

durumdan etkilenmişler ve uygulamışlardır. Bu düşünürlerden ilki Robert Grosseteste'dir (Unat, 2013, s. 66).

Robert Grosseteste (1175-1253), Paris ve Fransa'da eğitimler almıştır. Fransisken Tarikatının önemli düşünürlerindendir. Oxford'da teoloji alanında dersler vermiş, doğa bilimlerine olan ilgisinden dolayı; astronomi, ses, evren ve özellikle optik konusunda yapıtlar ele almıştır. Grosseteste, bilimlerin sınıflanmasını Aristoteles'in dört nedeninden yola çıkarak etkin sebebe[14] bağlayarak sınıflandırmıştır. Optik ve astronominin geometriye bağlı olduğunu düşünmüş, çünkü gök cisimlerinin hareketlerini ve ışığın kırılmasını açıklamak için geometriye ihtiyaç olduğunu varsaymıştır. Yıldızlarında dört unsurdan oluştuğunu iddia etmiştir (Ronan, 2003, s. 283).

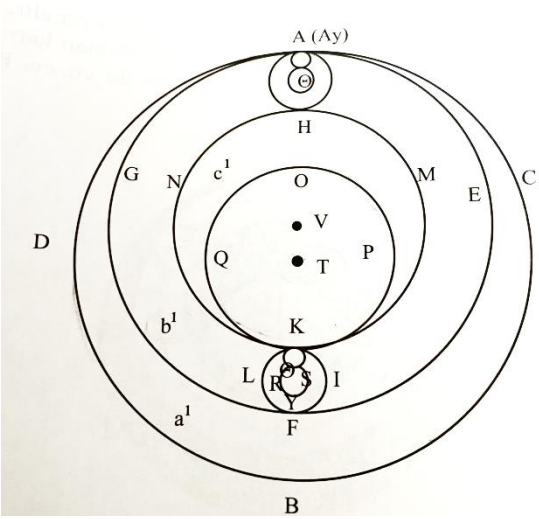
Grosseteste, takvim üzerine çalışmış ve yılın 365 ¼ güne eşit olmadığını, 19 yıllık Ay devresinde kesinlik olmadığını iddia etmiştir (Ronan, 2003, s. 284). Grosseteste, Aristoteles'in yazılarını yorumlayan İbn Sinâ'dan etkilenmiş, daha sonra Aristoteles'in *Fizik* eseri üzerine şerhler yazmıştır. Grosseteste, *Compendum Sphaerae* adlı makale yazmıştır. Makalede kaynak olarak Johannes de Sacrobosco'dan faydalanmıştır. Ptolemaios ve Bitrûcî'nin de yer aldığı makalede devinimlerin geometriye uygun olarak gerçekleştiğinden bahseder, bu yüzden evrenin matematiksel olduğunu, evrenin ancak matematik ile tanımlanabileceğini ileri sürmüştür (Ronan, 2003, s. 285).

Fransisken tarikatının yetiştirmiş olduğu en önemli bilim insanı ise Roger Bacon'dır. Bacon Batı'da bilime olan katkılarından dolayı "Doctor Mirabilis" (Olağanüstü Bilgin) tanınır. Roger Bacon (1214-1292), Oxford ve Paris'te dersler vermiştir. Grosseteste ile tanıştıktan sonra gramer, matematik ve optik ile tanışmış, bunun yanı sıra Bacon, deneye dayalı bilimlerle ilgilenmiştir. Bacon Fransisken tarikatına kırk yaşındayken girmiştir. Tarikatın başkanıyla simya ve astroloji konularında anlaşmazlık yaşamıştır. Çünkü Bacon simya ve astroloji konularıyla ilgilenmiş ve

[14] Etkin sebep, fail neden, Causal Agents: Maddenin biçim sağlamasını sağlayan nedendir. Örneğin bir taşın yontularak heykel olması için onun bir ustaya, zanaatkâra ihtiyacı vardır. Bunu da etkin sebeple ortaya çıkar.

tarikatın başkanı bu konular hakkında yayın yapılması yasaklamıştır (Ronan, 2003, s. 285).

Bacon, Aristoteles'in *fizik* ve *metafizik* eserleri üzerine şerhler yazmıştır. Ptolemaios'un sisteminin gözlemsel olgularda uyum içinde olduğu Bitrucî'nin de doğa felsefesi üzerinde çalışmalarının mantıklı olduğunu savunmuştur. İbn El- Heysem ve Harakî'nin yapıtlarını kaynak olarak kullanarak ele aldığı *Opus Tertium* adlı yapıtında Ortak Küreli Merkezli Küreler Sistemi ile evrenin fiziksel olduğundan bahsetmiştir (Unat, 2013, s. 67).



Şekil 4.1 Roger Bacon'da küre katmanları biçiminde düşünülmüş ortak merkezli küreler sistemi (Unat, 2013, s. 67)

Bacon'un Opus Tertium adlı eserinde yer verdiği yukarıdaki şekle göre, Bacon'un tasarlamış olduğu sisteme göre T evrenin merkezidir. ADBC dışbükey ve OQKP ise içbükeydir. Ay'ın yörüngesi, içbükey ve dışbükey dairelerin arasında yer alır ve merkezinde T iki dairenin ortak merkezidir. a^1, b^1, c^1 dairelerin dış merkezli daireler bulunur. a^1, b^1, c^1 ve AGFE ve HNKM merkezi V'dir. AGFE ve HNKM, b^1 yani Ay'ın taşıyıcı küresini çevreler ve ADBC ve AGFE arasında a^1 yer alır. a^1, dış merkezli yörüngedir ve çevreler. Dış merkezli yörünge c^1'dir. HNKM ve OQKP arasını çevreler. Küresel dışçember küresi, dış merkezli taşıyıcı dairede yer alır. Küre, AGFE

ve HNKM dairelerine temas halindedir ve içyapısı katıdır. İki yüzeyi halka şeklinde ve yüzeylerin biri KLFI içbükey, RYSθ[15] dışbükey tarafıdır (Unat, 2013, s. 67-68).

Ortak Merkezli Küreler Sistemi kabul gördüğü kadar karşı çıkanlarda olmuştur. Karşı çıkanlardan biride Fransisken tarikatının üyelerinden Bernard'dır. Bernard ortak merkezli küreler sistemine reddetmiş ve küre katmanları sistemini savunmuştur. Ortak Merkezli Küreler Sistemine eleştiren iki önemli yapıt ele almıştır. *Tractatus Super* ve *Totam Astrologiam* adlı yapıtlarında dışçember ve dışmerkezli dairelerin olmasını gerektiğinden bahsetmiş ve gök cisimlerinin düzensiz hareketleri olduğunu, bazen yavaş bazen hızlı hareket ettiklerini bunları açıklanması için dışçember ve dışmerkezin gerekli olduğunu savunmuştur.

Dönemin astronomisini yapıtlarında yer veren ve inceleyen bir diğer önemli kişi ise İtalyan şair Dante Alighieri'dir. Dante, 1265-1321 yılları arasında yaşamıştır. Astronomi ve kozmolojiyle ilgili olan Dante görüşlerini en önemli yapıtı olan *İlahi Komedya* (La Divina Commedia) ve *Şölen* (Convivio) adlı yapıtında yer vermiştir. İlahi Komedya'da başrol kendisidir. Dante, Müslüman gökbilimci olan Fergânî 'den faydalanarak, Ptolemaios'un sistemine dayanan öldükten sonraki hayatı, Cehennem, Araf ve Cennete olan yolculuğu anlatmıştır. Şölen adlı yapıtı ise dört bölümden oluşur ve ikinci bölümü astronomi ile alakalıdır (Unat, 2013, s. 69).

Dante'ye göre evrenin merkezinde Yer vardır ve Yer hareketsizdir. Aristoteles'in Ortak merkezli küreler sistemini kabul ederken, dışmerkezli kürelerin bir varsayımdan ibaret olduğundan bahsetmiştir. Evrenin sıralaması ise Ay, Merkür, Venüs, Güneş, Mars, Jüpiter ve Satürn, Yer, Sabit yıldızlar, İlk hareket ettirici gök ve en sonda da Tanrı'nın evi olan en yüksek küre yer almaktadır. Kürelerin ise melekler tarafından hareket ettiğine savunmuştur. Dante'nin direk olarak astronomi'ye bir katkısı yoktur. Ancak ilerleyen zamanlarda yaşadığı dönemin astronomisini öğrenmek isteyen düşünürler kaynak olarak başvurmuşlardır (Unat, 2013, s. 69).

14.yüzyılda yaşamış en önemli filozof ise John Buridan'dır. Buridan (1301-1358), Paris'te eğitim alan Buridan daha sonrası ise Paris Üniversitesinde iki defa rektörlük

[15] Θ : Thita. Yunan alfabesinin sekizinci harfidir. Peltek "T" olarak okunur.

yapmıştır. Mantık, Felsefe, doğa felsefesi, Metafizik ve etik üzerine çalışmıştır (Zupko, 2018). Buridan, Aristoteles'in *On The Heavens* (Gökyüzü Üzerine), *De Anima* (Ruh Üzerine), *On Generation and Corruption* (Açık Üretimi ve Yolsuzluk), başta olmak üzere birçok yapıtı üzerine şerhler yazmıştır (Zupko, 2018).

Buridan, *Questions on the Methaphysics of Aristotle* (Aristoteles'in Metafiziği Üzerine Sorular), adlı yapıtında İbn Rüşt'ü eleştirmiş ve İbn Rüşt'ün gezegenlerin hareketi açıklarken, hareketin ya merkeze yaklaşan ya da merkezin etrafında olduğunu ileri sürmüştür. Buridan harekette dışçember ve dışmerkez sisteminden faydalanmadığından dolayı bu durumun eksik ve hatalı olduğunu ileri sürer ve dışçember hareketinin hafif cisimlere özgü olduğunu, hareketin merkezde olmadığını bunun sebebinin ise dışçember merkezinin Yer'in etrafında hareket etmediğinden dolayı merkezinin de Yer olamayacağını varsaymıştır. Dışçemberin merkezinin görünmeyen bir merkez ve bir şeyin etrafında dolanmadığını ileri sürmüştür (Unat, 2013, s. 70).

Dönemin bilim insanların bazıları Aristoteles'in sistemini Ptolemaios'un küre sistemine uygulamaya çalışmışlar bazıları ise tamamen reddetmişlerdir. Bazıları da iki sistemi de kabul etmeyip Ptolemaios sisteminin matematiksel yönünü izlemeye çalıştılar. Bu sistemleri uygulamaya çalışanlar ise pratik astronomlar denir. Pratik astronomlardan biri olan Levi Ben Gerson'dur. Ralbag olarak da bilinen Gerson (1288-1344), matematikçi, astronom ve Talmud[16] bilginidir. Gerson'u çağdaşlarından ayıran en önemli özelliği matematik bilgisinin ileri düzeyde olması ve deneysel gözlemlerini iyi aletler kullanarak yapmasıdır. Onun astronomisi teolojiyle ilgilidir ve gözlemlerini de teolojiye uygulamıştır. Bitrûcî'nin sistemine karşı çıkan Gerson, hiçbir belgenin duyusal gözlemle algılanandan daha güvenilir olamayacağını, deneysel gözlemin çok daha önemli olduğunu savunmuştur (Rudavsky, 2020). Ptolemaios astronomisini savunan Gerson, astronomiye ilişkin görüşlerini *Milhamot Adonai* adlı yapıtının beşinci kitabında yer verir ve üç bölümden oluşur. Yapıtının birinci bölümünde Almagest'e ilişkin açıklamalara yer vermiş ve ikinci bölümde göksel cisimlerinin

[16] Talmud: Tören kanunlarını içeren, efsaneleri kapsayan, Yahudi Medeni Kanunudur.

hareketleri üzerine ve üçüncü bölümde ise göksel cisimlerin ruhları üzerine adlı bölümleri kaleme almıştır (Unat, 2013, s. 72).

Gerson, Ptolemaios'un çalışmalarını incelerken hesaplamalarında hatalar olduğunu varsaymış, gezegenlerin konumlarında karışıklık ve düzensizlik fark etmesi üzerine Ptolemaios'un gezegenlerle ilgili birkaç düşüncesini reddetmiş ve eylemsizlik [17] ilkesinden bahseden ilk bilim insanı olduğu iddia edilmiştir (Rudavsky, 2020).

Pratik astronomlar bir diğeri de Johannes de Lineriis'dir. Ptolemaios sistemini savunan Lineriis (1320'ler), "*Theorice Planetarum*" adlı yapıtını Ptolemaios'un astronomisi üzerine yazmıştır. Sabit İbn Kurra'nın salınım teorisini reddeden Lineriis, ekinoksun salınımın daha fazla olduğu savunmuştur (Unat, 2013, s. 73). *Alfonsine Tablolarının*[18] nasıl kullanılacağı üzerine danışmanlık yapmış ve kırk yedi yıldızın konumlarını verdiği bir yıldız kataloğu hazırlamıştır.

Ptolemaios astronomisini benimseyen bir diğer bilim insanı ise 16.yüzyıl yaşamış olan Aegidius'dur. Aegidius Dışçemberin demir bir halkadan olduğunu ileri sürmüştür. Ortak Merkezli Küreler Sistemine en etkili yorum ise Girolamo Fracastro (1478-1553) tarafından yapılmıştır. Fracastro edebiyat, felsefe, coğrafya, matematik ve astronomi alanlarında çalışmış bir hekimdir. Fracastro'nun, çağdaşı olan Giovanni Battista kürelerin olmadığı bir ortak merkezli küreler sisteminin olduğu bir yapıt kaleme almış ancak ölüm döşeğinde olduğundan dolayı yapıtını tamamlayamamıştır. Fracastro'dan eserini tamamlamasını ister ve Fracastro bu sistemi *Homecentria'*da adlı yapıtı kaleme alarak yer vermiştir. Ona göre sistem Eudoxus'un geliştirmiş sistemden farklıdır. Çünkü onun sisteminde dışta bütün küreleri çevreleyen hareketini içteki kürelere yansıtan ilk hareket ettirici bir küre vardır ancak Eudoxus'un sisteminde ise her gezegenin günlük hareketini etkileyen bir küreye yer vermiştir. Ona göre evrenin merkezinde Yer vardır ve evrenin beş küreli sistemden oluştuğunu ve hareketinde bu beş küreye bağlı olduğunu varsaymıştır. Bu beş küre sırasıyla; Circumducens, Circitor, Contravectus, Anticircitor ve Ultimus Contravectus'tur. Dördüncü ve beşinci küre,

[17] Eylemsizlik İlkesi: Atalet İlkesi. Cisimlerin hareket durumunu korumaya gösterdikleri dirençtir.
[18] Alfonsine Tabloları: Gezegenlerin konumlarını, Ay'ın evrelerini, tutulmaları, kavuşum noktalarını, Güneş'in batma ve doğma zamanları ve takvimlerin tarihlerini tahmin etmek için kullanılan astronomik tablolardır.14.yy'dan 16.yy kadar geçen sürede astronomi'ye ait görüşleri etkilemiştir (Cosci, 2019).

ikinci ve üçüncü kürenin tersine yönde ve farklı hızla dolanım yaparlar. İkinci ve üçüncü küre ise ekinoksların devinim yapmasını sağlar. Sistemde gezegenlerin hareketleri için yetmiş dokuz küre kullanılmıştır (Unat, 2013, s. 73).

Yer merkezli evren modelinin Copernicus'a kadar etkisi devam etmiştir. Bu dönemde herhangi bir sistem geliştirilmedi, var olan sistemlerin üzerinde çalışılmıştır. Yer'in sabit olup olmadığına dair bir bakım görüşler 14.yy'da Nicolas Oresmus (1320-1383) ve John Buridan (1301-1358) tarafından tekrar gündeme getirmişlerdir. Buridan Yer'de bulunan ve Yer'den büyük olan küreler yerine daha küçük bir küre kullanmanın daha mantıklı olduğunu iddia ediyordu. Oresmus ise Buridan'ın görüşleriyle aynı yolu izlemiş ve mekanik konusunun uzay gibi sonsuz bir konu üzerinden ele alınabileceğini varsaymıştır. Ayrıca evrenin merkezinde mutlak çekim olduğunu reddetmiş ve bu durum Copernicus astronomisinin gelişmesinde de etkili olmuştur.

4.2 Orta Çağ İslam Dünyasında Astronomi

İslam dünyasında bilim; dış kaynaklardan alınan bilimsel kaynaklar ve bu kaynaklara Müslüman düşünürlerin yapmış oldukları katkılardan dolayı iki yönlü olmuştur. İslam dünyasında bilimsel faaliyetler çok fazla olmasından dolayı Müslüman bilim adamları kaynakları çok iyi bir şekilde muhafaza etmişlerdir. Müslümanların bulundukları coğrafi konum nedeniyle Yunan, Hint ve Çin bilimine ait bilimsel bilgileri kendi kültürlerine aktarmalarından dolayı elde ettikleri orijinal eserlerin üzerinde detaylı analizler yapmışlar, yorumlar eklemişlerdir. Batı dünyası ise Müslüman bilim adamlarının kaynaklarını kendi coğrafyalarına getirmişlerdir (Ronan, 2003, s. 225).

Yunan bilimi Ptolemaios'un İskenderiye Okulunda yapmış olduğu çalışmalardan sonra Yunan bilimi duraklama dönemine girmiştir. İskenderiye'de Ptolemaios'tan sonra iki önemli matematikçi yetişmiştir. Bunlardan biri Diophantus diğeri ise Pappus'tur. Diophantus, *Aritmetika* adlı yapıt yazmış ve yapıtında pratik problemleri hesap yöntemi olarak kullanmıştır. Bilinmeyen sayılar denklemini çözmek içinde bir sistem geliştirmiştir. Ancak bu önemli kaynaklar Hristiyanlar tarafından çıkarılan isyan sonucunda kütüphane ve müzenin büyük bir bölümünün yanmasıyla harap olmuştur (Ronan, 2003, s. 226).

Greko-Romen şehri olarak bilinen bugün günümüzde Şanlıurfa sınırları içinde bulunan Edessa'da bir okul kurulmuştur. Okul ilk başta Suriyeliler için teoloji eğitimi vermek amacıyla kurulmuştu daha sonra okul Nesturî Hristiyanların bulunduğu topluluk haline dönüşmüştür. Yunan öğretisinin devamı niteliğinde olan okul, Yunan yapıtlarının Süryanice'ye çevrilmesine sağlamış, daha sonra ise bu önemli yapıtlar Arapça'ya çevrilmiştir (Ronan, 2003, s. 226-227). Okulun kapanmasından sonra Nesturî topluluğu, ilim sınıfının merkezi olarak adlandırılan İran'ın Cundişapur şehrine göç etmişlerdir. Doğu Hristiyan dünyasında önemli bir düşünür olan monofizit [19] ve heretik [20] olduğu düşünülen Sergius'un da önemli katkıları olmuştur. Sergius; Aristoteles, Galenos ve Porfi gibi önemli filozofların eserlerini Süryanice'ye çevirmiştir. 7.yüzyılda Piskopos olan Severus, Hint astronomisi hakkında yazılar yazmıştır. Hintlilerin hesaplamalarının kusursuz olduğunu bunun sebebinin ise dokuz sayı için dokuz değişik ifade kullandığından dolayı hesaplamaların da mükemmel olduğunu ispatlamıştır. Bu hesaplamalar İslam dünyası içinde önemli bir yere sahiptir. Çünkü ileride Arap rakamı olarak tanımlanan bu rakamlar, İslam matematiğinde ve El-Hârezmî tarafından astronomide kullanılmıştır (Ronan, 2003, s. 228).

Severus, astronomi'ye önemli katkılar sağlamış bilim insanıdır. Ay tutulmaları üzerine çalışan Severus, Ay'ın, Yer'in gölgesinden geçtiğinden dolayı meydana geldiğini varsaymıştır. Müslümanların ilk büyük ailesi olan Emeviler döneminde Suriye başta olmak üzere Doğudan Batı'ya büyük kutsal savaşlar yapılmış, bu da bilimin duraksamasına neden olmuştur. Bilimin tekrar canlanması Abbasilerin başa geçmesiyle başlamış, Abbasi halifesi ve lideri olan ve gerçek kurucusu sayılan el-Mansur bilim ve sanatı desteklemiştir. El-Mansur, bilimin merkezi olarak Bağdat'ta sağlam temeller atmış, ondan sonra başa geçen Harun Reşid, Hindistan'dan matematik ve astronomi metinleri getirmiştir. İlerleyen dönemlerde ise Harun Reşid ve oğlu el-Memun tarafından çevrilmesi yönünde talepte bulunmuşlardır. El-Memun tahta çıktıktan sonra dönemin önemli hareketi olan Mutezile[21] hareketini desteklemiştir.

[19] İsa'nın iki tabiatı olduğunu kabul edilir. İsa'da beşeri ve ilahi olarak iki tabiatın olduğunu, beşeri yönünün, ilahi tabiatı içinde kaybolduğunu savunulan görüştür (Çoban, 2015, s. 16).
[20] Dinden Sapan, Sapkın.
[21] İslam inancının kaidelerini mantıki açıklamalarla anlaşılmasını ve yorumlamasını ifaden eden bir mezheptir (Çelebi, 2019).

Mutezileler, akıl yürütme yöntemi olarak Grek- İskenderiye yöntemi kullanmayı tercih etmişlerdir (Ronan, 2003, s. 228).

El-Memun Bağdat'ta Beytü'l Hikmet'i (Hikmet, Bilgi evi) kurmuştur. El-Memun Bizans'tan birçok önemli yapıtı Beytü'l Hikmet'te getirtmiş ve çoğunlukla Hristiyanlardan oluşan bir grup bilim insanına önemli yapıtları tercüme ettirmiştir. Eski astronomi eserlerinin doğruluğu ispat ettirmek için Rasathaneler açtıran El-Memun, İslam Dünyasında kültürel reform yapmıştır (Ronan, 2003, s. 228).

Beytü'l Hikmet okulunun kurulması, Rasathanelerinin inşa edilmesi, İspanya'da 40.000 ciltlik bir kütüphane olması ve Yunan kültürüne ait eserlerin Bağdat'tan getirilmesi İslam astronomisinin gelişmesini sağlamıştır. El-Memun, astronomların olduğu bir heyet kurdurmuştur. Yahya b. Ebû Mansûr, Halid b. Adbülmelik el-Mervezî, Sened B. Ali ve Abbas b. Sefid el-Cevherî'nin yer aldığı heyetin başlıca görevleri, Ptolemaios'un sistemini incelemek, tablolar yapmak ve Güneş lekelerini tespit etmek üzerineydi. 829 yılında Şam ve Şemmâsi gibi yerlerde rasathaneler kurulmasıyla birlikte yapılan gözlemler sonucunda Ptolemaios sistemini ve Yunan astronomisindeki yanlışları tespit etmişler ve düzeltmeler yapmışlardır. Yapmış oldukları rasat kayıtlarına *Rasad el- Memûn* adını vermişlerdir (Karakaş, 2009, s. 49).

Heyet, yapılan gözlemler sonucunda Yer'in yuvarlak olduğunu ve Yer'in derecesini 56, 2/3 Arap mili olarak tespit etmişlerdir. Bulunan değer bugüne yakın bir sonuçtur. Bunun yanı sıra Ay'ın hareketindeki değişmeyi el-Bûzcânî ilk defa tespit etmiş, tutulmanın başlangıcının ve bitişinin yer aldığı bir cetvelde hazırlamıştır (Karakaş, 2009, s. 49-50).

Yer'in çevresinin ölçümleri için Sincar Ovası, Palmyra ile Rakka arasında yer alan bir konum kullanmışlardır. Sened b. Ali, Ali b. İsa el- Usturlabî, Ahmed b. el- Buhturî ve Hâlid b. Abdullah el- Merverûzî ve tahminen Fergânîn'de yer aldığı heyet, tutarlı ölçümler yapabilmek için iki gruba ayrılmış ve bir grup güneye diğer grup ise kuzeye giderek bir derecelik meridyen yayının 56 ¼ mil olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Unat, 2013, s. 78).

Müslüman astronomların bazıları gözlemlerini geometri ile temellendirmişler, büyük bir kısmı ise var olan matematiksel sisteme bağlı kalmışlardır. Ptolemaios'un geometrik sistemini yeterli bulmuşlar ve fiziksel temelinin olup olmamasını göz ardı etmişlerdir. Ptolemaios'un sisteminin gök cisimlerinin devinimlerini vermekte yeterli olduğunu, fiziksel yönüyle fizikçilerin ve doğa bilimcilerinin ilgilenmesinin gerektiğini iddia edilmiştir. Bazıları da gök cisimlerinin sadece geometrik niteliğin taşınmasının eksik olduğunu, fiziksel yapının olmasında ısrarlıydılar. Bunun içinde Ptolemaios sisteminin mekanik ve dinamik yapıya sahip olduğu küre katmanları sistemini önermişlerdir (Unat, 2013, s. 79).

Küre Katmanları Sistemine göre evren iç içe geçmiş kürelerden oluşmaktaydı. Orta merkez, aynı zamanda evrenin merkezdir ve bulunduğu yatağın içinde kuşak şeklinde açılmış dışmerkez küresi yerleştirilmiştir. Kürelerin fiziksel yapısı, şeffaf ve katıdan oluşmuş ve Küreler birbirinin içine geçmiş şekilde katmanlardan oluşmaktaydı. Bu düşünceyi İbn el-Heysem tarafından geliştirildiğini ileri varsayılmıştır (Unat, 2013, s. 79).

Habaş el- Hasib, el- Abbas ve el- Cevheri matematik yönüyle daha fazla ilgilenen astronomlardır. Dokuzuncu yüzyılda yaşamış olan en önemli astronomlardan birisi de Ebu Cafer Mahmud b. Musa el- Hârizmî'ydi. El- Hârizmî, matematikçi, coğrafyacı ve astronomdur. Hârizmî, 780 yılında tahminen Harzem'de doğduğu, 850 yılında Bağdat'ta vefat ettiği bilinir. Hindistan'a yapmış olduğu seyahatlerde Hint rakamları incelemiş, seyahatlerinden sonra birçok önemli yapıt kaleme almıştır. Matematik alanında şöhreti özellikle 16.yüzyılda Batı dünyasına yayılmış, 1581 yılında İtalyan Matematikçi olan Gerolamo Cardono kaleme aldığı bir eserinde Hârizmî için Dünyanın en büyük on iki düşünüründen birisi olarak tanımlanmıştır. Batı'da Hârizmî, Algoritma ve daha sonra Logaritma ismine çevrilmiş ve cebir terimine adı verilmiştir (Karakaş, 2009, s. 124).

Hârizmî eserlerinde Arap rakamlarına yer verdiği için Batı'da Arap rakamlarını ilk tanıtan kişi olarak bilinir. Hintçe, Rumca ve Farsça birçok astronomi eserini tercüme etmiştir. Yer'in ve Gökyüzünün haritasını çıkarmış, bunun yanı sıra Hârizmî, Bağdat, Şemmâsiye, Suriye'nin Kasiyûn dağında rasathaneler kurmuştur. Hârizmî'nin

Bîrûnî'den önce evrenin hareketsiz olduğundan ve Müslümanların dinamik evren anlayışının ilk matematiksel yönden incelendiği bilinmektedir (Karakaş, 2009, s. 125).

Hârizmî, Ptolemaios'un Almagest'ini incelemiştir. Gezegenler ve yıldızların konumlarını tespit etmek için *Zic el-Sindhind* adında zic hazırlamıştır. Bu zic, Bağdat'ta getirilen Siddhanta'ya[22] dayanır. Hazırlamış olduğu zic Ptolemaios'un orijinal zic'ine dayanmakta ve günümüze İslam dünyasından gelen ilk astronomi çalışmasıdır. Yunan usturlabı üzerine yazı kaleme almış, bu çalışması ile birlikte İslam astronomisinde usturlab en önemli alet olarak görülmüştür. Usturlab, pirinçten yapılan yassı daire şeklinde bir alettir. Ortasında bulunan diskte matematiksel hesaplamalara dayanan gösterge çizgileri vardır. Ortada bulunan disk, bir tarafı pirinç parçalarından yapılmış çemberde bulunmaktadır. Pirinç parçalarının uçlarında noktalar bulunuyordu ve bu noktalar yıldızları belirlemekte kullanılmaktaydı. Çerçevenin diğer yüzünde nişangâh ve ıskalalar bulunuyordu. Nişangâh, gök cisimlerinin yüksekliğini, azimutunu (gök cisminin ufuktaki kuzey ve güney noktalarından uzaklığı) vermekteydi (Ronan, 2003, s. 230).

4.3 İslam Dünyasında Rasathaneler

İslam Dünyasında Ptolemaios'un evren modelinin kabul edilmesinden sonra, zîclere ve tablolara olan ihtiyaç arttırmıştır. Bu yüzden detaylı gözlemlerin yapılabilmesi için birçok rasathane kurulmuştur. Rasathanelerde yapılan gözlemler sonucunda Ptolemaios'un sisteminde hataların olduğu iddia edilmiş, düzeltmeler ve eklemeler yapılmıştır. İlk defa rasathanenin bir kurum olarak görülmesi İslam Dünyasında gerçekleşmiştir (Bakkal, 2019, s. 106).

Dönemin hükümdarlarının ve yüksek mevkide olan kişilerin destekleri ile birçok rasathane kurulmuş ve düzenli olarak gözlemler yapılmıştır. Rasathanelerde; kütüphaneler, özel yapılmış aletler, hesaplamalar yapan âlimler ve gözlemciler bulunmaktaydı. Yöneticilerin sürekli olarak değişmesi rasathanelerin uzun ömürlü olmasını engellemekteydi. Rasathanelerin amacı düzenli gözlemler ile orijinal zîclerin ortaya çıkması ve yeni zîclerle geçmişteki zîclerde ki hataları karşılaştırarak

[22] Hint astronomi cetvelidir.

düzeltmeler yapılmasının sağlamasıdır. Zîclerin içinde trigonometri, küresel astronomi, ibadet vakitleri yer alıyordu. Böylelikle takvimlerin düzenlenmesinde ve gözlem aletlerin yapılması için tutarlı zîclere ihtiyaç vardı (Unat, 2013, s. 81).

4.3.1 Şemmâsiye Rasathanesi

Şemmâsiye Rasathanesi, Abbasi halifesi el- Memun tarafından 827 yılında Bağdat Şemmâsiye'de kuruldu. el-Memun, astronomi heyeti kurmuş, bu heyette Yahya b. Ebû Mansûr, Halid b. Abdülmelik el- Mervezî, Sened b. Ali ve Abbas b. Sefid el- Cevherî gibi önemli bilim adamları yer almıştır. Şemmâsiye Rasathanesi, Ptolemaios'un evren modelindeki ve Yunan astronomisindeki hataları düzeltmek, Güneş lekelerini saptamak, tablolar ve zîclerin hazırlanması için kurulmuş, yapılan gözlemler sonucunda Rasad *el- Memun* adlı zîc oluşturulmuştur (Bakkal, 2019, s. 108).

4.3.2 Kâsiyûn Rasathanesi

Kâsiyûn Rasathanesi, Abbasi hükümdarı el- Memun Şemmâsiye rasathanesini kurduktan bir süre sonra Şam'da Kâsiyûn dağının bulunduğu Deyrimurrân Manastırı bölgesinde 828 yılında kurulmuştur. Rasathanede 5 metre yüksekliğinde bir Güneş saati, saatin içinde ise 5 metre yarıçapında mermer duvar kadranı bulunuyordu. Kasiyûn rasathanesinin kurulmasının amacı Şemmâsiye Rasathanesinde yapılan çalışmaların doğruluğunu ve geçerliliğini tespit etmektir. Güneş'in, Ay'ın, gezegenlerin ve sabit yıldızlar gözlemlemiş ve bazı yıldızların konumları tespit edilmiştir. Şemmâsiye Rasathanesinde bulunan heyet aynı zamanda Kasiyûn Rasathanesinde çalışıyordu. Ancak bu heyete astronomi aletleri yapan Ali b. Îsâ el-Usturlâbî, Ahmed b. el-Buhturî ve İbn İshâk b. Kusûf yer almaktaydı. Yahya b. Ebû Mansûr, iki rasathanede yapılan gözlemleri *ez-Zîcûl Mümtehan* adlı yapıtında kaleme almıştır. Zic'te yer alan bilgiler 200 yıl boyunca güncelliğini korumuştur (Bakkal, 2019, s. 109).

Bu iki önemli rasathane birbirlerini tamamlamak ve biri diğerinin yerini almak için yapılmıştır. Şemmâsiye'de yapılan gözlemler tam olarak doğruluğunu koruyamıyordu. Özellikle Güneş gözlemlerinde elde edilen sonuçlarda doğruluğuna dair şüphe vardı. Bundan dolayı Kasiyûn Rasathanesi kurulmuş, Kasiyûn Rasathanesinin kurulmasının

asıl amacı ise Güneş ve Ay'a dair kapsamlı gözlemlerin yapılmasıdır. Ancak Bîrûnî'ye göre 831-832 yıllarında gözlemlerin yapıldığını lakin gözlemlerin tamamlanmadığını iddia etmiştir. Tamamlanmamasının sebebi ise rasathanede bulunan Güneş saatinin yetersiz olmasından dolayı olduğu varsayılmıştır. Sebebi ise Güneş saati 5 metre yüksekliğinde demir bir çubuktan ve gece ve gündüze göre ayarlamalar yapılmaktaydı. Demir çubuk, sıcaklıklardan dolayı bir arpa tanesi boyutunda yaklaşık 1,25 cm kısalması ölçümlerinde hatalı olduğu iddia edilmiştir. Bunun yanı sıra iki rasathanede yapılan en önemli çalışma ise ekliptiğin hesaplanmasıdır. 830 yılında eğim $23° 33^{1}$ bulunmuş, Yunanlılar ise eğimi $23° 53^{1} 20^{11}$ olarak bulmuşlardı. Bu ölçüm uzun süre boyunca geçerliliğini korumuştur (Bakkal, 2019, s. 109).

Dokuzuncu yüzyıl, İslam dünyasında astronomi için parlaklık bir dönemdir. Çünkü birçok önemli astronom bu dönemde yetişmiştir. Ahmed b. Habeş el- Hâsib b. Abdullah el- Mervezî (?-835) bu dönemde yetişmiş matematikçi ve astronomdur. Ay ve Güneş tutulmalarının gözlemlerini yapmış, *ez- Zîcü'l- mümtehan* adlı yapıtı kaleme almıştır. Yapıtında bir sinüs cetveli kullandığından dolayı Bettânî'den önce Trigonometri ilk bahseden bilim insanı olduğunu varsayılmaktaydı (Karakaş, 2009, s. 121).

Diğer önemli astronom ise Ebû Abdullah Muhammed b. Musa el- Hârizmî'dir. Hârizmî (780?-850), Beytü'l Hikmet okulunda müdürlük yapmış, Hindistan'a yapmış olduğu seyahatlerde Hint rakamlarını incelemiştir. Hârizmî matematik alanında yapmış olduğu çalışmalarla 16.yüzyıla kadar şöhretini korumuş, İtalyan Matematikçi olan Gerolamo Cardono eserinde Hârizmî için Dünyanın en büyük on iki düşünüründen birisi olarak bahsetmiştir. Batı'da Hârizmî, Algoritma ve daha sonra Logaritma ismine çevrilmiş ve cebir terimine adı verilmiştir (Karakaş, 2009, s. 124).

Zîc-i Hârizmî adlı yapıtı, Hintçe, Farsça ve Rumcadan tercümeler sonucunda oluşturulmuştur. Yapıtında yıldızların hareketlerine dair hesaplamalar, Yer'in ve Gökyüzünün haritası bulunuyordu. *Kitâbü Sûreti'l- Arz* yapıtı ise astronomi ve coğrafya ile alakalı, Usturlabın kullanışı hakkında kaleme aldığı yapıtı ise *Kitâbü'l Amel bi'l- Usturlâb*'dır. Hârizmî, Bağdat, Şemmâsiye, Suriye'nin Kasiyûn dağında rasathaneler kurulmasını da sağladığı bilinir. Hârizmî'nin Bîrûnî'den önce evrenin

hareketsiz anlayışından ve Müslümanların dinamik evren anlayışının ilk matematiksel yönden incelendiği de iddia edilir (Karakaş, 2009, s. 127-128).

Diğer bir astronom ise Batı'da Albumasar olarak tanınan Ebû Ma'şer Cafer b. Muhammed b. Ömer el- Belhî (785-886), teolog, astronom ve matematikçidir. Kindî'den matematik eğitimi almış, hocası astronom Sind b. Ali'den ise astroloji ve felsefe eğitimi almıştır. Dönemin halifesi olan Mustain- Billâh'ın müneccimliğini yaptı. En önemli yapıtları ise; *Kitâbü'l- Medhali'l- Kebîr* astrolojiye alakalıdır. Yapıtında Güneş'in Yer'e olan uzaklığını, hareketinden bahsetmiştir. Bu önemli yapıt defalarca Latinceye çevrilmiştir. *Kitâbül-Kırânât* adlı yapıtında gezegenlerin burçlarla birleşmesi üzerine, *Kitâbü's- Sır*, yıldızların sırları üzerinedir (Karakaş, 2009, s. 138-139).

Bu dönemde yer alan astronomların arasında Yer'in hareketleri üzerine çalışan Sâbit b. Kurre yer alır. Sâbit b. Kurre, pratik bir astronom olarak bilinmektedir. Güneş saatleri üzerine çalışmış, Güneş'in yılının belirli zamanlarında yavaş bazen ise daha hızlı hareket ettiğini iddia etmiştir. Güneş'in bilinmeyen hareketleri olduğunu, bu hareketlerin ekinoksların presesyonunu ve Güneş'in ekliptik noktaları ile gökkubbe arasındaki açıyı etkilediği varsayıyordu. Onun bu düşüncesi hem batı hem de İslam Dünyasını etkilemiş, yapılan zîcler'de yer verilmiştir. Bu düşünce Tycho Brahe'in sadece bir varsayımdan ibaret olduğunu ispatlayana kadar geçerliliğini korumuştur (Ronan, 2003, s. 231).

Dokuzuncu yüzyıla yaşamış en önemli astronomlardan biride Ebü'l- Abbas Ahmed b. Muhammed b. Kesîr el- Fergânîdir. El- Fergânî (?-870), Abbasi hükümdarı el-Memun döneminde yaşamış en önemli astronomlarından sayılır. El-Memun dönemi astronomi için en parlak dönemdi. Çünkü el-Memun, iki tane önemli rasathane yaptırmış bunun yanı sıra Yunan dönemine ait birçok önemli eserin çevrilmesini de sağlamıştır (Karakaş, 2009, s. 130).

Fergânî'nin *Gökbiliminin Esasları üzerine* adlı yapıtı o döneme kadar gökyüzünün en kapsamlı halinin verildiği yapıt olarak nitelendirilir. Gökbiliminin Esasları üzerine adlı yapıtı hem Batı'da hem de İslam Dünyasını etkilemiştir. Yapıtında, gök cisimlerinin

hacimleri, uzaklıkları hakkında bilgi vermiştir. Ele almış olduğu konular o dönemde büyük bir problem olarak görülmekteydi. Gezegenler üzerine yapmış olduğu ölçümler diğer Müslüman astronomlar tarafında da kabul edildi (Unat, 2013, s. 83). Hesaplamaları 12.yüzyıl ortasından 15.yüzyıla kadar Batı Dünyasında geçerli olmuş, 1134 yılında Sevilleli John kitabı Latince'ye çevirmiştir. Yapılan çeviri ilk önce 1493'te Ferrara'da daha sonrada 1537'de Nuremberg'de basılmıştır. Daha sonra yarım yüzyıl sonra Cremonalı Gerard ikinci kez çevirmiş, hemen ardından İbranice'ye Jacob Anatoli tarafında çevrilmiş ve 1590- 1618 yılları arasında düzenli olarak basılmıştır. Jacob Golius eseri tekrar Latince'ye çevirmiş 1669 yılında yapıt tekrardan basılmıştır. 1986 yılında Fuat Sezgin tarafından eserin önsözüne Latince ve Arapçalar eklemekler ve düzenlenmeler yapılarak tekrardan basılmıştır. Fergânî'nin yapıtı Batı Dünyasında önemli bir yapıt olarak nitelendiriliyordu. Ünlü gökbilimci olan Sacrobosco astronomi alanında önemli eseri olan *Sphaera*'yı yazarken Fergânî ve Battânî'den faydalanarak alıntılar yapmıştır. Ünlü İtalyan şair Dante 'de *İlahi Komedya* ve *Convivio*'da evren görüşlerinde Fergânî'den faydalanmıştır. 15.yüzyıla kadar Batı ve İslam Dünyasında etkili olan yapıtı, birçok önemli yapıtta birinci kaynak olarak kullanılmış ve Copernicus'a kadar etkisini sürdürmüştür (Unat, 2013, s. 84-85).

4.3.3 Benî Mûsâ Rasathanesi

Özel rasathanelerin en eskisi olarak bilinir. Musa b. Şakir oğulları olarak bilinen, Hasan, Ahmed ve Muhammed kardeşlerinin Bağdat'ta kendi evlerine inşa ettikleri rasathanedir. 840 yılından 869 yılına kadar aktif gözlemlerini sürdürmüşlerdir (Bakkal, 2019, s. 110).

4.3.4 Samerra Rasathanesi

Musa b. Şakir oğulları (Benî Mûsâ) Samerra şehrinde kurmuş oldukları rasathanedir. Hangi tarihte kurulduğu ve gözlemlerin ne kadar sürdüğü bilinmemektedir. Ancak Bilim tarihçisi Regis Morelon böyle bir rasathanenin var olduğunu ileri sürmüştür. Su ile çalışan küre şeklinde aletlerinin olduğunu bu aletin, Zodyakların sinyallerini ve resimlerini belirlemekte kullanmışlardır (Bakkal, 2019, s. 110).

4.3.5 El- Mâhânî'nin Özel Rasathanesi

El- Mâhânî kurmuş tarafından kurulan özel rasathanede 853 yılından 866 yılları arasında kavuşumları, Ay ve Güneş tutulmalarının rasatlarını kayıt altına almıştır (Bakkal, 2019, s. 110).

4.3.6 İbn Firnâs Rasathanesi

İslam Dünyasında ilk uçan adam olarak tanınan Firnas, evinin içinde uzay laboratuvarı olarak adlandırılan, yıldızları, bulutları ve gök cisimlerinin gözlemlemiş ve temsili bir gökküresi yapmıştır (Bakkal, 2019, s. 111).

4.3.7 Ed-Dîneverî'nin Rasathanesi

Ed- Dîneverî evinin çatısına rasathane kurmuştur. Yapmış olduğu gözlemler sonucunda *Kitâbü'l-Envâ* adlı yapıtını kaleme almıştır. Zîcler oluşturmuş, ilerleyen dönemde es- Sûfî, zîclerin hatalı olduğunu söylemiş, Bîrûnî ise Ed- Dîneverî'in zîclerin doğruluğuna inanarak *el-Âsârü'l-bâkıye* adlı yapıtında yer vermiştir (Bakkal, 2019, s. 111).

4.3.8 Battânî'nin Rasathanesi

İslam Dünyasının en ünlü bilim adamlarından olan Battânî, kendi imkânlarıyla Rakka şehrinde rasathanesini kurmuştur. 887 yılından 918 yılına kadar gözlemlerine özel rasathanesinde devam etmiştir. Diğer rasathanelerin aksine devasa büyüklükte gözlemler aletleri yerine taşınabilir aletler kullanmıştır. Yatay ve düşey Güneş saatleri, Gnomon, Usturlab, paralaktik cetveller ayrıca büyük duvar kadranı kullanmıştır (Bakkal, 2019, s. 111).

Onuncu yüzyılın en büyük ve en meşhur Müslüman âlimi ise Ebû Abdullah Muhammed b. Câbir b. Sinan el- Battânî es- Sâbiî el- Harrânî'dir. Batı'da ise Albatenius veya Albetegni olarak tanınmaktaydı. El- Battânî, 858 yılında Harran'da doğmuş, yıldızlara tapan Sabiî dinine mensuptur. Babasının ise Müslüman olduğu

iddia edilir. 929 yılında Samerra şehrinde vefat etmiştir. Battânî, matematikçi ve astronomdur. 877 yılından sonra astronomiyle ilgilenmiştir (Karakaş, 2009, s. 141).

Soylu bir aileden gelen Battânî kendi özel rasathanesinde 877 yılından 918 yılına kadar önemli gözlemler yapmıştır. Güneş, Ay ve Gök cisimlerinin hareketlerini gözlemleyerek yörüngelerini belirlemeye çalışmış, mevsimlerin sürelerini doğruya yakın olarak hesaplamış, ekliptiğin eğilimini dakikasına kadar hesaplamayı başarmıştır. Güneş yılını 365 gün 5 saat 46 dakika 24 saniye olarak hesaplamış, Ptolemaios'tan bu yana kadar apoje ve perijenin hareketli olduğunu, Güneş apojesinin de 16° 47[1] hesaplamıştır (Unat, 2013, s. 86).

İslam Dünyasında kıble yönü büyük sorun olarak görülüyordu. Bulmak için çoğu İslam âlimi zîclerine, kıble cetvellerini dâhil etmiş, Usturlaplara dahi rüzgârgülü şekli ekleyerek belirlemeye çalışmışlardı. Battânî Kıble tayini sorunu ele almış, yön olarak Mekke'nin boylamını ve enlemini tespit etmiş ve boylam ve enlem farkını alıp Kıblenin doğrultusunu bulmuştur. Bu yöntem daha sonrasında İbn Yunûs, el- Çagminî tarafından kullanılmıştır. Ali Kuşçu'nun da buna benzer bir yöntem bulduğu da iddia edilir (Unat, 2013, s. 87).

Battânî astronomi alanında birçok önemli yapıt kaleme almıştır. 1.*Kitâbü Ma'rifeti Metâlii'l-bürûc fîmâ beyne erbâil-felek* (Kadranda Burçların Doğuşunun Bilinmesi Hakkında Kitap) adlı yapıtı on iki burcun gök kürede hareket çizgisi ve boylamların 0 ° 36° kadar olan değerlerin yer aldığı cetveldir. Battânî'nin döneminden önce böyle bir cetvel yapılmamıştır. 2. *Kitâb el-Zîc el- Câmi'Fi Hisâb el- Nücûm ve Mevâzı Mesîrih el-Mümtehân* (Yıldızların Hesapları ve Konumları Hakkında Derleme): İbn Nedim'e göre Battani iki önemli zic hazırlamış, ancak ilk hazırladığı Zic ikincisine göre daha sönük kalmıştır. O yüzden ikinci zic, *Zic-i Sabiî* daha ünlü olmuş, geçerliliği daha uzun sürmüştür. 3. *Risâle fî tahkîki akdari'l-ittisâlât*(İttisâlâtların Miktarı) adlı yapıtında gök cisimlerin kavuşum ve karşılaşma konumlarına yer vermiştir (Unat, 2006, s. 347-368).

4. *Zîc-i Sabiî*; Yapmış olduğu rasatların toplanmış olduğu yapıttır. Batı Dünyasında Rönesans dönemine kadar etkisi sürmüş ve birçok dile çevirisi yapılmıştır. Hicri ve

Rumi tarihlere göre sıralaması yapılmıştır. 5.*Şerhu'l- makâleti'l erbaa li- Batlamyus*; Batlamyus'un *Dört Kitap* adlı yapıtının şerhidir. 6. *Ta'dilü'l-kevâkib* (Gezegenlerin Düzeltimleri) adlı yapıtıdır (Karakaş, 2009, s. 143).

Battânî matematik alanında da önemli çalışmalar yapmıştır. Sinüs, kosinüs, tanjant, kotanjant, kosekant ve sekantı ilk defa kullanan âlim olarak varsayılır. Güneş hakkında yaptığı hesaplamalarda bu terimlerden faydalanmıştır. Ancak Salih Zeki Bey'e[23] göre sinüs'ü ilk defa kullananın Battânî değil de Sabit b. Kurre yâda eserlerinde yer vermesinden dolayı Habeş el- Hâsib'in iki âlimden birinin ilk defa kullanan olduğunu iddia etmiştir (Karakaş, 2009, s. 142).

Onuncu yüzyılda yaşamış diğer önemli âlim ise Abdurrahman es-Sûfî'dir. Tam künyesi ise Ebü'l-Hüseyin Abdurrahman b. Ömer es- Sûfî olan İslam Dünyası gökbilimcisi es-Sûfî, 903 yılında Rey şehrinde doğmuş, 986 yılında da vefat etmiştir. Büveyhîler döneminde yaşamış olan es-Sûfî, dönemi önde gelen astronomu ve ilm-i nücûm [24] bilginiydi. Büveyhîler hanedanına hocalık ve müneccimlik yapmıştır (Karakaş, 2009, s. 162).

Ömer es-Sûfî, Ptolemaios'un Almagest eserinden faydalanarak yıldız kataloğu oluşturmuş, kataloğunda kırk sekiz takımyıldızının konumlarından ve paralakslarından bahsetmiştir. Ayrıca bu zamana kadar bu yıldızların Arapça'da karşılığı olmamasından dolayı yıldızlara Arapça karşılık vererek bu alandaki boşluğu gidermiştir. Önerdiği terimler Batı ve Doğu'da kullanılmış, bu terimlerin doksan dört tanesi modern astronomi literatüründe yer almıştır (Unat, 2013, s. 87).

Ömer es-Sûfî, yıldızlara yapmış olduğu gözlemleri ve tanımlamaların olduğu, *Kitâbü'l-kevâkib's-sabite* (Takımyıldızların Kitabı) resimli bir astronomi eseridir. Sabit yıldızlar hakkında bilgi vermiştir. Bu eser İslam Dünyasının temel eserlerden biri olmuştur. Batı'da ün kazanan es-Sûfî, Azophi, Jeber Mosphim, Abulhassin ve İlbermosofim isimleriyle anılmıştır (Ronan, 2003, s. 237).

[23]Salih Zeki Bey:(1864-1921) Bilim Tarihçisi, Matematikçi ve astronomdur.
[24] İlm-i nücûm: Yıldızların ilmi, astroloji.

Astronomi aletleriyle *Risâle fi'l usturlab* adlı yapıt kaleme almıştır. Astronomi aletlerinin geliştirmesiyle ilgili önemli çalışmalar yapmış, Güneş'in yüksekliğini ölçmek için kullandığı usturlabın duyarlılığını arttırmış, 10 kg ağırlığında gümüşten gökküresi eklemiştir. Ekliptiğin eğimini belirlemek için 123,5 cm çaplı halka kullanarak eğimi 23° 33' 45" hesaplamıştır (Unat, 2013, s. 89).

4.3.9 İbn Emâcûr Rasathanesi (10. Yüzyılın İlk Dönemleri)

İbn Emâcûr künyesi dokuzuncu yüzyılın sonları ve onuncu yüzyılın başlarında yaşamış olan iki kardeş için kullanılmaktadır. Bunlardan ilki Ebü'l Hasan Ali b. Emâcûr et- Türkî'dir. Diğeri ise Ebü'l Kasım Ali b. Emâcûr et-Türkî'dir. Ebü'l Hasan'ın nerde ne zaman doğduğu ve ne zaman öldüğü bilinmemektedir. Kardeşlerin büyük olanı olduğu bilinir. Ebü'l Hasan, Battânî'den sonra rasathaneler için liderlik etmiştir. Kardeşler, 887 yılından 934 yılları arasında yedi gezegen ile yıldızları gözlemlemiş, rasat kayıtları tutmuşlardır. Ebü'l Hasan'ın Ay'ın enlemini, Ptolemaios'un hesaplamalarından daha doğru olduğunu iddia eden İbn Yûnus, *Zicü'l-Hâkimî* eserinde bahsetmiştir (Karakaş, 2009, s. 148-149).

Kurmuş oldukları özel rasathanelerinde iki kardeş 885 yılından 933 yılına kadar birçok rasatlar yapmışlar, bu rasatlarla birçok astronomi tabloları hazırlamışlardır. Gözlemlerini târum adı verilen yüksek platformlu binalarda yapmışlardır (Bakkal, 2019, s. 112).

4.3.10 Rey Rasathanesi

Rey şehrinde 959 yılında Ebü'1-Fazl İbnü'l-Amîd tarafından inşa edilmiştir. Rasathanede ünlü astronom, matematikçi Ebû Cafer Muhammed b. Hüseyin el-Hâzin el- Horasânî ile Ebü'l-Fazl el-Herevî Güneş'in yüksekliğini gözlemlemişlerdir (Bakkal, 2019, s. 112). El- Hâzin, *Kitâbü'l-âlâti'l-acîbe er-rasaddiyye* adlı yapıtında yapmış olduğu rasatlara ve gözlem aletlerinin kullanımlarından bahsetmiştir. Bahsetmiş olduğu aletler, daha çok Güneş'in yüksekliğini ölçmek için kullanan aletlerdir. Diğer bir yapıtı olan *el-Medhalü'l-kebîr fî ilmi'n –nücûm'*da takvimlerden bahsetmiş ve *Sırrü'l-âlemîn* adlı yapıtında evrenin yapısını incelemiştir (Karakaş, 2009, s. 157-158).

4.3.11 Şîraz Rasathanesi (978 - 983 Yılları Arası)

Büveyhî hanedanından olan Adudüddevle tarafından Şiraz'da kurulmuştur. Rasathanenin başına es-Sûfî getirilmiş, Ebü'l Kasım ile birlikte önemli gözlemler yapmıştır.

4.3.12 Şerefüddevle Rasathanesi

Ebü'l- Fevâris Şîrdîl tarafından sarayın bahçesine büyük ölçekli gözlem aletleri olan bir rasathane kurulmuştur. Rasathanenin üst tarafında 12,5 metrelik bir kubbe, kubbenin ortasında Güneş ışınlarının geçmesi için bir delik bulunuyordu. Rasathanenin başına Ebû Sehl Vescân b. Rüstem el-Kûhî, getirilmiş, önemli astronomlardan es-Sûfî, Ebû Hâmid el- Usturlâbî ve el- Bûzcânî tarafından önemli gözlemler yapılmıştır. El-Kûhi yedi yıldızı gözlemlemiş ve kayıt etmiştir (Bakkal, 2019, s. 113).

Onuncu yüzyılda yaşamış olan ve kaleme almış olduğu yapıtlarla astronomiye büyük katkıları olan bilim insanı ise el-Bûzcânî'dir. Tam künyesi, Ebü'l Vefâ Muhammed b. Muhammed b. Yahya b. İsmail b. Abbas el-Bûzcânî'dir. El-Bûzcânî, aslen İran asıllı ve İslam Dünyasının en önemli matematikçilerindendir. 940 yılında Horasan'da doğmuş, 998 yılında Bağdat'ta vefat etmiştir. Şerefüddevle rasathanesinin üyelerindendir. Matematik alanına yapmış olduğu katkılar İslam Dünyasını aşmış, Batı Dünyasında da meşhur olmuştur. Küresel trigonometride Menelaus kullanarak dik açılı üçgen yerine kendi adını verdiği "zıl" ile tanjant formülünü bulmuştur (Karakaş, 2009, s. 169).

Küresel astronomide birçok karışıklık vardı. Bu karışıklığı açıklamak için trigonometrinin geliştirilmesi gerektiği düşüncesindeydi ve bunun yanı sıra trigonometri de birçok tanımlanmamış terimler vardı. El-Bûzcânî ilk olarak tanjant ve sekant terimlerini tanımlamış, trigonometride kullanılan yayların büyüklüklerinin on beş dakikalık aralıklarla hesaplamış, sonuçların doğrultusunda tablolar hazırlamıştır. Şerefüddevle rasathanesinde ekliptik eğimini gözlemlemiş ayrıca mevsimlerin zamanlarını bulmak için ekinoksları rasatlamıştır. Bağdat'ın enlemini de gözlemler sonucunda bulmuştur. Gözlemlerin sonucunda *el- Zîc el-Vazîh* hazırlamıştır. Bağdat

ile Harezm şehirlerinde Beyrûnî ile beraber Ay tutulmasını gözlemlemişler ve iki şehir arasındaki saat farkını bulmuşlardır. Saat farkının boylamında etkili olacağını düşünmüşler ve boylamı da hesaplamışlardır (Unat, 2013, s. 88).

Onuncu yüzyılda kurulduğu bilinen İhvânu's-safâ, hullânü'l-vefâ, ehlü'l-adl, ebnâü'l-hamd gibi anlamlara gelen gerçek-sıkı dostlar, övgünün çocukları, adalet ehli ve sadık yoldaşlar adıyla anılan topluluk kurulmuştur (Toktaş, 2019, s. 184). İhvan-ı Safâ topluluğunun üyelerinin kim olduğu kesin olarak bilinmemektedir. Bunun sebebi dönemin siyasi ve toplumsal yapısından kaynaklanır. Kimliklerini saklamışlardır. Topluluğun asıl amacı insanlığın hem Dünya'da hem de Ahiret'te kurtuluş yollarının aranmasıdır. Kurtuluş yolunun ancak bilimle ulaşılabileceği görüşündeydiler (Unat, 2013, s. 88).

Bilimlerin sınıflanmasının yer aldığı elli iki Risâleden oluşan ansiklopedi hazırlamışlardır. Bilimlerin sınıflandırması hakkında bilgi yedinci risâlede yer alır. Onlara göre bilimler; riyâzî, dinî, felsefî olarak üç tanedir. Riyâzî bilimler; toplumdaki düzeni sağlayan ticari ziraat yönü olan bilimlerin olduğu dokuz alt dalı bulunur. Dinî bilimler; insan nefsini terbiye edilmesi ve ahiret dünyasını kazanmak için yapılan altı tane alt dalı olan bilimlerdir. Felsefî bilimler ise matematik, mantık, metafizik ve doğa bilimlerin yer aldığı dört daldan oluşur. Felsefî bilimlere vermiş olduğu önemden dolayı dört dalı ayırmasına rağmen bunları da kendi içlerinde alt dallara ayırmışlardır. Bu yüzden Risâleleri dört bölüme ayırmışlardır (Toktaş, 2019, s. 187).

İhvan-ı Safâ topluluğu, Risâlenin ilk bölümünde riyâzî bilimlere ayrılmıştır. Riyâzî bilimler olarak ayrılan bölüm, bahsedilen bölümler sadece birkaçı dünyevi işler için ayrılan risâlelere yer verilmiştir. Bölümün ilk beş risâlesi matematik konularını içerir. Bunlar sırasıyla aritmetik, geometri, astronomi, coğrafya ve müzik olarak yer verilmiş, on ve on dördüncü risâleler de mantık bilimine ayrılmıştır (Toktaş, 2019, s. 187). İhvan-ı Safâ topluluğuna göre evren bir bütün olarak ele alınmış ve bütünlüğün parçalarını da insan vücudunun organlarına benzetmişler ve evrenin anlamak için de sayılara ihtiyacımız olduğunu, sayıların evrenin uyum için olmasını sağladığını iddia etmişlerdir. Evren sistemi olarak küre katmanları sistemini savunmuşlardır. Onlara göre evren belirli derinlikleri olan iç içe geçmiş kürelerden oluşur, küreler saydam bir

yapıya sahip ve içleri boştur ve kürelerin merkezleri ortak olduğu varsayılmıştır (Unat, 2013, s. 89).

Onuncu yüzyılın sonlarında yaşamış olan Dünyanın en büyük âlimlerinden sayılan astronom, matematikçi ve fizikçi el-Bîrûnî 'dir. Künyesi Ebü'r-Reyhân Muhammed b. Ahmed b. el- Bîrûnî el-Hârizmî'dir. Fransızcada Bîrûnî'nin adı Üstat Aliboran olarak geçmektedir. Batı Harezmşahların topraklarında olan Kâs şehrinin Bîrûn kasabasında 973 yılında doğmuş, ölüm tarihi ise bazı kaynaklarda 1048 yılı olarak geçerken bazılarında 1051 yılı olarak geçmektedir. O yüzden ölüm tarihi ile alakalı bir kesinlik yoktur. El- Bîrûnî, kendini birçok alanda geliştirmiş bir âlimdir. Tıp, felsefe, sosyoloji, antropoloji, etnoloji, filoloji, botanik ve haritacılık gibi bu alanlar dışında birçok alanda bilgisi olduğu iddia edilir. Yirmi kadar alanda uzmanlığı olan el- Bîrûnî'nin yaklaşık olarak 196 tane yapıtı kaleme almış ve birçok bilim tarihçisi onun yaşamış olduğu yüzyılı Bîrûnî yüzyılı olarak adlandırmışlardır (Güney & Korkmaz, 2016, s. 26).

Harezmşahların hüküm sürdüğü dönemlerde el- Bîrûnî'nin Kâs bölgesinde gözlemler yaptığı, Kâs'ın toprak bütünlüğünün kaybedilmesinden sonra Rey şehrinde gözlemlerine devam ettiği iddia edilmiştir. Gazneli Mahmud'un bölgenin fethinden sonra hükümdar tarafından Gazne'ye götürülmüştür (Karakaş, 2009, s. 204-205). El-Bîrûnî, 44 yaşından sonra Gaznelilerin himayesi altına girmiş, yaşadığı dönemin devlet adamları el- Bîrûnî'ye çok değer vermişlerdir (Çubukçu, 1986, s. 91).

El- Bîrûnî, 1030 yılında Gazneli Mahmud'un oğlu olan Mesud için meşhur gökbilimi yapıtı olan *Kânun el-Mesudî fi el-Hey'e ve el- Nücûm*(Gökbilim ve Astrolojide Mesud'un Kanunu) kaleme almıştır. İslam Dünyasının en kapsamlı yapıtıdır. Trigonometri'ye ağırlık verilmiş ve oranlar üzerine durulmuştur (Unat, 2013, s. 89). *Asarü'l Bâkıye* ve *el-Kânûnü'l-Mes'udî fi'l-Hayâti ve'n Nücûm* adlı yapıtlarında Dünyanın yuvarlak olduğunu, cisimlerin Dünyanın merkezine çeken bir yer çekim olduğunu kabul etmiştir. Dünyanın kendi etrafında ve Güneş'in etrafında döndüğünü söyleyen ilk kişi el- Bîrûnî olduğu iddia edilmiştir (Karakaş, 2009, s. 205).

El-Bîrûnî, tutulma eğiminin sabit olup olmadığı ilgili gözlemler yapmış, ölçümlerinin sonucunda eğiminin sabit olduğunu, bu zamana kadar yapılan ölçümler ile kendi bulmuş olduğu ölçümün farklı olmasının sebebini yanlış gözlem aletlerinden kaynaklandığı sonucuna ulaşmıştır. İslam Dünyasında birçok âlim, gök cisimlerini detaylı gözlemlemek için gözlem aletlerinin boyutlarını büyütmüş, ancak Bîrûnî, boyutları büyütmek yerine açı büyüklüklerinin okunduğu cetveli çapraz bölüntüler yöntemi geliştirmiş, 16.yy. sonlarında Tycho Brahe tarafından kullanılan Verniye ilkesinin temelini atmıştır (Unat, 2013, s. 89-90). Bîrûnî'nin diğer bir önemli eseri ise Küre Katmanları sistemi ve astronomi ilişkin yazmış olduğu *Kitâb el-Tefhîm lî-Evâil Sınâ'at el-Tencîm* (Eski Yıldızbilim Sanatının Aktarımı)'dir (Unat, 2013, s. 91).

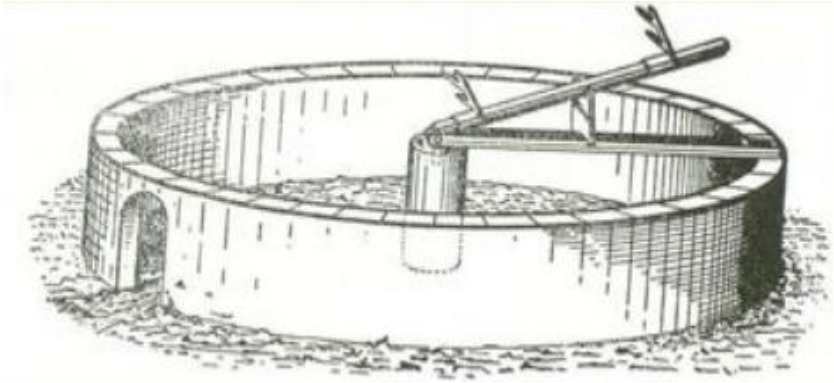
4.3.13 Bîrûnî Özel Rasathanesi (Kâs Rasathanesi)

Bîrûnî, kurmuş olduğu özel rasathanesinde on yedi yaşından yirmi iki yaşına kadar gözlemler yapmıştır. Güneş'in yüksekliğini ve yaşadığı şehrin enlem derecesi ölçmek için yarıçapı 8 metre olan, yarım derecelik taksimatlandırılması bulunan çember yardımıyla ölçümler yapmıştır. Gözünde meydana gelen rahatsızlıktan dolayı Güneş'e dayanan gözlemlerinin Güneş'in suya olan yansıması üzerinde devam etmiştir. Ayrıca 16 metre olan sabit bir astronomik aletin de olduğu iddia edilir (Bakkal, 2019, s. 114).

On birinci yüzyılın bir önemli gökbilimcisi de İbn Yûnus'dur. İbn Yûnus, Fâtımîler döneminde yaşadığı, doğum tarihi ilgili kesin bir bilgi olmamakla birlikte 1009 yılında vefat ettiği bilinir. Astronomi ve matematik ile ilgilenmiştir. Astronomi ve astrolojinin kehanetlerinde ilgisi olduğu iddia edilir. Fâtımîlerin halifeleri olan Hâkim-Biemrillâh ve Azîz-Billâh astronomi konusunda onu desteklemişler ve bundan dolayı İbn Yûnus, Kahire'de özel bir rasathane kurmuştur. 976-1003 yılları arasında gözlemlerini Hâkim-Biemrillâh itafen yazmış olduğu eseri *ez-Zîcü'l-Ḥâkimiyyü'l-kebîr* ele almıştır. Onun dönemine kadar yapılan çalışmaları incelemiş, o dönemde logaritmanın bilinmesi de İslam Dünyasının en kapsamlı zîc'i olmasını sağlamıştır. Venüs gezegeni gözlemlemiş astrolojik kehanetlerde de sunduğu bilinmektedir. Zîc'inde gezegenlerin boylamları, hareketlerinden bahseder. Astronomi hakkındaki düşünceleri Ptolemaios sistemine dayandırmış ve Ay'ın enlemi 5° 3′ olarak hesaplamıştır (Dizer, 1999, s. 450-452).

On birinci yüzyılın hem İslam Dünyasında hem de Batı Dünyasının en önemli âlimlerinden biri İbn Sînâ'dır. İbn Sînâ'nın tam künyesi Ebû Ali Hüseyin b. Abdullah Ali b. İbn Sînâ'dır. 980 yılında Buhara'da doğmuştur. İslam Dünyasında, eş-şeyhü'r-reis unvanıyla tanınmakla birlikte Avrupa'da da Avicenna olarak bilinir. İslam Meşşâî[25] okulunun da en önemli filozofudur. Onun yapmış olduğu çalışmaları ve hayat hikâyesini öğrencisi el-Cûzcânî'nin aktardığı bilgiler ile İslam Dünyasında hakkında en fazla bilgi olan âlimdir (Alper, 2019, s. 251).

İsfahan'ın emiri olan Alâüddeyle Ebû Cafer Kâküyih'in yakın arkadaşı ve akıl hocasıydı. Eski zîcleri inceleyen İbn Sînâ bunların yetersiz ve eksik olduğunu emire bildirmesi üzerine emirin talimatıyla yeni zîcler hazırlaması için Hamedan bölgesinde rasathane kuruldu. İbn Sînâ ve öğrenci el-Cûzcânî, Zat el-Semt ve el-irtifa (Azimut ve yükseklik ölçen alet) gözlem aleti yapmışlardır. Alet, günümüzde mikrometre olarak bilinen aletin ilkel hali olduğu varsayılmaktadır (Unat, 2013, s. 93).



Şekil 4.2 zat el-semt ve el-irtifa (zimut ve yükseklik ölçen araç) (Unat, 2013, s. 93)

İbn Sînâ, astrolojiyi, ilgilenenleri eleştirmiş, bunun üzerine *Risale fî Redd el-Müneccimin* risalesini kaleme almıştır. Akli salim olan kişilerin matematik ve geometri ile ilgilenmeleri gerektiğini, bunların sonuçlarında herhangi bir yanılma olmayacağını çünkü bu bilimlerin sonuçların kesin ve itiraz edilemez sonuçlar doğuracağını iddia etmiştir. Ayrıca astroloji ilgilenenin âlim olmadığını ve şüphe duyulması gerektiğini çünkü bunun falcılık, büyücülük ve hayvan organlardan

[25] Aristoteles öğretisini temel alan İslam toplumundaki felsefi hareket topluluğudur.

kehanetler bulunanlardan herhangi bir farkı olmadığı varsaymıştır. Yıldızların kehanetlerinin herhangi bir kesinlik sunmayacağını eklemiştir (Unat, 2013, s. 94).

İbn Sînâ'nın öğrencisi olan el-Cûzcânî hayatı hakkında herhangi bir bilgi yoktur. Ancak İbn Sînâ ile yaşları yakın olduğu bu yüzdenden onuncu yüzyılın sonları on birinci yüzyılın ilk yarısında yaşadığı tahmin edilmektir. Künyesi Ebû Ubeyd Abdülvâhid b. Muhammed el-Cûzcânî, hocası ve yakın arkadaşı olan İbn Sînâ ile rasathanede gözlemler yapmış, azimut ve yükseklik ölçen alet yaptıkları bilinmektedir. El-Cûzcânî bugüne kadar iki önemli eseri günümüze ulaşmıştır. Bunlardan biri gezegenlerin hareketlerini ve yer değişimlerini açıkladığı *Kitâbû Keyfiyyeti'l-eflâk* diğeri ise, Ptolemaios sistemindeki fiziksel ve matematiksel hatalardan dolayı yeni bir evren modeli üzerine çalıştığı ancak ekuant probleminden dolayı başarılı olmadığı *Terkîb el- Eflâk* adlı eseridir (Erdem, 1988, s. 277-278).

Selçuklu devletinin hüküm sürdüğü dönemde yaşayan 11.yüzyılın sonları 12.yüzyılın başlarında yaşayan meşhur astronomi ve matematik âlimi Ömer Hayyâm'dır. Künyesi Ebü'l-Feth Ömer Hayyâm b. İbrahim el-Hayyâm'dır. Doğumu ve ölüm tarihi kesin olmamakla birlikte 1044 yıllında doğduğu, 1123 yılında vefat ettiği varsayılmaktadır. Selçuklu hükümdarı olan Celâleddin Melikşâh, takvimlerin düzenlenmesi ve kendi adına bir takvimin hazırlanması için İsfahan şehrinde bir rasathane kurulmasına karar vermiş ve kurulan rasathanenin başına astronomi ve matematik alanın meşhur âlim olan Ömer Hayyâm getirildi. Rasathanede diğer çalışanlar ise yine astronomi ve matematik alanında çalışmış olan Abdurrahman Hârisi, Muhammed Hâzini, Ebû el-Muzaffer İstizârî ve Meymun İbn Necîb el- Vâsıtî'de yer almıştır. Ömer Hayyâm ve heyetinin yapmış olduğu çalışmalar sonucunda mevsimlere uyum gösteren yeni bir takvime ihtiyaç olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yapılan gözlemler sonucunda *Celâleddin Takvimi*ni ve *Zic'i Melikşâhî* ortaya çıkarmışlardır. Celâli Takvim, 5000 yılda 1 gün hata vermekteydi. Bugün kullanılan Gregorian Takvimde de ise hata, 3330 yılda 1 gün hata payı içermekteydi. Celâli Takvimin ayları ise aşağıdaki tabloda olduğu gibi sıralanmaktadır.

Tablo 4.2 Celâlî takvim (Kaya, 2020, s. 1545-1546)

Aylar	Ayların İşlevleri	Burçlar	Günümüze göre denk geldiği zamanlar
1.Fervârdîn mâh-ı Celâlî	Baharın başlangıcıdır.	Koç	20-21 Mart
2.Ürdibehşt mâh-ı Celâlî	Doğa çiçek açar, yeşerir.	Boğa	19-20 Nisan
3.Hurdâd mâh-ı Celâlî	İnsanların yeme/içme ihtiyaçları karşılanır.	İkizler	19-20 Mayıs
4.Tîr mâh-ı Celâlî	Güneş ışınların dik konumda, yaz başlar.	Yengeç	18-19 Haziran
5.Murdâd mâh-ı Celâlî	Yaz mevsimin ortasıdır.	Aslan	18-19 Temmuz
6.Şehrivar mâh-ı Celâlî	Yaz mevsiminin sonudur.	Başak	17-18 Ağustos
7.Mihr mâh-ı Celâlî	Sonbahar mevsimin başlangıcıdır.	Terazi	16-17 Eylül
8.Abân mâh-ı Celâlî	Bol yağışların başlangıcıdır.	Akrep	16-17 Ekim
9.Azar mâh-ı Celâlî	Havaların soğumaya başladığı aydır.	Yay	15-16 Kasım
10.Day mâh-ı Celâlî	Kış mevsimi başlar.	Oğlak	31 Aralık-1 Ocak
11.Behman mâh-ı Celâlî	Kış ayının devamıdır.	Kova	14-15 Ocak
12.İsfendârmüz mâh-ı Celâlî	Bitkilerin ve meyvelerin azaldığı aydır.	Balık	13-14 Şubat

On birinci ve on ikinci yüzyıl itibariyle İslam Dünyasında kabul gören ve üzerine tartışmalar yapıldığı iki önemli sistem vardı. Ptolemaios'un sistemi matematiksel yapı olarak mükemmel gözükse de fiziksel yapısı eksikti. Bu yüzden Ptolemaios'un sistemine yapılan eleştireler fiziksel yönüyle alakalıydı. Sisteme yapılan en önemli eleştiri de onuncu yüzyılın sonlarında, on birinci yüzyılda yaşamış olan İbnü'l Heysem

tarafından getirildi. İbnü'l Heysem tam künyesi Ebû Ali el-Hasan İbn el-Hasan İbn el-Heysem'dir. Batı'da Avenetan, Alhazen, Avennathan veya Alhacen gibi isimlerle tanınmaktadır. Hayatı hakkında fazla bir bilgiye sahip olmadığı için onun hakkında çoğu bilgi İbn Ebû Usaybia tarafından kaleme alınan *el-Enba fî Tabakat el-Ettîbâ* ve İbn el-Kıftî tarafından kaleme alınan *Tarih el-Hükemâ* adlı biyografik eserlerden öğrenilmektedir. İbnü'l Heysem'in 965 yılında Basra'da doğduğu, 1039 yılından Kahire'de vefat ettiği bilinmektedir. İbnü'l Heysem, Matematik, optik, fizik, astronomi, felsefe ve mantık alanlarında birçok esere kaleme almış, optik alanında yapmış olduğu çalışmalar, modern optiğin temelini atan ilk kişi olarak tanınmasını sağlamıştır (Unat & Palavan, 2020, s. 9).

Optik alanında kaleme almış olduğu *Kitâbü'l-Menâzîr*'dır. Kitapta ışık kuramı ve hesaplamaları hakkında bilgi vermiş, bulmuş olduğu hesaplamalar altı asır etkisi sürmüştür. Roger Bacon ve Kepler faydalanmış, Newton'a da optik konusunda öncü olduğu iddia edilir. Görmemizi sağlayan ışığın gözden geldiğini, gözün görmenin merkezi olduğu içinde bulunan sinir sistemi sayesinde beyne ilettiğini söyleyerek göz hakkında detaylı, sistemli bilgi veren ilk bilim insanıdır. Bu düşüncesi Öklid ve Ptolemaios'un tam tersine optik hakkında çalışmaların tam tersi olmasından dolayı İbnü'l Heysem, iki önemli âlimin öğretileri çürüten ilk bilim insanı olduğu varsayılır (Karakaş, 2009, s. 201).

İbnü'l Heysem *el-Şükûk âlâ Batlamyus* (Batlamyus Üzerine Şüpheler) adlı eserinde Ptolemaios'un sistemini hem fiziksel hem de matematik yönünden eleştirmiştir. Sistemde kullanmış olduğu dışçember ve dışmerkez sistemini eleştirmiş ve ekuant noktası üzerinde durmuştur. Ona göre her daire kendi merkezi etrafında düzenli hareketler yapmaktadır ve ekuant noktası bu düzensiz sisteme aykırıdır. Bir merkeze başka bir merkezde kaydırılması o sistemin fiziksel tarafını olanaksız kıldığını iddia etmiştir (Unat, 2013, s. 96).

İbnü'l Heysem Ptolemaios'un gezegenlerin hareketleri için bazı gözlemlerin eksik, hatalı olduğunu varsayıyordu. Ona göre Ptolemaios'un hatalı olmasının nedeni bütün gezegenlerin hareketlerinin düzgün dairesel şekilde ele almasından kaynaklanmaktaydı. Bu nedenle Ptolemaios'un Ay'ın hareketleri üzerine teorisi de

pratikte hatalı gözükmekteydi. İbnü'l Heysem'in ortaya atmış teori o dönemin Müslüman astronomları tarafından kabul görülmedi, gezegenlerin düzgün dairesel şekilde hareket ettiği düşüncesi on yedinci yüzyıla kadar hakimiyetine sürdürdü (Ronan, 2003, s. 236).

4.3.14 Merâga Rasathanesi

İslam Dünyasının tam teçhizatlı ilk rasathanesidir. İlhanlı (Moğollar) hükümdarı, Bağdat'ı fethinden sonra devrin önemli âlimi olan Nasîrüddin-i Tûsî tarafından kurulmuştur. Rasathane en önemli özelliği bu zamana kadar yapılmış rasathanelerin için en zengin rasat aletlerine sahip olmasından kaynaklanmaktaydı. Rasathane, merkezi kulesi, Kütüphane, Konferans Salonu, Beş Dairesel Bölüm, Doğu, Batı ve Kuzey duvarlarından oluşmaktaydı. Rasathanesinin inşası 1259 yılında başlamış, 1270 yılında tamamlanmıştır. Kütüphanesinde 400 000 yakın kitap olduğu ve daire biçiminde beş temel astronomik halka küre, gündönümü ve ekinoksal halka, devasa büyüklükte duvar kadranın bulunduğu bilinmektedir. Rasathanenin yöneticisi Tûsî dışında on beşte âlim yer almıştır. Müeyyidüddin el- Urdî, Fahreddin Ahlâtî, Fahreddin Merâgî, Necmeddin Debirânî, Muhyiddin el-Mağribî, Kutbüddîn-i Şîrâzî ve Esîrüddîn el-Ebherî gibi birçok âlim vardı. Aletlerin çoğunun yapımı Müeyyidüddin el- Urdî (1200-1266) ve oğlu Muhammed tarafından yapılmaktaydı. On tane astronomik alet yaptığı, bunlardan üç tanesinin de kendisi icat ettiği varsayılmaktadır. Çift kadranlı (Yıldızların yüksekliğini azimutunu belirler), Mükemmel alet (Yıldız yüksekliği ve azimut belirler) ve Çift bacaklı alet (Meridyen dairesindeki yüksekliği bulur) kendi buluşu olduğu iddia edilir. Kullanılan diğer astronomik aletler ise; Çemberli küre, Duvar kadranı, Gündönümü halkası, Hareketli nişangâh, Ekinoksal çember, azimut ve yükseklik ölçme aleti, Dikey ölçekli sinüs belirleme aleti ve Gökküre 'dir. Gökküre, günümüzde kalıntıları bulunan tek alet olduğu bilinmektedir. Nasîrüddin-i Tûsî, rasathanedeki yapmış olduğu *gözlemleri el-Zîc İlhânî'*de kaydetmiştir. Uzun yıllar boyunca İslam Dünyasında astronomi kitabı olarak kullanılmıştır (Bakkal, 2019, s. 120-123).

On üçüncü yüzyılda yaşamış olan Nasîrüddin-i Tûsî astronomi ve matematik alanlarında önemli çalışmalar yapmış bir âlimdir. Künyesi, Muhammed Nasîrüddin-i

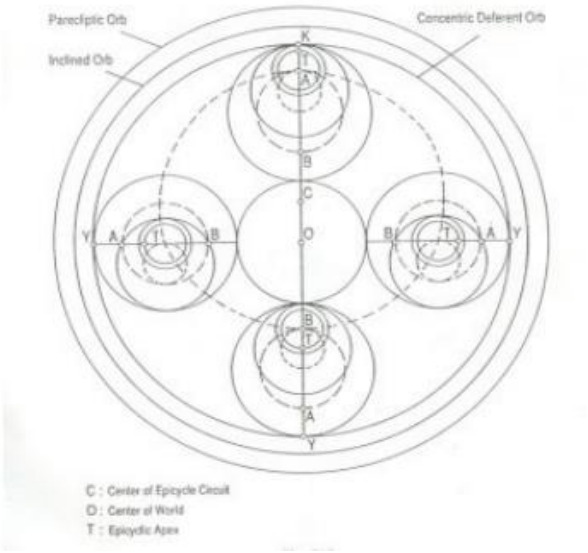
Tûsî b. Fahreddin Muhammed Râzî olan âlim, Nasîrüddin-i Tûsî olarak tanınır. Tûsî, 1201 yılında Tus şehrinde doğdu. Dönemin önemli âlimlerinden olan Kemâleddin Hasib ve Burhâneddin el-Hemedânî'den dersler almıştır. Yaşadığı dönemde Abbasi halifesi Mu'tasım için yazmış olduğu şiirden dolayı Alâeddin Muhammed tarafından sürgün yiyerek, Alamut Kalesine hapsedilmiştir. İlhanlı hükümdarı Hülâgû Han, Bağdat'ta fethettikten sonra serbest bırakılıp, Hülâgû Han'ın himayesi altına girmiştir. Hülâgû Han Tûsî'nin şöhretinden dolayı ona değer vermiş, kendine özel müşavir olarak tayin etmiştir (Karakaş, 2009, s. 294).

Nasîrüddin-i Tûsî, Hülâgû Han'ın destekleriyle bu zamana kadar yapılmış, en geniş kapsamlı, zengin rasathanesi olan Merâga rasathanesini kurdurmuştur. Rasathanenin inşası Hülâgû Han döneminde 1259 yılında başlamış onun vefatından sonra 1270 yılında tamamlanmıştır. Devasa gözlem aletleri ve içinde 400 000 kitaptan oluşan kütüphanesi de vardı. Önemli âlimlerin bir arada olduğu akademisi de vardı. Bilim ve sanat üzerine çalışmaların yapıldığı bu akademi de önemli çalışmalar yapılmış, yapılan gözlemlerin sonucunda Tûsî, İlhanlı hükümdarına hitaben *el-Zîc-İlhânî* adlı yapıtı hazırlamıştır. Bu yapıt uzun yıllar boyunca astronomi başvuru kitabı olarak değer görmüştür (Karakaş, 2009, s. 295). Ptolemaios'un geliştirmiş olduğu dışçember ve dışmerkez sistemi hem fiziksel hem de matematiksel yönünden eleştirilmiştir. Ptolemaios, Ay ve Merkür'ün düzensiz hareketlerini açıklamak için sistemine yeni daireler ekleyerek açıklamaya çalışmıştır. Ancak yeni daireler eklenmesi açıklamaların yetersiz olduğu görüşündeydi. Bundan dolayı Tûsî'de sistemde ki hataları düzeltmek için yeni bir düzenek önermiştir. *el- Tezkire fî ' İlm el-Hey* adlı eserinde Tûsî, dairesel hareketlerin doğrusal hareketleri nasıl yapacağını ispatlamış ve açıklamıştır.

> Ona göre, bir daire içerisinde çapı bu dairenin yarıçapına eşit bir başka daire yerleştirilirse ve içteki dairenin hareketi dıştaki dairenin hareketinin tersi yönünde ve iki katı miktarında olursa, küçük daire üzerinde yer alan bir C noktası, GD doğrusu boyunca doğrusal hareket eder (Unat, 2013, s. 99).

Tûsî'nin geliştirmiş olduğu sistem Tûsî Çifti olarak tanımlanmış, Copernicus tarafından bu model kullanılmıştır. Dışçember ve dışmerkez modelleri Aristoteles fiziğine aykırı olarak kabul görmekteydi. Ancak Tûsî Çifti, Ptolemaios'un Ay'ın

düzensiz hareketlerine açıklamak için kullanılmış ve sonuç olacak Aristoteles fiziğine aykırı olmadan uygun bir model ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.3 Tûsî'nin ay modeli (Unat, 2017, s. 55)

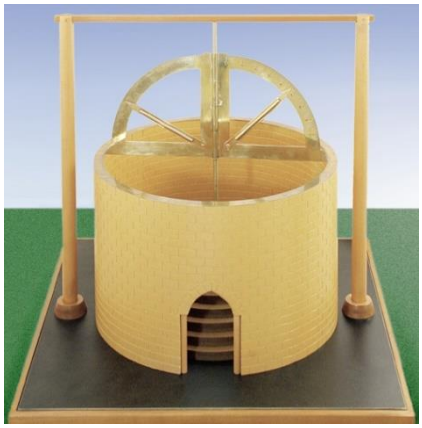
Merâga rasathanesinde Nasîrüddin-i Tûsî ile beraber çalışmış diğer önemli bir âlim ise Müeyyidüddin el- Urdî'dir. El-Urdî, Suriyeli olduğu bilinen âlimin doğum ve ölüm tarihi bilinmemekle birlikte 1266 yılları civarında öldüğü tahmin edilmektedir. Merâga rasathanesinde çalışan el-Urdî onun rasathaneye önemli katkıları oğluyla beraber yapmış olduğu gözlem aletleridir. Rasathaneye on tane gözlem aleti yaptı, bunlardan üçü; Çift kadranlı (Yıldızların yüksekliğini azimutunu belirler), Mükemmel alet (Yıldız yüksekliği ve azimut belirler) ve Çift bacaklı alet (Meridyen dairesindeki yüksekliği bulur) kendi buluşudur. Kullanılan diğer astronomik aletler ise; Çemberli küre, Duvar kadranı, Gündönümü halkası, Hareketli nişangâh, Ekinoksal çember, azimut ve yükseklik ölçme aleti, Dikey ölçekli sinüs belirleme aleti ve Gökküre 'dir (Bakkal, 2019, s. 120-123).



Şekil 4.4 Mükemmel alet (Url-2)



Şekil 4.5 Çift bacaklı alet (Url-2)

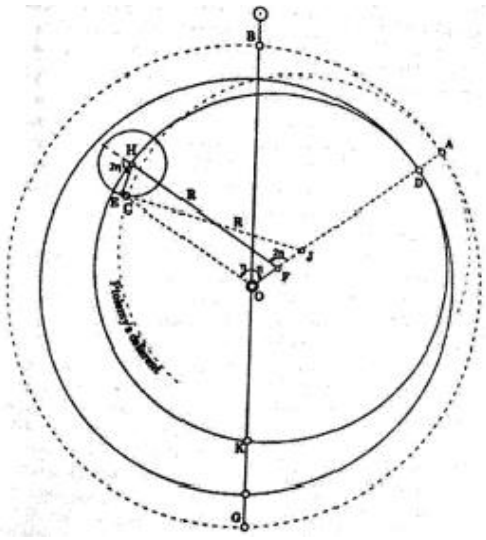


Şekil 4.6 Çift kadranlı alet (Url-2)

El-Urdî, yapmış olduğu astronomik aletleri tanıtmak amacıyla *Risâle fî Keyfiye el-Ersâd'ı* kaleme almıştır. Bunun dışında ise astronomiye dair *Risâle fî Amel el-Küre el-Kâmile* ve Ptolemaios sisteminin sorununu ele alan *Kitâb el-Hey'e* adlı eseri ele almıştır. Ptolemaios'un ekuant noktası eleştiren el-Urdî, ekuant noktasını, doğrusal

hareketin sağlanacağı bir model geliştirmiştir. Bunun için kendi adında teorem oluşturmuş, teoremi modeline uygun hale getirmiştir. Geliştirmiş olduğu teoremi ilk önce Ay'ın düzensiz hareketlerini açıklamaya uygulamış ancak Ptolemaios'un dış gezegenler sisteminde doğrusal hareketlere ihlalinden dolayı kendi modelini dış gezegenler sistemine de uygulamıştır (Unat, 2017, s. 57).

On üçüncü yüzyılda yaşamış ve Nasîrüddin-i Tûsî'nin de öğrencisi olan âlim Kutbüddin-i Şîrâzî'dir. Şîrâzî, din adamı, doktor, filozof, fizikçi ve astronomdur. Künyesi Kutbüddin-i Şîrâzî Mahmut b. Mesud b. Muslih olan âlim 1236 yılında Şîraz'da doğdu, 1311 yılında Tebriz'de vefat etti. Tıp tahsilli bir aileden gelen Şîrâzî, tıp eğitimini babasından aldığını, astronomi eğitimini ise Nasîrüddin-i Tûsî'den almıştır. *Nihâyet el-İdrâk fî Dirâyet el-Eflâk* adlı kitabında birçok önemli konu üzerinde yazmış, Yer'in hareketi konusuna da yer vererek, sonucunda Yer'in hareketsiz olduğu iddia etmiştir. Hocası Tûsî gibi gezegenlerin hareketleri üzerine bir model önermiştir. Modelinde Tûsî Çifti'ni kullanarak Ay'ın hareketi açıklamaya çalışmış ve Ay ve gezegenler için önermiş olduğu iki eser de kaleme almıştır. Bu eserler *Nihâyet el-İdrâk* ve *"*'dir (Unat, 2013, s. 100).



Şekil 4.7 Şîrâzi'nin ay modeli (Unat, 2017, s. 59)

Şîrâzî, Ay modelinde ekuantı kullanmamak için, eksantrikliği iki eşit parçaya bölmüştür. Bunu dengelemek için, Urdî'nin üst gezegenlerde yaptığına benzer şekilde dairenin çevresine küçük bir daire yerleştirmiştir. Küçük daireyi deferent ile aynı yönde ve aynı hızda hareket ettirmiş, iki eşit iç açı ve paralel çizgiler oluşmasını sağlamıştır. Böylece deferentin merkezi çevresinde düzenli hareket eden küçük dairenin yarıçapının ucu, evrenin merkezi çevresinde düzenli hareket ediyormuş gibi görünecekti (Unat, 2017, s. 59).

4.4 Endülüs Astronomisi

Emevî Devletinin 750 yılında Abbasiler tarafından yıkılmasından sonra Endülüs bölgesinde emirlik kurulmuştur. Merkez olan Kurtuba kısa bir süre sonra bilimin merkezi haline gelmiş, astronomi, felsefe, coğrafya ve tıp gibi birçok alanda önemli bilim adamları yetişmiştir.

Endülüs bölgesinde bilim yapılan eleştireler ile beraber iki yönde etki altına girilmiştir. Bunlardan ilki dönemin önemli âlimi olan İbn Rüşt'ün Aristoteles'i tekrardan gündeme getirerek Aristoteles düşüncesinin tekrardan canlanmasını sağlamış, diğeri ise bölgenin Yunan ve Müslüman argümanlardan dolayı zengin içeriklere sahip olması, argümanların Batı'ya aktarma köprü görevi görmesinden kaynaklanmaktadır. Böylelikle Endülüs bilimin tekrardan canlandığı bir merkez haline gelmiştir.

Astronomide ise Ptolemaios'un sistemi eleştirilmiştir. Bunun sebebi ise Ptolemaios'un dışmerkez ve –dışçember dairelerinin Aristoteles fiziğine aykırı olmasından kaynaklanmaktaydı. Dışçember ve dışmerkezin matematiksel bir yapıda olsalar bile gezegenlerin muntazam hareketlerini açıklayacak fiziksel yapısı eksikti. Ptolemaios'un sisteminin gözlemsel olarak eksikleri de vardı bundan dolayı yeni bir evren modeline ihtiyaç olduğu ancak Aristoteles sisteminin fiziğe uygunluğu konusu üzerine durulmasından dolayı Copernicus'a kadar yeni bir kuram göz ardı edilmiştir.

Bu alanda on iki yüzyılda yaşamış ve Ptolemaios'un sistemine eleştirerek eser kaleme almış âlim Ebû Muhammed Câbir b. Eflah'tır. Eflah'ın yaşadığı tarih kesin olarak bilinmemekle birlikte on ikinci yüzyılda Sevilla'da yaşadığı oğlunun İbn Meymûn ile tanıştığından dolayı tahmin edilir. Câbir b. Eflah, küresel trigonometriye dair *Kitâbü'l Hey'e* (başka bir isimle Islâhu'l-Mecistî) kaleme almıştır. Kitap, Cremonalı Gerard tarafından Latinceye çevrilip, 1534 yılında ise basılmıştır. Kitabın meşhur olması ise Ptolemaios'un Almagest'ini eleştirerek, hatalarını düzeltmesinden dolayıdır. Ona göre Ptolemaios, Güneş'in paralaksını 2 dakika 51 saniye bulmasına rağmen Merkür ve Venüs'ün paralaksı olmadığı söyler, Câbir b. Eflah bu fikri çürütmüştür. Ayrıca Merkür ve Venüs'ün Güneş'in üstünde mi ya da altında mı sorunu tartışma yaratmış,

buna çözüm olarak Câbir b. Eflah, Güneş'in iki gezegeni kısa sürede kapattığından dolayı Güneş'e yakın olduğunu varsaymıştır (Karakaş, 2009, s. 257).

Endülüs'te yetişmiş diğer önemli astronom ise künyesi İbnü'z- Zerkâle Ebû İshak İbrahim b. Yahya En-Nakkaş'tır. Zerkâlî, 1029 yılında Toledo'da (Tuleytula) doğmuş, 1087 yılında Sevilla'da vefat etmiştir. Tuleytula'da kurmuş olduğu rasathanede 1061-1080 yılları arasında yapmış olduğu rasatlarla *Toledo tablolarını* hazırlamıştır. Daha sonra Alfonso Tabloları olarak bilinen eserin hazırlanmasında Toledo Tabloları kullanıldığı iddia edilir (Unat, 2013, s. 105).

Zerkâlî, astronomide önemli keşifler yapmıştır. Zerkâlî'den önce yaşamış olan astronomlar, Ptolemaios'un Güneş'in Yerden en uzak olan apoje noktasını (evc noktası) durağan olduğu fikrini benimsemişler ve buna göre gözlemlerini devam etmişlerdi. Ancak Zerkâlî, Ptolemaios'un fikrinin tersine apoje noktasının hareketli olduğunu Batı'dan Doğuya doğru on iki saniyelik bir açıyla yer değiştirdiğini keşfetmiş, onun bu keşfi üzerine Ptolemaios astronomisine olan güvende çatlaklar oluşmuştur. Zerkâlî'nin keşfini daha sonra Copernicus tarafından kullanıldı, ilerleyen dönemlerde ise Newton yeni kurallara göre kuramı şekillendirmiştir (Karakaş, 2009, s. 221).

On ikinci yüzyılda Endülüs'te yaşamış diğer bir âlim ise İbn Bâcce'dir. Künyesi, İbn Bâcce Ebû Bekir Muhammed b. Yahya'dır. Babasının kuyumcu olmasından dolayı İslam Dünyasında İbnü's Sâiğ, Batı'da ise Avempace olarak tanınmaktaydı. Doğum tarihi kesin olmamakla birlikte 11. Yüzyılların sonlarında Endülüs'ün Sarakusta şehrinde doğduğu ve 1138 yılında Fas'ta vefat ettiği tahmin edilir. Aristoteles felsefesini ve Yeni Platonculuğun etkisi altında kalmış, Aristoteles savunduğundan dolayı Ptolemaios'un dışmerkez ve dışçember sistemlerini reddetmiştir. Bundan dolayı Aristoteles fiziğini temel alan yeni bir kuram geliştirme girişiminde bulunmuştur. *Fi'l Hey'e* adlı yapıtı astronomiye dairdir. İbn Bâcce'nin yapmış olduğu çalışmalarla İbn Tufeyl ve Bitrûcî'yi etkilemiştir. İbn Bâcce, Endülüs'te Meşşâî felsefesinin ortaya çıkaran ilk kişidir. Ayrıca rasyonalist olduğundan dolayı İslam'ın kurallarından çok medeni kanunları tuttuğundan dolayı yaşadığı dönemde ağır eleştiriler maruz kaldığını bilinmektedir (Karakaş, 2009, s. 241).

Aristoteles düşüncesini Endülüs'te canlandıran bir diğer isimde İbn Tufeyl'dir. 1107 yılında Endülüs'ün Vadiaş'ta doğduğu ve 1186 yılında Merakeş şehrinde vefat ettiği bilinmektedir. Künyesi Ebû Bekir b. Muhammed b. Abdülmelik b. Muhammed b. Tufeyl el-Kaysî'dır. İbn Tufeyl hakkında çok bir bilgi yoktur. Ancak onun ünlü olmasının sebebi İbn Sînâ'nın yazmış olduğu *Hay b. Yâkzan* adlı hikâyesini roman haline getirmesinden dolayıdır. Romanda ıssız bir adaya düşmüş bir adamın aklıyla Allaha ulaşmasını anlatır. Bu eser Müslüman âleminin ilk romanıdır. Eserinin orijinal adı *Esrârü'l Hikmeti'l- Meşrikıyye*'dir. Roman 1708 yılında İngilizce'ye çevrilmiş, *Robin Crusoe*'un yazarı olan Daniel de Foe eserini ortaya çıkarırken Hay b. Yâkzan'dan esinlenmiştir. İbn Bâcce'den etkilenerek Aristoteles fiziğini savunan İbn Tufeyl kozmoloji ait fikirlerini eserinde yansıtmıştır. Eserinde gök cisimlerinin dairesel olduğunu savunmuş, dairesel şekilde olmayan cisimlerin bazen yakın bazen ise uzak görünebileceğini iddia etmiştir. Evrenin merkezinin Yer olduğunu da aktarmıştır. Astronomiye dair düşüncelerinde öğrencisi Bitrucî'ni etkilemiştir. O da hocası aynı düşünceyi savunarak, Ptolemaios'un sistemine karşı çıkmış evrenin matematiksel yapısının yanı sıra fiziksel yapısının da olması gerektiğini savunmuştur (Karakaş, 2009, s. 253).

Aristoteles düşüncesini savunan en önemli düşünür İbn Rüşd'dür. Künyesi Ebü'l Velîd Muhammed b. Ahmet b. Muhammed b. Ahmed b. Ahmed İbn Rüşd'dür. 1126 yılında Endülüs'ün Kurtuba şehrinde doğduğu ve 1198 yılında Merakeş'te vefat ettiği bilinmektedir. Hem İslam dünyasının hem de Batı'nın en büyük düşünürlerinden olan İbn Rüşd, Batı'da Averroes olarak tanınmaktaydı. Aristoteles'in en büyük savunucularından biri olan İbn Rüşd, Aristo üzerine birçok şerhler yapmıştır. Merakeş'te bulunduğu dönemde bu zamana kadar hiç görmediği Süheyl-Canope yıldızını görerek, Dünyanın yuvarlak olduğunu iddia etmiştir. Ayrıca Ekvator'un ılıman yapıda olduğunu, ekvatorun kuzey tarafı güney tarafının aynı eşitlikte olduğunu ileri sürerek, kuzey ve güney kutuplarının var olduğunu savunmuştur (Karakaş, 2009, s. 259).

Aristoteles'in fiziğine aykırı olduğundan dolayı Ptolemaios'un sistemine en ağır eleştiri onun tarafından geldi ve ayrıca dairesel bir hareketin var olamayacağı varsaymaktaydı. Astronomi alanında *Muhtasar el-Mecistî, Makâle fî cermü's semâvî,*

Kelâm âlâ mahrekü'l-evvel ve *Makâle fî hareketi'l felek* eserlerini kaleme almıştır. Ancak en önemli yapıtı *Makâle fî hareketi'l felek* ve Almagest'in özeti olan eseridir (Karakaş, 2009, s. 262).

Almagest'in özeti niteliğinde olan eserinde ilk kısmında küreleri tanımlamış, ikinci kısımda ise kürelerin hareketlerini açıklamıştır. İbn Rüşd'e göre tek bir kürenin olduğu sistem olmalıydı, hareketlerini en az iki kutup arasında yapılması gerektiğini ve bu kuram Ay üzerine uygulanırsa onunda hareketlerinin açıklanabileceği varsaymaktaydı. Ayrıca Ptolemaios'un kaydırılmış merkez ve dışmerkez ve dışçemberini reddetmiş ve bir cismin ancak tek bir merkezi olacağını bununda Yer olabileceği iddia etmiştir.

Ptolemaios sistemini eleştiren diğer bir âlim ise Musa b. Meymun (Maimonides)'dir. Künyesi Ebû İmrân Mûsâ b. Ubeydillâh (Meymûn) el-Kurtubî el-İsrâîlî'dir. Yahudi bir din âlimidir. 1135 yılında Kurtuba'da doğduğu ve 1204 yılında vefat ettiğini bilinmektedir. Batı'da Maimonides, Yahudi Dünyasında ise Rambam şeklinde tanınmaktaydı. Endülüs bölgesinde yetişmiş önemli din âlimi, felsefeci ve doktordur. İbn Rüşd ve İbn Tufeyl'in öğrencisidir (Çağrıcı, 1999).

Ptolemaios sistemini eleştiren âlimlerden olan Meymun, hocaları gibi dışmerkez ve dışçember sisteminin Aristoteles'in fiziğine aykırı olduğunu savunmuştur. Evrenin üç hareket kuralı olduğunu iddia etmiştir. Bunlardan ilki merkezden uzaklaşan hareket, ikincisi, evrenin merkezine doğru olan hareket ve üçüncüsü merkezin etrafında var olan harekettir. Bu üç kural, Ptolemaios'un dışmerkez ve dışçember sistemleri içinde yoktur ve bundan dolayı Ptolemaios sistemini kabul görmemekteydi. Bir hareketin oluşabilmesi için bir merkez noktasına ihtiyaç olduğunu, ancak Ptolemaios'un sisteminde böyle bir şeyin mümkün olmadığını iddia etmekteydi. Meymun, merkezinde Yer'in olduğu Eudoxus sistemine dayanan ve Aristoteles fiziğinin yer aldığı ortak merkezli küreler sistemini savunmaktaydı (Unat, 2013, s. 107).

Endülüs bölgesinde yaşamış Ptolemaios astronomisi eleştirmiş ve yeni bir sistem kurmaya başaran kişi Bitrûcî 'dir. Ebû İshâk Nûrüddîn el-Bitrûcî el-İşbîlî Endülüslü astronom'dur. Doğum tarihi kesin olarak bilinmemekle birlikte 1204 yılında vefat

ettiği tahmin edilir. Astronomi dair önemli bir yapıtı olan *Kitâb el-Hey'e* kaleme almış, Yer'in evrenin merkezinde olduğu konumu geçersiz kılmasından dolayı Ptolemaios'un dışmerkez ve dışçember sistemini eserinde yer vererek eleştirmiştir. Hocası İbn Tufeyl'in dışmerkez ve dışçember sistemlerinden farklı bir sistemi kabul ettiğini ancak bunu açıklanmadığını iddia etmiştir. Bitrûcî ise hocasının tamamlamadığı sistemden yola çıkarak dışçember ve dışmerkezinden farklı bir sistem kurmuştur. Onun sistemine göre, merkezi iç içe geçmiş kürelerden oluşan ve her kürenin bir gök cismine tutturulmuş bir sistemden oluşmaktaydı. Ortak merkezli küreler kuramına, kürelerin düzensiz hareketleri için sekiz küreye bir küre daha eklemiştir. Bitrûcî'ye göre, hacmi olmayan ve sürtünmeye meydana gelmeyen bir küre bir katmanı vardı. Gezegenler bu katmanlara göre hareket ederler ve hareketleri ise kendi hacimlerinin çekimlerine göre yapmaktaydı. Bundan dolayı evrenin Yer'in merkezi dışında başka bir merkezi olması olanaksız olduğunu iddia etmiştir. Bitrûcî'nin sisteminde hareket ettirici, ilk hareket ettiricidir ve sabit yıldızlar küresi üzerinde bulunmaktaydı. Fiziksel bir yapısı olan küreler hareketlerini doğudan batıya doğru belirli bir hızlara göre yaptığı varsayılıyordu. Bunun yanı sıra İbn Rüşd'ün kutuplarından faydalanarak kürelerin, kutuplardan bağımsız olarak hareket edemeyeceğini iddia etmiştir. Bitrucî'nin gezegenlerinin sıralamasında ise hata yapmaktaydı. Ona göre gezegenler, Ay, Merkür, Güneş, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn şeklindedir ve Venüs'ün konumu Güneş'in üstünde bulunduğu açıklamasından dolayı sıralamada hata yapmıştır (Unat, 2013, s. 108-109).

4.5 15. Yüzyıl'da İslam Dünyasında Astronomi

On dördüncü yüzyılın sonu on beşinci yüzyılın başladığı yıllarda kurulan Timurlular devleti bilimin en parlak dönemi ve önemli bilim adamlarının yaşadığı bir dönemdir. Cengizhan, topraklarını paylaştırırken Türkistan bölgesini oğlu Çağatay'a vermiştir. Çağatay kurmuş olduğu hanlık, kısa bir süre sonra başka beylerin yönetimi, etkisi altına girmiştir. Çağatay'ın emiri olan Timur, Mâverâünnehir bölgesini fethederek Semerkand'ı başkent yapmış ve 1370 yılından kendi adını taşıyan Timurlular devletini kurmuştur. Timur, Horasan, Azerbaycan, Irak, Anadolu ve Suriye kadar topraklarını genişletmiştir. Timur'un ölümünden sonra oğulları toprakları paylaşmış, Bağdat ve Azerbaycan Miranşah, Horasan bölgesine de diğer oğlu Şahrun Mirzah devlet

kurmuştur. Kültürel gelişmelerinin en parlak dönemi Şahrun Mirzah Han döneminde gerçekleşmiştir. Şahrun Mirzah'ın oğlu ise Uluğ Bey hem hükümdar hem de astronomdur. Türkistan bölgesi 15.yüzyıldan itibaren, başkenti Semerkand olmak ile birlikte kültürün ve bilimin merkezi haline gelmiş ve bu durum hem bilim adamı hem de astronom olan Uluğ Bey dönemi hem Batı hem de İslam Dünyasında çığır açacak bir noktaya ulaşmıştır (Unat, 2013, s. 110).

4.5.1 Uluğ Bey

Uluğ Bey, 1394 yılında Azerbaycan'ın Sultaniye şehrinde doğmuş ve 1449 yılında oğlu Abdüllatif tarafından öldürülmüştür. Uluğ Bey'in asıl adı Muhammed Taragay'dır. Bey unvanı o dönemde büyük bir unvan olarak nitelendirilmekteydi, ancak neden ona bu isim verildiğine dair kesin bir bilgi yoktur (Balibeyoğlu, 1997, s. 158-164). Babasının hükümdar olduğu dönemde 1411 yılında Mâverâünnehir bölgesine vali olarak görevlendirilmiş ve 1447'de babasının vefatından sonra tahta çıkmıştır. Ancak hükümdarlığı iki yıl sürmüştür. Bunun sebebi ise oğlu Abdüllatif ile bir savaş içinde olmasından dolayıdır. Oğlunu iki kere yenmiş, ancak oğluna karşı düzenlediği son savaşta oğlunun komplo üzerine yenilmiş ve 1449 yılında oğlu tarafından idam edilmiştir. Uluğ Bey, büyük bir hükümdar olmamasına rağmen yönetici olduğu dönemde bilime önemli katkılar sağlamıştır. En büyük katkısı da Semerkand merkezinde devrin en büyük rasathanesini yaptırmasıdır. Rasathanenin yüksekliği 180 kadem[26]'dir. Rasathanede, Kâdızâde-i Rûmî, el- Kâşî, Ali Kuşçu ve Muinüddin Kâşânî gibi önemli âlimlerle çalışmış ve meşhur zîcini yardımlarıyla oluşturmuştur. Rasathanenin müdürlüğünü el- Kâşî yapmıştır. Ayrıca rasathanenin yanı sıra büyük bir medrese inşa ettirmiş ve medresenin müdürlüğünü de Kâdızâde-i Rûmî'yi tayin etmiştir. Semerkand rasathanesinde 1424 yılından 1435 yılları arasında gözlemler yapılmış, gözlemlerin sonucunda *Zîc-i Uluğ Bey* adlı yapıt ortaya çıkmıştır. Bu önemli yapıt yüzyıllar boyunca etkisini sürdürmüştür (Karakaş, 2009, s. 352).

[26] Kadem: Arapça kökenli uzunluk ölçü birimdir. Metrenin 3/1 kadar uzunluğuna denk gelmektedir.

4.5.2 Gıyâseddin Cemşîd el- Kâşî

Künyesi Gıyâseddin Cemşîd b. Mesud b. Mahmud et- Tabib el- Kâşî, astronom, matematikçi ve doktordur. Doğum ve ölüm tarihi kesin olarak bilinmemekle birlikte Kâş şehrinde doğduğu, Semerkand'da 1437 yılında vefat ettiğini iddia edilmektedir. Eğitimini ilk başlarda tıp üzerine alsa da daha sonra matematik ve astronomi üzerine tahsiline devam etmiştir. Uluğ Bey tarafından rasathanenin müdürlüğüne getirilmiş, rasatların başlamasından kısa bir süre vefat ettiğinden dolayı çalışmalarını tamamlayamamıştır. Merâga rasathanesinde yapılan rasatların kayıtları olan *Zîc-i İlhânî*'yi tekrardan hesaplayarak *Zîc-i Hâkânî fî Tekmil ez-Zîc el-İlhânî* adlı eserini yazmıştır. Ayrıca gök cisimlerinin büyüklüğü ve hareketlerine dair *er-Risâletü'l-Kemâliye*, Usturlâblar içinde *Risâle der sebt-i Usturlâb*, Semerkand rasathanesi için icat ettiği tabaka'l- menatik üzerine *Nüzhetü'l-hadâik* kaleme almıştır. el-Kâşi'nin en önemli eseri matematik alanına dair yazmış olduğu *Miftahü'l Hisâb*'dır. Köklü sayılar ve ondalık kesirler üzerine dair olan bu eser, kesirlerde dört işlem kullanarak örnek vererek açıklamıştır. Bundan dolayı el-Kâşi'nin Ondalık kesirleri ilk defa kullanan bilim adamı olduğu varsayılmaktadır (Karakaş, 2009, s. 341-342).

4.5.3 Kadızâde-i Rûmî

15.yüzyılda yetişmiş en önemli âlimlerden biri olan Kadızâde-i Rûmî, künyesi, Kadızâde-i Rûmî Selâhaddin Musa b. Muhammed b. Kadı Mahmud'dur. 1364 yılında Bursa'da doğan Kadızâde-i Rûmî, 1412 yılında vefat etmiştir. Astronomi ve matematik alanında eğitim almıştır. Uluğ Bey'in Semerkand'da kurmuş olduğu rasathaneye katılmış ve el-Kâşi'nin ölümünden sonra rasathanenin başına getirilmiştir. Semerkand rasathanesinin de yapılan rasatlar, Gıyâseddin Cemşîd'in vefatından sonra rasatlara devam etmiş, ancak vefatından dolayı rasatları tamamlayamamıştır. Matematik ve astronomi alanlarındaki çalışmalarından dolayı Uluğ Bey'e hocalık yapmıştır. Matematik alanındaki çalışmalarını astronomi'ye uygulamıştır. Bunun yanı sıra büyük bir âlim olan Kadızâde-i Rûmî, eş-Şirvânî ve Ali Kuşçunun da hocasıdır. Kadızâde-i Rûmî'nin yazmış olduğu eserler Osmanlı medreselerinde okutulmuş, bundan dolayı Osmanlı tarihinde ilk astronom ve matematikçi olduğu varsayılmaktadır. *el-Mülehhas fî-hey'e*'nin şerhi olan, *Şerh-i Mülahhas fi'l-hey'e,*

astronomi üzerinedir ve Osmanlı medreselerinde okutulmuştur. Ayrıca geometri ve astronomi üzerine yazmış olduğu *Şerh-i eşkâli't te'sis*'de medreselerde işlenmiştir. Yapıtı Öklid geometrisini ve üçgenlerini içeriyordu ve bunun üzerine şerh yazmıştır. 1412 yılında vefatından sonra matematik ve astronomi alanındaki çalışmaları Osmanlı'da yayılmasında öğrencileri Ali Kuşçu ve eş- Şirvânî önemli rol oynamıştır (Karakaş, 2009, s. 347-350).

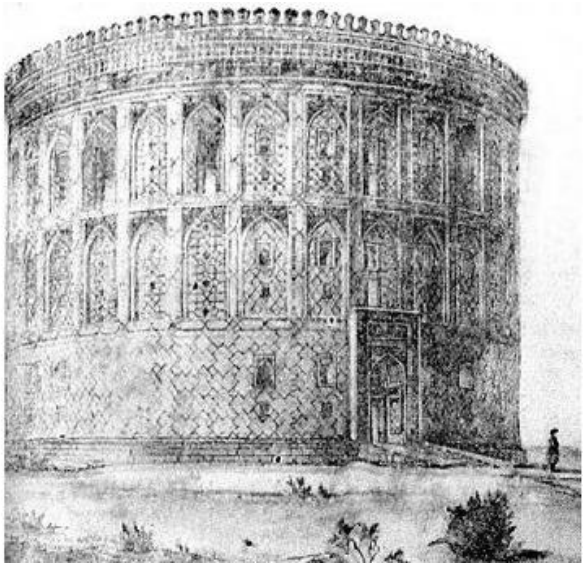
4.5.4 Semerkand Medresesi ve Rasathanesi

15.yüzyılda İslam Dünyası için parlak bir dönemdir. Timur'un Türkistan'ı fethedilmesiyle beraber önemli toprakları kendi himayesi altına almış, Timur, devletinin başkenti olarak ise Semerkand'ı seçmiştir. Timur'un bilime olan destekleriyle beraber Semerkand bölgesi bilim, kültür merkezi haline gelmiştir. Torunu Uluğ Bey babasının vefatından sonra tahta çıkmış, hükümdarlığı çok parlak olmasa da bir âlim olarak önemli çalışmalar yapmıştır. Semerkand'da devrin en büyük rasathanesi yaptırmış ve bunun yanı sıra rasathaneye medrese yaptırmıştır. Uluğ Bey tarafından yapılan Semerkand medresesi inşası 1417 yılından 1421 yılına kadar devam etmiştir. Medresede matematik, astronomi ve Doğa bilimlerine ait dersler işlenmiş bu alanlarda önemli çalımalar yapılmıştır. Günümüzde Registan Külliyesi için bulunan bu yapıt en eski ve en değerli yapıtlardan sayılır. 18. Yüzyıla kadar medrese olarak kullanılmış daha sonra ise 19.yüzyılda medresenin içi boşaltarak ambar deposu olarak kullanılmıştır. Medresenin, Uluğ Bey zamanında ilk müdürü ise Kadızâde-i Rûmî'dir. Devrin önemli bilim adamları burada önemli çalışmalar yapmış, dönemin en önemli bilim merkezi haline gelmiştir (Yavuz, 1993, s. 85-100).



Şekil 4.8 Uluğ bey Semerkand medresesi (Beksaç, 2012)

Uluğ Bey'in Semerkand'da talimatları üzerine yapılan rasathane 1394 yılından 1449 yılına kadar inşası devam etmiştir. Rasathane, 49 metre çapı genişliğinde bir temelin üzerine oturtturulmuş, Silindir şeklinde olan rasathane 30 metre yüksekliğinde ve çiniler ile bezenmiş, üç katlı olarak inşa edilmiştir. Rasathanenin yapımı için Çin başta olmak üzere birçok bilim adamı getirilmiş ve İslam Dünyasının en büyük ikinci rasathanesi olmuştur. Uluğ Bey, rasathaneye müdür olarak el- Kâşî getirmiştir (Bakkal, 2019, s. 124).



Şekil 4.9 Semerkand rasathanesi temsili resmi (Bakkal, 2019, s. 125)

el-Kâşî'nin ölümünden sonra rasathanenin başına Kadızâde-i Rûmî ve daha sonra da Ali Kuşçu getirilmiştir. Rasathanede astronomlar, matematikçiler ve gözlem aletleri yapımında birçok âlim yer almıştır. el-Kâşî, Merâga rasathanesinde yapılan rasatların kayıtlarını olan Zîc- İlhânî'de yapılan hataları düzeltmek için Uluğ Bey'den talimat alarak *Zîc-i Hâkânî fî Tekmil ez-Zîc el-İlhânî* adlı yapıtını ortaya çıkarmıştır. Rasathanede önemli gözlem aletleri kullanılmış, aletlerin çoğu ise Gıyâseddin Cemşîd el-Kâşî tarafından yapılmıştır. Bulunan gözlem aletleri ise; Azimut ve yükseklik belirleme aleti, İki Bacaklı alet, Ekvatoral çember, Çemberli alet, İkili çember, Sinüs'ü belirleyen alet ve Südüs-i Fahri aleti 'dir. Bu alet yarıçapı 40,4 metreden oluşan taştan bir meridyen yaydır. Duvar kadranı olan bu alet 1908 yılında yapılan kazılar sonucunda bir kısmı ortaya çıkarılmış ve Dünyanın en büyük duvar kadranı olduğu varsayılmaktadır. Tahminlere göre alet, Ayasofya Camisinin yüksekliğinde olmakla beraber, Kühek Tepesinin yüksekliğini ölçmek için kullanılmıştır. Rasat aletleri gök cisimlerinin konumlarını, hareketlerini, belirlemek için kullanılmıştır. 1424 yılından 1435 yılına kadar yapılan gözlemler sonucunda *Zîc-i Uluğ Bey* adlı eser ortaya çıkarılmıştır (Bakkal, 2019, s. 125-126). Uluğ Bey'in ölümünden sonra birçok önemli âlim, Semerkand'dan ayrılmış, bilimsel kültürel önemini şehir kaybetmiştir.

4.5.5 Zîc-i Uluğ Bey

1424 yılından 1435 yılına kadar yapılan rasat kayıtları toplanarak oluşturulan eser, dört bölümden oluşmaktadır. Kitabın birinci bölümü, takvimler ve kronolojiye dairdir. Hicri, Sekölid, Yezdirgird, Çin-Uygur ve Melikî takvimlerine yer verilmiştir. İkinci bölüm, pratik ve küresel astronomiye dairdir. Burada trigonometrik fonksiyonların (Sinüs, Kotanjant, Tanjant ve kosinüs) ve gök kürede bulunan ekliptik noktaları, ufuk çizgileri ve ekvatorların koordinatlarını içermekle beraber, kıble yönünü tayin etmekte bulunan içeriklere yer verilmiştir. Üçüncü bölüm, gök cisimlerine dairdir. Gezegenlerin hareketleri, Ay ve Güneş'in Yer'e olan uzaklıklarını verilmiştir. Eserde Yer merkezli sistem kullanılmış, bunun yanı sıra 1018 yıldızın içerdiği bir yıldız kataloğuna da yer verilmiştir. Dördüncü ve son bölüm ise astrolojiye ayrılmıştır (Unat, 2013, s. 114).

Zîc'de yer alan trigonometrik verilere göre Uluğ Bey ve el-Kâşî'nin sin 1^0 için iki yöntem kullanıldığı belirlenmiştir. Kullanılan iki yöntemde de üçüncü derece denklemlere yer verilmiş, burada x, sin 1^0'dır. Sin 1^0 değeri 0,017452406437283571 bulunmuştur. 45° kadar olan her derece için sinüs ve tanjant olarak kullanırken 45°'den 90° kadar her beş derece için sinüs ve tanjant kullanmıştır. Elde edilen sonuçlar gerçek değere çok yakın sonuç niteliğindedir (Unat, 2013).

Tablo 4.3 Zîc-i Uluğ Bey'de yer alan değerlerin karşılaştırılması (Unat, 2013, s. 114)

Zîc-i Uluğ Bey'de Yer alan Değer		**Gerçek Değer**
20 °	0,342020142	0,342020143
23 °	0,390731129	0,390731128
26 °	0,438371147	0,438371147

Ayrıca eserde Satürn, Jüpiter, Mars, Venüs ve Merkür'ün de değerleri de verilmiş, günümüzde geçerli olan değerlere çok yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 4.4 Zîc-i Uluğ Bey'de yer alan değerlerin karşılaştırılması (Unat, 2013, s. 115)

Gezegenler	**Zîc-i Uluğ Bey'de Yer alan Değer**	**Gerçek Değerler**
Satürn	$12° 13^1 39^{11}$	$12° 13^1 36^{11}$
Jüpiter	$30° 20^1 34^{11}$	$30° 20^1 31^{11}$
Mars	$191° 17^1 15^{11}$	$191° 17^1 10^{11}$
Venüs	$224° 17^1 15^{11}$	$224° 17^1 30^{11}$
Merkür	$53° 43^1 13^{11}$	$53° 43^1 3^{11}$

4.6 Osmanlı Döneminde Astronomi

Osmanlı devletinin kurulduğu ilk dönemlerde Orhan Bey tarafından yapılan İznik Medresesi diğer adıyla Orhan Gazi ilk medresedir. Ancak burada pozitif bilimler olan matematik, astronomi, fizik, coğrafya vb. bilimlere çok fazla önem verilmemiştir. Daha çok fıkıh, kelam gibi dini ilimlerle ilgilenilmiştir. Ancak Osmanlı devletinde toprakların genişlemesiyle, ele geçirdikleri bölgelere medreseler inşa edilmesi de göz ardı edilmemesi gereken önemli bir husus olmaktadır. Fatih Sultan Mehmed'in İstanbul'u fethinden sonra pozitif bilimlere olan ilgi artmış, birçok önemli bilim adamı

Osmanlı devletine gelmiştir. Bunlardan biride Fatih Sultan Mehmed'in davetiyle Osmanlı'ya gelen Ali Kuşçudur (Adıvar, 1982, s. 31).

Fatih Sultan Mehmed, İstanbul'u fethettikten sonra kiliseleri, manastırları kısa bir sonra medreseye çevirmiştir. Birçok önemli bilim adamlarını toplayarak pozitif bilimlerde dersler verdirmiştir. Kaynaklara göre matematik ve astronomi alanında ilk hoca Ali Kuşçu olduğu iddia edilmektedir. Uluğ Bey'in kurmuş olduğu medrese ve rasathanede birçok önemli bilim adamı yetişmiştir. Ali Kuşçu ve Fethullah Şirvânî gibi birçok önemli astronom Semerkand'da önemli çalışmalar yapmıştır. Uluğ Bey'in ölümünden sonra bilim adamların çoğu Osmanlı devletine gitmiş ve çalışmalarına orada devam etmişlerdir. Ancak Ali Kuşçu ve Fethullah Şirvânî'den daha önce yaşamış olan astronom Ahmed-i Dâî'nin de önemli eserleri tercüme etmesiyle ün kazanmıştır.

4.6.1 Ahmed Dâî b. İbrahim b. Muhammed

Hayatı hakkında fazla bir bilgi olmamasıyla birlikte ölümü 1421 yıllında ya da daha sonra olduğu varsayılmaktadır. Germiyanlı olduğu ve Germiyan'da bir süreliğine kadılık yapmıştır. Doktor, din âlimi ve şairdir. Onun meşhur olması birçok önemli eseri tercüme etmesinden kaynaklanmaktadır. Bunlardan ilki Kuran- Kerim'in ilk Türkçe tefsirin tercümesi olan *Tercüme-i Tefsîr-i Ebü'l-Leys es-Semerkandî*'dir. Kütahya'da bulunduğu zamanlarda Emir Sultan'ın teşvikiyle hazırlanan bu yapıt, dönemin dili gibi ağdalı bir dil değil, Öz Türkçe ile yazılmıştır. Yapıtına kendi yorumlarına da eklemiştir. Ancak bizim için önemli olan Nasîrüddin Tûsî'nin *Rîsâle-i Sî Fasıl*'ın Türkçeye tercüme edilmiş olan *Tercüme-i Eşkâl-i Nasîr-i Tûsî* (Tercüme-i Sî fasl fi't-takvîm) adlı yapıtıdır. Astroloji ve astronomi hakkında bilgiler içeren ve kendi yorumlarını da eklemiş olduğu bir yapıt, Hicri, Rumi ve diğer medeniyetlerde ortaya çıkan takvimler, saatler, gezegenler ve burçlar hakkında bilgi vermiştir. Yapıtında diğer çalışmaların da olduğu ağdalı bir dilden kaçınmış, Öz Türkçe kullanmıştır (Kut, 1989).

4.6.2 Fethullah Şirvânî

Künyesi Fethullah eş-Şirvânî b. Abdullah olan, 15.yüzyılda II. Murad döneminde yaşamış âlimlerdendir. Hayatı hakkında bilgi olmamakla birlikte ölümünün 1486 yılları sonrasında olduğu tahmin edilmektedir. Eğitim hayatına Semerkand'da başlamış, daha sonra Kastamonu'da Candaroğulları Beyliğinden olan İsmail Bey'in ilgisini çekmesi üzerine onun destekleriyle mantık, astronomi, matematik, kelam gibi dersler vermiştir. Osmanlının Kastamonu'yu topraklarına katmasından sonra Fatih Sultan Mehmed'in ilgisini kazanmış, böylelikle Anadolu'da astronomi, matematik, geometri bilimlerinde dersler vermiş, Anadolu'da pozitif bilimlere olan ilgiyi toplamıştır. Şirvânî'nin en önemli yapıtı ise Kâdîzâde Musa Paşanın Şerhi olan *Şerh el-Mulahhas fi'l- Hey'e* adlı yapıtına yapmış olduğu *Hâşiye Ala Şerh el-Mulahhas lî Kâdîzâde*'dir. Haşiyesi[27] Arapçadır ve Fatih Sultan Mehmed'e ithaf edilmiştir. Daha sonraları birçok astronom açıklamalarda bulunmuş ve Osmanlı medreselerinde ders kitabı özelliğini kazanmıştır (Unat, Kalaycıoğulları, & Engin, 2005, s. 44-45).

4.6.3 Ali Kuşçu

Künyesi, Alâeddin Ali Kuşçu b. Muhammed el-Kuşçu'dur. Hayatı hakkında kesin bilgi olmamakla birlikte 15.yüzyılda Semerkand'da doğduğu tahmin edilmektedir. Babasının Uluğ Bey'in Doğancıbaşı olmasından dolayı Kuşçu takma adıyla tanınmıştır. Astronomi ve matematik eğitimini Kadızâde Rumi ve Uluğ Bey'den almıştır. Bir ara Semerkand medresesindeki eğitimin yetersizliğinden dolayı Kirman'a Uluğ Bey'den gizli bir şekilde gitmiş dönüşünden yazmış olduğu risâlesi, *Risâle fî Hall el-Eşkâl el-Mu'addil li'l-Mesîr yazmış*, Uluğ Bey'e takdim etmiştir. Ayrıca Kirman'da Nasîrüddin Tûsî'nin *Tecrid el-Kelam* adlı yapıtına şerh olarak *Şerh-i Cedid-i Tecrid* yazmıştır (Unat, 1990, s. 21-22).

Zîc-i Uluğ Bey'in hazırlanmasında Kadızâde-i Rumi, Gıyâseddin Cemşîd el-Kâşî'ye yardımcı olmuştur. Onların vefatından sonra Ali Kuşçu devam etmiş ve rasathane müdürü olmuştur. Uluğ Bey'in oğlu tarafından öldürülmesinden sonra Tebriz'de Akkoyunlu hükümdarının yanında sığınmış, ancak Akkoyunlu ve Osmanlılar arasında

[27] Haşiye, Şerhe yapılan açıklamadır.

çıkan savaşta barışı sağlamak amacıyla İstanbul'a elçi olarak görevlendirildiği sırada Fatih Sultan Mehmed'in ilgisini çekmesinden dolayı, Fatih tarafından İstanbul'da kalması teklif edilmiştir. Elçilik görevinin tamamlanmasından sonra İstanbul'a yerleşen Ali Kuşçu, İstanbul'a geldikten kısa bir süre sonra Ayasofya Medresesine hoca olarak atanmıştır. Burada astronomi ve matematiğe dair dersler vermiştir (Unat, 1990, s. 23-25).

Ali Kuşçunun astronomi ve matematik alanında yapmış olduğu çalışmalar, pozitif bilimlere olan ilgiyi arttırmıştır. Birçok bilim adamı İstanbul'a ziyaretler düzenlenmiş, ondan ilham almıştır. Ali Kuşçu'dan sonra Mihrim Çelebi ve Takîyüddin gibi birçok önemli astronom yetişmiştir. Ali Kuşçu astronomi alanında birçok önemli eser ortaya koymuştur. Bunlardan ilki 1457 yılında Farsça olan *Risâle fi'l hey'e*'dir. Akkoyunlular ile yapılan Otlukbeli savaşı sırasından Arapça çevirdiği eserin tamamlanmasıyla, Fatih Sultan Mehmed'e zaferi sonucunda sunmuştur. Bundan dolayı *Fethiyye* olarak adlandırılmıştır. Yapıtı üç makaleden oluşmaktadır. Birinci makale gök cisimlerin küreleri hakkındadır. Kürelerin hareketleri hakkında bilgi vermiştir. İkinci makalede, Yer'in koordinatları, gece ve gündüzlerin bölümlerinden, ufuk çizgisinden enlemlerin özelliklerinden bahsetmiştir. Üçüncü bölümde ise, gezegenlerin uzaklıkları, boyutları hakkındadır. Ay'ın Yer'e olan uzaklığını, Güneş'e olan uzaklığını, Merkür, Venüs ve Mars hakkında bilgiler verilmiştir (Unat, 1990, s. 35-37).

Ali Kuşçu gezegenlerin hareketlerini açıklamak için iç içe geçmiş küreler sistemini kullanmıştır. Güneş'in hareketlerini açıklamak için iki küre kullanmış, bunlar ortak merkezli küre ve dışmerkezli kürelerdir. Ortak merkezli kürenin merkezi, aynı zamanda evreninde merkezidir. Dışmerkezli kürenin merkezi ise, merkeze yakın olan bir alana kaydırılmıştır. Ayrıca dışmerkezli küre ve ortak merkezli küre birbirine paraleldir. Güneş, içi dolu ve küreseldir. Dışmerkezli kürenin içinde küresel olarak hareket eden bir sistem inşa etmiştir (Unat, 1990, s. 38-40).

4.6.4 Mîrim Çelebi

Künyesi, Mîrim Çelebi Mahmud b. Muhammed Er-Rûmî'dir. Doğum tarihi kesin olmamakla birlikte 1525 yılında vefat etmiştir. Mîrim Çelebi 16.yüzyılda yaşamış

matematikçi, astronom ve kozmograf'dır. Kadızâde-i Rumî ve Ali Kuşçunun torunu olan Mîrim Çelebi âlim bir aileden gelmektedir. Hocazâde ve Sinan Paşadan dersler almış, İlk olarak Gelibolu medresesi, daha sonra Edirne Taşra Medresesinde ve son olarak Bursa'da Manastır medresesinde hocalık yapmıştır. Astronomi ve matematik alanlarında yapmış olduğu çalışmalardan dolayı ün kazanmış, II. Bayezid'e matematik dersi vermiştir. Yavuz Sultan Selim döneminde de Anadolu kazaskerliği yapmıştır (Karakaş, 2009, s. 403-404).

Düstûrü'l-amel ve *tashîhu'l-cedvel* en meşhur eserleridir. Matematiğe dair olan eseri Farsça yazılmış ve Zîc-i Uluğ Bey'in şerhidir. Eserinde Uluğ Bey'in zîcinin geometriye dayandığını ve başka herhangi bir açıklamanın yer vermediğinden bahsetmiştir. Ayrıca dedesi Ali Kuşçunun da *Şerhu risâleti'l-Fethiyye* adlı eserinde şerhini yapmıştır (Karakaş, 2009, s. 404).

4.6.5 Takîyüddin

16. yüzyılda yaşamış Osmanlı bilim tarihinin en önemli âlimlerinden biridir. Künyesi Takîyüddin Er-Rasld b. Muhammed b. Ma'rûf'dur. Matematik, astronomi, fizik, optik alanlarında çalışmıştır. 1521 yılında Şam'da doğan Takîyüddin 1585 yılında vefat etmiştir. Hayatı boyunca önemli çalışmalar yapan Takıyüddin yaşadığı devrin en önemli astronomlarındandır. Eğitim hayatını Kahire'de başlayan Takîyüddin, dini ilimleri Kahire'de öğrenmiştir. Mısır'da kadı olan Abdülkerim Efendi ve onun babası Kutbettin Efendinin Ali Kuşçunun eserleri, rasat aletleri ve matematik ve astronomi alanındaki kitapları Takîyüddin'e vermesinden sonra bu alanlarda ilerlemiştir. Semerkand bölgesinde gelişen kültürel ve bilimsel çalışmaları, âlimleri ve ortaya çıkan yapıtları yakından takip etmiştir. Kahire'de birçok önemli medreselerde hocalık yapmış, III. Murad döneminde İstanbul'a gelmiştir. Padişahın hocası Sâdeddin'in tavsiyeleri üzerine saraya girmiş ve sarayın Müneccimbaşı Mustafa Çelebinin ölümünden sonra Müneccimbaşı olmuştur (Demir, 1999, s. 403-424).

Müneccimbaşı olduktan sonra İslam Dünyasında yazılan zîcleri gözden geçirmiştir. Bunlardan en önemlisi de Uluğ Bey'in zîci'dir. Uluğ Bey'in zîc'i o dönemde kıble, zaman tayinlerini için kullanılmaktaydı. Ancak Takîyüddin bunun yetersiz olduğunu

ve yeni rasatların yapılması gerektiği kanısına varmıştır. Sarayın destekleriyle Tophane'de 1579 yılında rasathane inşa edilmiş, bu rasathanenin en önemli özelliklerinden biri İstanbul'un fethinden bu zamana kadara geçen zamanda, Takîyüddin tarafından İstanbul'da ilk ve son rasatlarını bu rasathanede yapılmış olmasıdır. İstanbul rasathanesinde yapılan rasatların sonucunda Takîyüddin astronomi cetveli hazırlamıştır. Osmanlı tarihi için bir dönüm noktası olan İstanbul rasathanesi ne yazık ki dönemin Şeyhülislam Ahmed Şemseddin'in ile yaşanılan problemden dolayı padişahın emriyle İstanbul rasathanesi yıktırılmıştır (Karakaş, 2009, s. 432).

Takîyüddin matematik alanında da önemli çalışmalar yapmıştır. Ondalık kesirleri, *Cerfdetü 'd-Dürer* (İnciler Topluluğu) adlı yapıtının giriş kısmında bahsettiği üzere el-Kâşî'nin *Mijtahü' l-Hisab* (Aritmetiğin Anahtarı) adlı yapıtında öğrenmiştir. Ona göre el-Kâşî çalışmalarını kesir hesaplamalarıyla sınırlanmış, trigonometri ve astronomiye uygulamaktan kaçınmıştır. Takîyüddin, ondalık kesirleri trigonometri ve astronomiye uygulayarak, uygulandığı alanı genişletmiştir (Demir, 1999, s. 407).

Takîyüddin, *Bugyet el-Tüllâb min İlm el-Hâsib* (Aritmetikten Beklediklerimiz) adlı yapıtında altmışlık yöntemin gök cisimlerinin konumlarını tespit etmek için yetersiz olduğundan bahsetmiştir. El-Kâşî, Mijtahü'l-Hisab'ında ondalık kesirlerin altmışlık yönteme, altmışlık yönteminde ondalık kesirlere dönüştürmesinin belirli kurallarından söz etmiştir. Çarpma, bölme, kök alma gibi işlemlerin altmışlık yönteme uyarlanmasını iddia etmiştir (Demir, 1999, s. 407). Ancak Takîyüddin, bunu karmaşık bulmaktadır. Ona göre ondalık kesirde, kesir basamakların çoğunluğuna göre bölme, çarpma işlemlerin gezegenlerin hareketlerini gösterir, bu da tabloların hazırlanmasında daha basit bir yol olduğunu varsaymıştır (Unat, 2013, s. 120). Böylelikle *Bugyet el-Tüllâb min İlm el-Hâsib* yapıtında, Ptolemaios'tan bu zamana kadar kullanılan sistematikleşmiş altmış yöntemi terk ederek ondalık kesirleri kullanmıştır. Ondalık kesir sistemi, astronomi de karmaşık işlemlerinin, gezegenlerin konumlarını hesaplamada, günlük hareketlerin dakik bir şekilde hesaplamasını kolaylaştırmıştır.

İstanbul rasathanesindeki rasat kayıtlarına ondalık kesir sistemini uygulayarak *Teshilu Zici'l- Aşariyyi'ş-Şehinşahiyye* (Sultanın Onluk Sistemine Göre Düzenlenen Zîcinin Yorumu) adlı zîc hazırlamıştır. 1580 yılında tamamlanan bu zîc, Yer merkezli sisteme

göre hazırlanmış, açı ve yayların 1° küçük olanlarında ondalık kesirlere göre düzenlenmiştir. Böylelikle örneğin altmışlık yöntemde 31°8' 49" 12"' bulunan değer ondalık sistemde 31,147°olarak bulunuştur. Takîyüddin'nin bulmuş olduğu bu yöntem onun vefatından sonra yeterli donanım olmamasından dolayı tutunamamış ve zamanla unutulmuştur. Batı'da ise Ptolemaios'un kurmuş olduğu sistemin terk edilmesi ve yeni bir kuramın kabul görmesi zor olmasından dolayı göz ardı edilmiştir (Demir, 1999, s. 411-412).

Takîyüddin en önemli çalışmalarını İstanbul rasathanesinde yapmıştır. Gök cisimlerine dair yapmış olduğu rasatlarda en önemlisi Güneş üzerinedir. Hesaplamaları Batı ve İslam Dünyasında yüzyılın en iyi çalışmaları olarak kabul edilmiştir. Güneş'in Yer'e olan konumunu ve hareketiyle alakalı ilk çalışma Hipparcus tarafından uygulanmıştı. Hipparcus, Aristoteles'in evren modeline uygun bir model geliştirmiş, bunun sebebi ise gözlemlerin, temel kuramlarla uyuşmamasından kaynaklanmasıdır. Gök cisimlerin konumlarının sürekli değişmesi ve hareketten kaynaklanan uyuşmazlıklar dolayı olduğunu iddia etmiştir. Hipparcus, dışmerkezli sistemini uygulayarak gözlemler ile var olan kuramların uymasını sağlamıştır. Hipparcus 'tan sonra Ptolemaios'un bu yöntemi kullanmasından sonra, hem İslam Dünyasında hem de Batı'da kabul görülmüştür. Güneş'in yörüngesi kendi yörüngesi dışında, merkezi kaymış yani dışmerkez yörüngesinde bulunduğu var sayılıyordu. Hipparcus, yörünge ile Yer'in merkezine olan mesafeyi, yarıçapının 60 birim kabul gördüğünde $2,5^{p}$ olarak bulmuştur. Bu hesaplamalar karmaşık ve hatalar olmasına rağmen yerine yeni bir kuram geliştirilmediğinden dolayı 16. Yüzyıla kadar etkisini sürdürmüştür. Batı'da Copernicus ve Brahe, üç gözlem noktası adı verilen, hesaplamaların dâhil edilmediği yöntem kullanmışlardır. Ancak onlardan daha önce ise Beyrûnî, Nasîrüddin Tûsî ve Takîyüddin tarafından kullanıldığını iddia edilmiştir. Takîyüddin, *Sidret el-Müntehâ* adlı yapıtında üç yöntemden bahsetmektedir. (Unat, 2013, s. 122)'ın belirttiğine göre "İkincisi, nerede olursa olsunlar ikisi karşılıklı olmak koşuluyla üç nokta yardımı ile modernlerin izledikleri yoldur. Dışmerkezlik değerini, $2^{p}\ 0^{1}\ 34^{11}\ 6^{111}\ 53^{IV}\ 41^{V}\ 8^{VI}$ olarak hesap etmiştir. Copernicus değeri, $1^{p}\ 56^{1,}$ Brahe, $2^{p}\ 9^{1}\ 2^{11}\ 24^{111}$ olarak vermiştir."

4.6.5.1 İstanbul rasathanesi

Osmanlı tarihinin ilk rasathanesi olan İstanbul rasathanesi II. Murad döneminde kurulmuştur. Uluğ Bey'in zîc'i o dönemde kıble, zaman tayinlerini için kullanılmış, ancak Takîyüddin bunun yetersiz olduğunu ve yeni rasatların yapılması gerektiği kanısına varmıştır. Şeyhülislam Hoca Sadeddin ve Sadrazam Sokullu Mehmet Paşanın destekleriyle Topkapı'da 1575 yılında Takîyüddin tarafından kurulan rasathane, birçok önemli eserler ve gözlem aletleri, rasathaneye getirilmiştir. Bundan dolayı 16.yüzyılın en zengin gözlem aletlerin olduğu bir merkez haline gelmiştir. Aynı dönemde Batı'da Tycho Brahe'nin 1576 yılında yapımına başlanan rasathanesindeki aletlerle İstanbul rasathanesi arasındaki aletler benzerlik vardı. İki rasathanede de duvar kadranı, sextant gibi gözlem aletlerinin olunduğu iddia edilmiştir (Bakkal, 2019, s. 128).

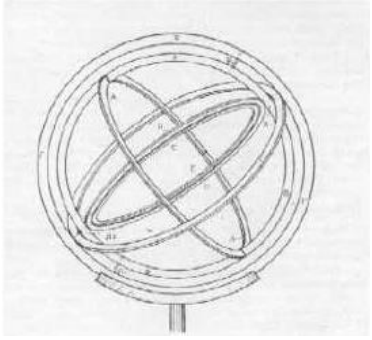


Şekil 4.10 İstanbul rasathanesi (Bakkal, 2019, s. 129)

Takîyüddin, saati gözlem aracı olarak kullanmıştır. Batı'da saniyenin kullanılması ile rasathane de saatin gözlem aracı kullanılması, İstanbul rasathanesinden çok daha sonra olmuştur. İstanbul rasathanesinin yapısı hakkında çok fazla bilgi olmamasına rağmen kullanılan gözlem araçları oldukça önemlidir. İcat edilen gözlem araçlarıyla Güneş ve Ay'ın konumları tespit edilmiştir (Unat, 2013, s. 123).

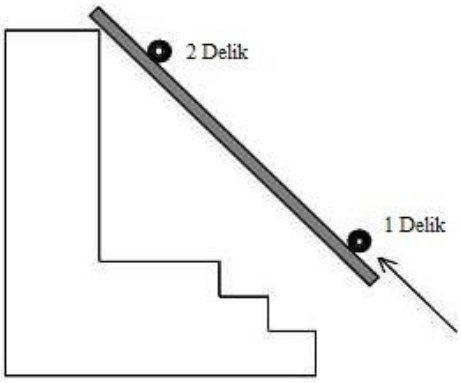
Hangi gözlem aletlerin kullanıldığına dair bilgileri üç önemli makale kaynak olmaktadır. Bunlardan ilki, anonim bir yazar tarafından yazılan *Âlât-ı Rasadiye li Zîc-i Şehinşahiye* adlı risâledir. Eser, gözlem araçlarının tasviri hakkında bilgi vermiştir. İkincisi, *Sidret el-Müntehâ*'dır. Eserin ne zaman yazıldığı bilinmemekle birlikte, Takîyüddin 1577-1580 yılları arasında kaleme alınmıştır. Son ve üçüncü eser ise, Alâüddin Mansur kaleme aldığı *Şehinşâhnâme* şiirleridir. Kullanılan gözlem aletleri ise şunlardır; Zât el-halâk (Halkalı Araç, Armillary Sphere), Zât el-Sakbeteyn (İki Delikli Araç, Dioptra), Zât el-Şu'beteyn (Cetvelli Araç, Turquetum), Duvar Kadranı (Libne, Mural Quadrant), İtidal Halkası (Halkat ül-üstüvâ, Ekinoktitial Armil), Zât el-Evtar (Kirişli Araç), Zât el-Semt ve'l-İrtifâ (Azimut Yarım Halkası, Azimuthal Semicircle), Rub-ı Mıstara (Tahta Kadran, Cetvelli Kadran, Rub-ı Deffe), Müşebbehe bi'l Monâtık, Zât el-Ceyb, Saatler ve Sindî Cetveli'dir (Unat, 2002, s. 277-288).

Zât el-halâk (Halkalı Araç, Armillary Sphere); Rasathanede kullanılan en büyük gözlem aletidir. Yıldızların ve gezegenlerin enlem ve boylamlarını tespit etmek için kullanılmıştır. Bundan dolayı rasathanelerin en temel, başlıca aleti olmuştur. Bu aletin, iki tane pirinçten yapılmış, hacimleri çapları birbirine eşit halkalar kullanılmış, Pirinç, kullanılmasının sebebi ise yüzeyinde çatlakların meydana gelmemesi, eğilmesi ya da bükülmesi zor olmasından ve şekil verirken kolay erimesinden kaynaklanmaktadır. (Tekeli, 1961, s. 213-238) Aletin ilk örneğini Ptolemaios'un Almagest kitabında verilmiştir. Takîyüddin aletin yapımında iki halkaya 91/6 çapında iki temel halka dört halka eklenmiştir. Ayrıca alet ayakta sabit durabilmesi için ufuk adı verilen kaidenin üzerine yerleştirilmiştir. Kaidenin uçları başka bir Kaide'ye tutturulmuştur. Buna benzer bir alet 16.yüzyılda Batı'da kullanılmıştır (Unat, 2013, s. 123).



Şekil 4.11 Zat-el halâk (Unat, 2002, s. 277-288)

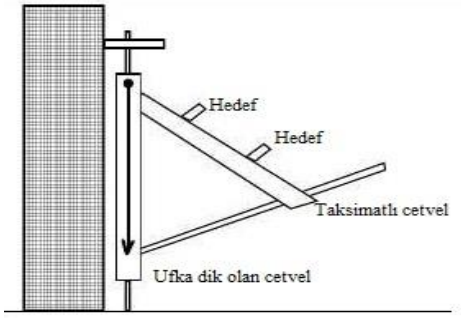
Zât- el-sakbeteyn (İki Delikli Araç, Dioptra); Güneş ve Ay tutulmaların hesaplamak için kullanılmıştır. Dakikaların doğru tespit edilmesinin istenmesinden dolayı Takîyüddin bu aleti büyük çapta inşa etmiştir.



Şekil 4.12 Zat el-Sakbeteyn (Unat, 2002, s. 277-288)

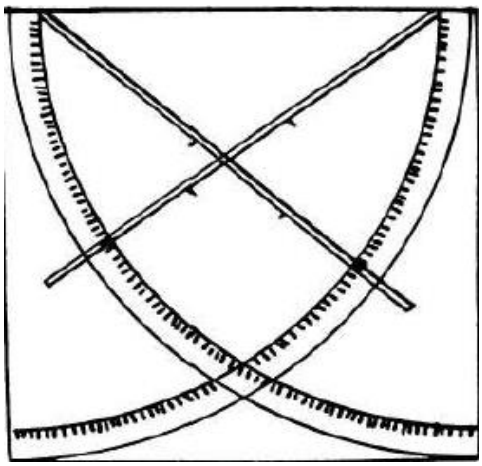
Yukarıda şekle göre, gözlemci ilk olarak birinci delikten bakarak, gök cisminin yuvarlak, yassı (tekerlek biçiminde) şekli ikinci delikten görmeye çalışılmış, gök cismi, delikten görülecek konuma getirilmiş ve taksimat gök cisminin çapını vermiştir (Unat, 2002, s. 277-288).

Zât el-Şu'beteyn (Cetvelli Araç, Turquetum); *Islah el-Mecistî* adlı yapıtı yazan Cabir İbn Eflah gözlem aletinin ilk örneğini Ptolemaios'un cetvelli aracın ilk tasvirinden aldığından bahsetmiştir. Cabir İbn Eflah'ın eseri Latinceye çevrildikten sonra *Turquetum* adıyla yeni bir gözlem aracı olarak ortaya çıkmıştır. Bu alet Ay'ın Yer'e olan uzaklığını ölçmek için kullanılmış, Takîyüddin'de Ptolemaios'un aletinin aynısını rasathanesine koymuştur. Alet üç cetvelden meydana gelmiştir. İlk cetvel, ufka dik, ikincisi tepesinde eksenle birleştirilip üçüncü ise, kirişlerle bölünerek, birinci cetvele bağlanmıştır (Unat, 2002, s. 277-288).



Şekil 4.13 Zât el- şu'beteyn (Unat, 2002, s. 277-288)

Duvar Kadranı (Libne, Mural Quadrant); Meridyenlerin geçişlerini ve yıldızların konumlarını tespit etmekte kullanılmıştır. Kare şeklinde olan düz bir kadrandır. Kadran düz bir konuma getirilerek, meridyen sisteminde uyum içinde olmasını sağlamış, kadrana iki tane güney ve kuzey yay şeklinde çeyrek dairesel yay yerleştirilmiştir. Gözlem anında yaylar, yıldızların, gezegenlerin konumlarını belirlemek için eğim ve yaylar, bulunduğu yerin konumunu, yıldızın ekvatordaki düzlemsel açısal uzaklığını vermesi için mihver yayların birinin merkezine takılmıştır. Böylelikle belirli konumların tespit edilmesi sağlanmıştır (Tekeli, 1961, s. 213-238).



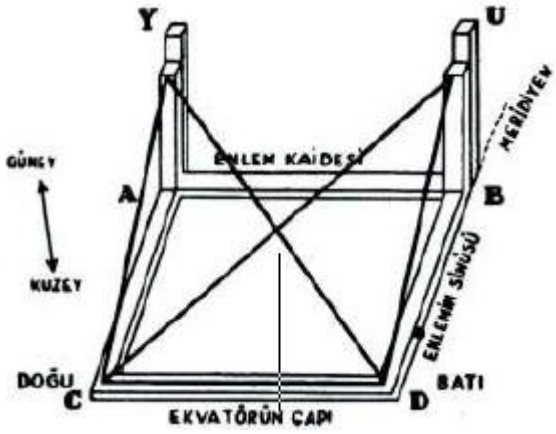
Şekil 4.14 Duvar kadranı (Tekeli, 1961, s. 213-238)

Duvar kadranı antik çağlardan itibaren gözlemler için en çok kullanılan gözlem aleti olmuştur. İlk örneği Aristoteles'in öğrencisi olan Dicaearchos tarafından yapılmıştır. Bir dağın yüksekliğini tespit etmek içinde Eratosthenes tarafından kullanılmıştır. Duvar kadranı alakalı İslam Dünyasında ilk yapıt ise Harezmî tarafından kaleme alınmıştır. İslam Dünyasında ve Batı'da yapılan kadranların taksimatları küçük olduğundan dolayı dakik tespitler yapılmamıştır (Unat, 2002, s. 277-288).

İstanbul rasathanesinde ise duvar kadranı 6 metre uzunluğunda, pirinçten ve duvar düzlemi üzerine inşa edilmiştir. Batıda ise buna benzer kadrandan tercih edilmemiş, Ptolemaios'un kullandığı duvar kadranı daha çok tercih edilmiştir. İstanbul rasathanesinde kullanılan duvar kadranı ilk defa Tycho Brahe tarafından kullanılmıştır (Unat, 2013, s. 124).

İtidal Halkası (Halkat ül-üstüvâ, Ekinoktitial Armil); Eğilip bükülmesi zor olduğundan dolayı bakırdan yapılan halkadır. Yüzeyleri birbirlerine paralel olan aletin, ekinoks noktalarının tespiti için ekvator düzlemine dikey şekilde inşa edilmiştir (Tekeli, 1961, s. 213-238). Oldukça büyük bir halka olan İtidal halkası, itidal noktalarını belirlemek için kullanılmıştır. Gözlem aletini icat eden Hipparcus'tur. İlk örneğine ise Ptolemaios'ta rastlanmıştır. Ptolemaios, Güneş'in itidal noktalarını tespit etmek için kullanmış, İtidal noktası tespit edildiği an aydınlanmaktaydı. Ancak Takîyüddin, İtidal halkasını bir süre kullandıktan sonra onun yerine Zât el-evtar'ı kullanmayı tercih etmiştir (Unat, 2002, s. 277-288).

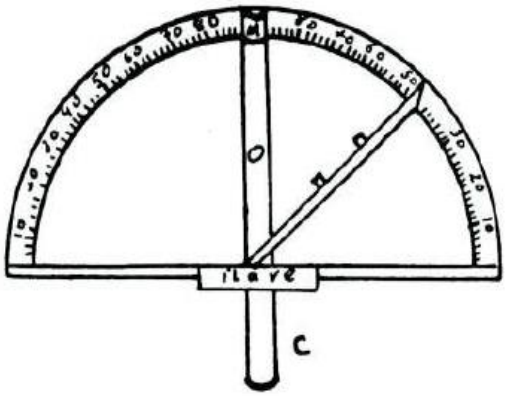
Zât el-Evtar (Kirişli Araç); Takîyüddin'nin kendi icadı olan bu alet, İtidal noktasının tespiti için kullanılmıştır. Dikey konuma getirilmiş, dikdörtgen şekil üstünde dört cetvel vardır, bunlar birbirine paralel olarak yerleştirilmiştir. Uzun olan cetvel, altmış bölümden, AC ve BD cetvellerin boyu bulunduğu memleketin enleminin sinüsü kadardır. AB ve CD, doğu ve batısında olmak üzere birbirlerine paralel şeklinde yerleştirilmiştir. AY ve BU enlem kaideleri dikey konuma getirilmiştir. Memleketin enlemine göre uzunluğu eşit bölüntülerle ayrılmıştır. Doğu ve Batıdan ipler geçirilerek, üçgen şekli ortaya çıkar böylelikle ekinoks noktaları tespit edilmesi sağlanmıştır (Unat, 2002, s. 277-288).



Şekil 4.15 Zât el-evtar (Tekeli, 1961, s. 213-238)

Zât el-Semt ve'l-İrtifâ (Azimut Yarım Halkası, Azimuthal Semicircle); Bakırdan yapılmış, yarım halka şeklinde, yüzeyleri düz bir alettir. Merkezinde cetvelin hareket etmesi için iki delik bulmaktaydı. Yarım halkanın yüzeyi 180° bölünmüş ve taksimat yarım halkanın iki tarafından başlayarak orta bulunan 90° buluşmaktadır. Cetvel iki

delikten ışıklar girinceye kadar döndürülür, böylelikle eksen tespit edilmiştir (Tekeli, 1961, s. 213-238). Yıldızların ve gezegenlerin yüksekliğini ve azimut noktasını tespiti için kullanılan bu önemli alet, İbn Sinâ'dan itibaren kullanılmaya başlamış Tûsî zamanında ise en mükemmel haline gelmiştir. Batı'da ise ilk defa Tycho Brahe tarafından kullanılmıştır (Unat, 2013, s. 124).



Şekil 4.16 Zât el-semt ve'l-irtifâ (Tekeli, 1961, s. 213-238)

Rub-ı Mıstara (Tahta Kadran, Cetvelli Kadran, Rub-ı Deffe); Tahta cetvelden yapılmış çeyrek dairedir. Yıldızların yüksekliğini ve zenit (en yüksek nokta) yüksekliğini ölçmek için kullanılmıştır. İstanbul rasathanesinde Takîyüddin, yarıçapı 450 cm, yüksekliği 4,5 metre çapında çeyrek daireden oluşmaktadır. Üç tane cetvel vardır, bunların ikisi iki ucunda, üçüncüsü ise ortada yer almaktaydı. Ortada şakul[28], asılı bir şekilde durur ve iki yanda bulunan cetvel hedefi tespit etmek için kullanılmıştır. Gözlemci bulunan merdivenden şakul'ün hareketini göre gözlemler yapmış, böylelikle şakul, cetvelde bulunan noktaya geldiğinde yüksekliği vermiştir (Unat, 2002, s. 277-288).

Müşebbehe bi'l Monâtık; Takîyüddin'nin kendi icadıdır. Yıldızların arasındaki açıyı ölçmeye yarar ve bir bakıma sekstant'a benzemektedir. Cetvelli araçta olduğu gibi iki cetvel tepede üçüncü cetvel ise ortada bulunmaktadır. İki cetvelin birleşmesi içi boş bakırdan bir daire vardır. Üçüncü cetvel bu boşluğun içinde geçirilir. Böylelikle sağa sola hareketler ettirilerek açının ölçülmesi sağlamıştır (Unat, 2002, s. 277-288).

[28] Şakul: Ucunda konik şekilde bir ağırlık bağlı uzunca bir ipten oluşan düzeneğe şakul denir (Şakül Nedir? , 2021).

Zât el-Ceyb; İki cetvelli araçta olduğu gibi iki cetvelden oluşur. Cetvellerin uçlarında işaret vardır, cetvellerden biri enleme göre altmış bölüme ayrılmış diğer cetvelde ise şakul asılmıştır. Birinci cetvel ufka paralel, ikinci cetvel ise yıldızın görünceye kadar kaldırılmıştır. Takîyüddin, bu aleti mükemmel, eşi benzeri olmayan olarak tanımlamıştır (Unat, 2002, s. 277-288).

Sindî Cetveli; Bu alet rasathanenin temel aletlerinden biri olmadığından dolayı hakkında fazla bir bilgi yoktur. Sindî Cetveli hakkında bilgileri Alâüddin Mansur kaleme aldığı *Şehinşâhnâme* şiirinden elde edilmiştir. Kaynağa göre, aletlerin dakikliği arttırmak için kullanılmıştır (Unat, 2002, s. 277-288).

Saatler; Takîyüddin, İstanbul rasathanesinde gözlem aracı olarak kullanmıştır. Güneş ile yıldız arasındaki geçen süreyi hesaplamak için kullanılmış, Gözlemlerin dakik sonuçların elde edebilmek için saatlere ihtiyaç olunmuştur. Ancak 16.yüzyıl'da sonlarına doğru gözlem aracı olarak kullanabilecek dakikliğe ulaşılmıştır (Unat, 2013, s. 125).

İstanbul rasathanesinde Takîyüddin teleskop kullanıp kullanmadığına dair varsayım söz konusudur. Uzaktaki cisimleri yakınlaştırmak ve daha net gözükmesi için optik bir alet kullandığı bilinmektedir. Bununla alakalı olarak *Kitâbu Nûr-i Hadakati"l-Ebsâr* ve *Nûr-i Hadîkati"l-Enzâr* (Göz ve Bakış Bahçelerinin Işığı Üzerine Kitap) adlı yapıtında bahsetmiştir.

> Ben uzakta bulunmaları nedeniyle görülemez (gözden gizlenmiş olan) eşyayı en ince ayrıntılarıyla gösterebilen ve ortalama uzaklıkta bulunan gemilerin yelkenlerini bir ucundan tek bir gözle baktığımızda görebileceğimiz ve (daha önce) Yunanlı bilginlerin yapıp, İskenderiye Kulesine yerleştirmiş olduklarına benzer bir billur (mercek) yaptım (Unat, 2002, s. 277-288).

Takîyüddin'nin tanımlamasına göre optik aleti, teleskop olarak tanımlamak bir bakıma mümkündür. Kaynaklara göre teleskop 1600 yıllarda var olmuş, gözlem aleti olarak kullanılması ise, Galileo Galilei ile başlamıştır. Ancak Kitâbu Nûr-i Hadakati"l-Ebsâr ve Nûr-i Hadîkati"l-Enzâr'ın (Göz ve Bakış Bahçelerinin Işığı Üzerine Kitap) yazım yılı 1574 yılı olduğuna göre, Antik uygarlıklar zamanında kullanılan gözlem borusu olabileceği de varsayılmıştır. İstanbul rasathanesi önemli aletler kullanılarak önemli rasat kayıtları tutulmuştur. Hükümdarın hocası olan Sadeddin Efendi ile saray Efkan'ı

arasında belirli anlaşmazlık yaşanmış, 1577 yılında kuyruklu yıldız gözlemlenmiş, bundan bir yıl sonra çıkan veba salgını rasathane ile bağlandırılmıştır. Bundan dolayı dönemin Kaptan-ı Deryası Kılıç Ali Paşa'ya hükümdarın emir vermesiyle birlikte rasathane yıktırılmıştır (Unat, 2013, s. 126).

4.6.6 Osmanlı Devletinde Modern Astronominin Başlangıcı

Osmanlılar'da modern astronomini 17.yüzyılda başlamış, ancak kabul görmesi 18.yüzyılın sonları, 19.yüzyılın başlarında olmuştur. Modern astronomi ait bilgiler coğrafya yapıtlarının tercümeleri ve zîclerle olmuştur. *Secencel el-Eflâk fî Gâyet el-İdrâk* (Feleklerin Aynası ve İdrâkin Gâyesi) adlı eserini 1660-1664 yılları arasında kaleme alan İbrahim Efendi, Copernicus'un Güneş merkezli sisteminden bahseden ilk yapıtı kaleme alan astronom Noel Durret'in zîc'ini tercümesidir. Kitabında kendi dönemine kadar zîcleri ve Copernicus sisteminden bahsetmiştir. Fransız coğrafyacıların zîcleri 18.yüzyılın başlarında tercüme edilmiştir. Ancak Copernicus sistemine karşı ön yargı olması, yeni sistemin kabulü 19.yüzyılda olmuştur. Modern astronomiden bahseden ikinci eser ise, Ebû Bekir b. Behrâm ed-Dımaşkī, baba ve oğul olan Wilhelm ve Joan Blaeu'un Dünya coğrafya atlası olan eserleri Atlas Mayor'u 1685 yılında *Nusret el-İslâm ve'l-Surur fî Tahrîri Atlas Mayor* olarak tercüme etmiştir. Eserinde Ptolemaios, Copernicus, Brahe, Andreas Argoli sistemlerinden bahsetmiştir. On ciltlik bir eser olan Atlas Mayor'da baba ve oğul, Yer merkezli sistemi savunmuş, Güneş merkezli sistemin ise hatalı olduğundan bahsedilmiştir (Unat, 2009, s. 172-187).

18.yüzyılının ilk dönemlerinde İbrahim Müteferrika (1674-1745), Kâtip Çelebinin *Cihannümâ'sına* eklemeler yapmıştır. Müteferrika'nın tarihte önemi, Türk matbaasını kurması ve orada birçok önemli eserleri basmasındandır. 1732 yılında Kâtip Çelebinin Cihannümâsı Müteferrika tarafından basılmıştır. Cihannümâ, Doğu'da ve Batı'dan yararlanarak geniş çaplı bir coğrafya kitabı özelliğini taşımaktadır. Ancak Kâtip Çelebi'nin Copernicus'tan yüzyıl sonra ölmesine rağmen eserinde onun sisteminden bahsetmemiştir. Müteferrika kitabı basarken astronomi ile alakalı bölüm eklemiştir. Müteferrika, eklediği bölümde Yer ve Güneş merkezli sistemlerin bilimin konusu olduğunu, din ile alakalı olmadığını vurgulamış, üç ana konudan bahsetmiştir.

Bunlardan ilki eski astronomi sistemi olan Aristotelesçi ve Ptolemaioscu sistem, ikincisi Pythagorasçı, Platon ve Copernicus sistemini barındıran yeni astronomini sistemi ve üçüncü olarak Tycho Brahe'nin evren modelidir. Eski modele dair geniş çaplı açıklamalar yaptıktan sonra yeni astronomi sistemine de değinmiştir. Yeni astronomin sisteminde Copernicus'tan bahsederek, Osmanlılara Copernicus'u ve fiziğini ilk tanıtan kişi Müteferrika olmuştur. Tycho Brahe'nin modeli ise Copernicus'un kadar fazla ilgi görmemiştir (Unat, 2009, s. 172-187).

Cihannümâ'nın basılmasından bir yıl yıl sonra III. Ahmed'in emriyle Müteferrika, Andreas Cellarius'un Latince astronomi eseri *Atlas Coelestis'i*, *Mecmuât Hey'et el-Kâdîme ve'l- Cedîde* (Eski ve Yeni Astronomi Mecmuası) adıyla 1733 yılında çevirmiş, böylelikle eski ve yeni astronomi sistemi Osmanlı tarihinde önemli bir yer almıştır. Güneş merkezli sisteme yapılan çekinken davranış, Mecmuât Hey'et el-Kâdîme ve'l- Cedîde ile beraber aşılmıştır (Unat, 2013, s. 128).

Yeni astronomi sisteminden bahseden diğer bir yapıt ise, İbn Abdulmanâ'nın (ölümü 1786 yıllarında), Bernhard Veranius (1600-1676) *Geographia Genaralis* adlı coğrafya kitabını, *Tercüme-i Kitâb-ı Coğrafya* olarak Türkçe çevirisidir. Bernhard Veranius Hollandalı doktor, fizikçi ve coğrafyacıdır. Veranius, fiziği coğrafya alanında ele almış oldu yapıt, çok önemli bir yere sahiptir. Ancak İbn Abdulmanâ'nın matematik alanında bilgisinin az olmasından dolayı çevirisi özet niteliğinde olmuştur. Veranius yapıtında Ptolemaios'un Yer sistemini savunmasına rağmen İbn Abdulmanâ Yer'in Güneş etrafında hareket etmesinin daha makul olduğunun savunmuştur. Böylelikle Copernicus sistemine de yer vermiştir (Unat, 2009, s. 172-187).

Batı Dünyası, İslam Dünyasının hem konumundan hem de literatür bolluğundan dolayı İslam Dünyasını yakından takip etmiştir. Ancak astronomide yapılan yeniliklerde Osmanlılar çekingen tavır sergilemesinden dolayı Batıda 17.yüzyılda bilimde yapılan yenilikler ile beraber Osmanlılar, Batıda ortaya çıkan eserlere yönelik yoğun bir çeviri dönemine girmiştir ve böylelikle Batı'yı takip etmeye başlamıştır. 17. Yüzyılda Kalfazâde İsmail Çınarî iki önemli astronomi eserini çevirmiştir. Bunlardan ilki Alexis-Claude Clairaut'un *Theorie de la Lune'*nu Fransızcadan Türkçeye çevirerek, *Tercüme-i Zîc-i Klero* (Clairaut Zîci'nin Çevirisi) adlı eserdir. İkinci eser ise, Jacques

Cassini'nin *Tables Astronomiques de Soleil, de la Lune, des Planétes, de Etoiles Fixes et des Satellites de Jupiter et de Saturne* adlı eserini, *Tuhfe-i Behîc-i Rasînî Tercüme-i Zîc-i Kasînî* (Cassini Zîci'nin Çevirisi) Fransızcadan Türkçeye çevirmiştir. Bu eser önemlidir. Çünkü eserde yer alan logaritma ve teleskopla yapılan dakik rasatlar Osmanlı astronomisine dâhil edilmiştir. Bu döneme bir diğer önemli konu ise takvimler üzerine yapılan çalışmadır. Takvimlerde hala Uluğ Bey'in zîclerinden faydalanılarak hazırlanılıyordu. Ancak Kalfazâde İsmail Çınarî tercümesiyle III. Selim'in takvimlerin tekrardan düzenlenmesini emretmiştir. Böylelikle 1799-1800 yıllarında takvim tekrardan düzenlenmiş, Uluğ Bey zîc'i terk edilmiştir (Unat, 2009, s. 172-187).

1733 yılında Mühendishâne-i Bahrî-i Hümâyun (Deniz Mühendislik Okulu) ve 1793 yılında Mühendishâne-i Berrî-i Hümâyun (Kara Mühendislik Okulu) okullarının açılmasıyla devlet desteğiyle okullarda astronomi dersleri başlamıştır. Mühendishâne-i Berrî-i Hümâyun baş hocası olan Hüseyin Rıfkı Tâmani, astronomi alanında dersler vermiştir. Tâmani astronomi alanında kitap yazmamıştır. Ancak onun öğrencisi olan Hoca İshak Efendi, Tâmani'nin derslerde anlattıklarını *el-Medhâl fi'l-Coğrafya* Coğrafyaya Giriş) adlı eseri hazırlamıştır. Eserde Yer merkezli sisteme dayanmıştır. Tâmani'den sonra baş hocalığa Seyyid Ali Paşa getirilmiştir. Seyyid Ali Paşa, Ali Kuşçunun Fethiyye adlı eserini *Mirât el-Âlem* adıyla çevirmiştir. Eserinde Ptolemaios'un sisteminden, Pythagoras ve Copernicus'un sisteminden ve Tycho Brahe'nin Güneş ve Yer merkezli sisteminden bahsetmiştir. Seyyid Ali Paşa, İslam Dünyasında takvimlerin ve zîclerin hazırlanmasında Yer merkezli sistemden faydalanıldığından bahsetmiş, bu yüzden Yer Merkezli Sistemin kabul gördüğünü savunmuştur (Unat, 2009, s. 172-187).

Seyyid Ali Paşa'dan sonra baş hocalığa Hoca İshak Efendi getirilmiştir. Copernicus sistemine dayanan teorilerin yer aldığı *Mecmuâ-i Ulûm-i Riyaziye* (Matematik Bilimleri Derlemesi) adlı eserini kaleme almıştır. Eserinde açık bir şekilde Copernicus sisteminin en uygun sistem olduğunu savunmuştur. *Mecmuâ-i Ulûm-i Riyaziye* adlı eserden sonra, Mustafa Safvet Paşa *Fenn-i Heyet* eserini kaleme almıştır. Daha sonra ise Bostanîzâde Mehmed Tahir Paşa astronomi alanında iki önemli eser yazmıştır. Bunlardan ilki *Fenn-i Kozmografya* diğeri ise *Mecmua-i kozmografya*'dır. Diğer

önemli bir ise Şemsettin Samî tarafından 1879 yılında kaleme alınan *Gök* kitabıdır. Bu eser, astronomi kavramları içerdiğinden dolayı ders kitabı olarak okutulmuştur (Unat, 2009, s. 172-187).

19.yüzyılda bilim tarihinde önemli eserler yazmış ve Osmanlı tarihinin en önemli bilim adamlarından biri de Ahmed Cevdet Paşa'dır. Ahmed Cevdet Paşa (1823-1895) cebir, geometri, aritmetik gibi birçok alanda eğitim almıştır. 1870 yılında *Takvîm el-Edvâr* (Dönemlerin Takvimi) adıyla bilim tarihinin önemli yapıtını kaleme almıştır. Yapıtında, Hicrî ve Şemsî takvimlerine dayanan yeni bir takvime de yer vermiştir. Osmanlı devletinde yılları aysal, ayları güneşsel olan takvim kullanılmıştır. Askerlerin maaşları aysal olarak hesaplanıyordu. Bu da devlet hazinesinde açıkların çıkmasını sebep olmuştur. Ahmed Cevdet Paşanın başkan olduğu bir heyetin toplanmasından sonra verilen kararlar sadrazam sunulmuş ancak uygulamaya geçilmemiştir. Takvîm el-Edvâr, Ömer Hayyam'ın hazırladığı Celâlî Takvimden farklı olmamıştır. Ayrıca bu eserin en önemli özelliği Türkçe yazılmasından kaynaklan Ahmed Cevdet Paşa, Osmanlıların asıl dilinin Türkçe olduğunu ancak Arapça ve Farsça kelimelerin yer olmasından dolayı Osmanlı Türkçesinin sadeleşmesini ve Arapça ve Farsça kelimelerine karşın yeni Türkçe terimlerin gelmesini savunmuştur (Unat, 2013, s. 130-131).

Takvimle alakalı diğer bir çalışma ise Gazi Ahmed Muhtar Paşa tarafından *Riyâz el-Muhtar Mirât el-Mikât ve'l-Edvâr maa Mecmuât el-Eşkâl* (Tüm Biçimleriyle Zamanların ve Dönemlerin Seçkin Aynasının Bahçeleri) kaleme alınan eser, Gregoriyen Takvimine dayanan yeni bir takvim önermiştir. Ayrıca Ay ve Güneş takvimlerinin incelenmesini, Usturlapların yapımı ve kullanımı, Güneş saatlerinden ve zaman ölçümünden bahsetmiştir. Gazi Ahmed Muhtar Paşa, *Islâh el-Takvim* (Takvimin Düzeltilmesi) önemli bir eserde kaleme almıştır. Eserinde takvimin temel prensiplerin nasıl olması gerektiğini, Ay ve Güneş Takvimine dayanan yeni bir takvimin önermiştir (Unat, 2013, s. 131).

Osmanlı devletinin son dönemlerinde yaşamış en önemli astronomlardan biri de Mehmet Fatin Gökmen'dir. Fatin Gökmen (1877-1955), Kandilli rasathanesinin kurucusu ve ilk müdürüdür. 1877 yılında Antalya'nın Akseki ilçesinde doğdu. Eğitim

hayatı Akseki medrese de başlamış, ancak İstanbul'da okulların daha iyi olmasından dolayı İstanbul'da devam etmiştir. Sultan Selim Camii Muvakkithânesi [29] başmünnecimi Hüseyin İlmi Efendinin yanında astronomi ve matematik eğitimi almıştır. Salih Zeki Bey, Hüseyin İlmi Efendinin dikkatini çekmesiyle onu Riyâziyyât Medresesine girmiştir. Mezun olduktan sonra astronomi ve hesâb-ı ihtimâliyyât[30] öğretmenliği yapmıştır. Eğitim işlerinden sorumlu olan Emrullah Efendi, 31 Mart Vakası zamanından zarara uğrayan Rasadhâne-i Amire yeniden kurulmasını istemesi üzerine Fatih Gökmen'i müdür olarak atanmıştır (Dizer, 1996).

Gökmen, rasathanenin kurulmasının istendiği yerde incelemeler yapmış, Fransız Meteoroloji birliğinin destekleriyle getirilen aletlerle 1 Temmuz 1911 tarihinden itibaren düzenli ölçümler yapılmıştır. Türkiye Cumhuriyetinin kurulmasından sonra hükümete sunmuş olduğu öneriyle rasathane dışında ayrı bir meteoroloji heyetinin kurulmasını önermiş, bunun üzerine Belçika'da bulunan Kraliyet Rasathanesinde olduğu gibi astronomi ve jeofizik binaları yaptırmış, birçok alet aldırmıştır. Böylelikle günümüzdeki Kandilli Rasathanesinin temelleri atılmıştır. 1935 yılında Almanya'dan getirmiş olduğu teleskopla gözlemler yaparak astronomi ve matematik alanlarından oluşan birçok önemli eser ortaya çıkarmıştır.

4.6.7 Rasadhâne-i Âmire ve Kandilli Rasathanesi

İstanbul rasathanesinin kurulmasından 300 sene sonra İstanbul'da Fransız bir mühendis olan Coumbary'nin girişimleriyle Rasathâne-i Âmire-i Alâimü'l-cev adıyla 1868 yılında rasathane kurulmuş ve Coumbary, rasathanenin ilk müdürü olmuştur. Kurulmasının ilk amacı meteoroloji çalışmalarının yapılmasıdır. Ancak daha sonra meteoroloji çalışmalarından daha çok astronomi rasatları yapılmıştır. Rasathanenin çok fazla giderleri olması ve bunun karşılanmasında ekonomik sıkıntılar yaşanmıştır. 31 Mart Vakası sırasında çok zarar görmesinden sonra rasathane kapatılmış ve 1910 yılında dönemin eğitim işlerinden sorumlu olan Emrullah Efendinin desteğiyle Fatin Gökmen tarafından rasathane tekrardan açılmıştır. Rasathanenin açılma amacı ilk başta yine meteoroloji çalışmalarının yapılmasının istenmesidir. Ancak Fatih Gökmen,

[29] Namaz vakitleri ve saatlerin tespit edildiği, astronomi çalışmalarının yapıldığı yerdir (Url-3, 2020).
[30] Olasılık hesaplama

Türkiye Cumhuriyetinin kurulmasıyla hükümetten meteoroloji çalışmalarının ayrı, astronomi çalışmalarının ayrı bir ek bina da yapılması istemiştir. Bunun üzerine Belçika'daki Uccle Rasathanesi örnek alınarak yeni ek binalar inşa edilmiştir. Kabataş Lisesinden Rasadhâne-i Âmire'nin koruma altında olan gözlem aletleri ile Almanya'dan birçok gözlem aletleri getirilmiştir. 1928 yılında Rasadhâne-i Âmire'nin adını Maarif Vekâleti Hey'et ve Fizikî Arzî İstanbul Rasathanesi adını almıştır. Fatin Gökmen 1935 yılında Almanya'dan 20 milimetrelik Zeiss marka teleskobu monte ettirilmiş ve birçok önemli gözlemler yapılmıştır. 1936 yılında ise adı Kandilli rasathanesini olarak adı değiştirilerek günümüze kadar çalışmalarına devam etmiştir (Bakkal, 2019, s. 132-133).



Şekil 4.17 Kandilli rasathanesi astronomi binası ve gözlem kubbesi (Url-4, 1995-2000)



Şekil 4.18 Kandilli rasathanesi meteoroloji binası (Url-4, 1995-2000)

5. MODERN ASTRONOMİYE GİRİŞ, GÜNEŞ MERKEZLİ EVREN KURAMININ ORTAYA ÇIKIŞI

Ortaçağın karanlık dünyasından Rönesans ile birlikte Yeniçağa adım atılmıştır. Ortaçağ döneminde kilisenin bilimin üzerinde baskın olması, bilimin durağan olmasını ve yeniliklere karşı ön yargı olmasını sağlamış ve Rönesans ile birlikte baskıcı otoriteye karşı başkaldırılmıştır. İnsanı merkeze alan ve yeniliklere açık bir toplum haline gelmiştir. Böylelikle Rönesans dönemi Yeniçağa geçiş olarak tanımlanmıştır. Baskıcı otoriteye karşın bu dönemde özellikle bilimsel çalışmalarda zengin İslam topraklarından yoğun bir şekilde Arapçadan Latinceye çevriler yapılmıştır. Rönesans döneminde yapılan en önemli çalışmalardan biri ise coğrafi keşiflerdir. Cenevizli denizci Kristof Kolomb'un Atlantik Okyanusuna düzenlendiği seferler sırasında Amerika kıtasını keşfetmesiyle Dünya coğrafyası farklı bir boyut kazanmıştır. Böylelikle var olan evren sistemlerinde değişmeler olmuştur. Eski sistemlere karşı yeni keşiflerle birlikte birçok soru işareti ortaya çıkmış ve eski sisteme karşı çatlaklar oluşmaya başlamıştır.

Nicolaous Copernicus tarafından ortaya atılan yeni sistem, yeni Dünya sistemine ayak uydurmuştur. Copernicus'a kadar hâkim olan Ptolemaios'un Yer merkezli evren kuramı ile beraber Aristoteles'in fiziğine karşı kuşku duyulmaya başlamıştır. Copernicus'un sisteminin bu kadar başarılı olmasının sebebi ise, bu zamana kadar Yer merkezli evren sisteminin yerine geçecek herhangi bir sisteminin gelmesinden kaynaklanır. Geçmişte birçok yeni sistem üzerine çalışmalar yapılmış ancak dönemin şartları itibariyle kabul görmemiştir. Bunun bir nedeni de Yer merkezli sistemin Hristiyanlığın kutsal kitaplarından kabul görmesinden kaynaklanıyor olmasından dolayıdır. Copernicus yeni sistemiyle beraber akla uygun ve matematiksel hesaplamalarla açıkladığı Güneş merkezli evren sistemini geçerli hale getirmiştir.

5.1 Nicolaous Copernicus

Nicolaous Copernicus, 19 Şubat 1473 yılında Vistül Nehrinin üst kısmında bulunan Torun kasabasında doğmuştur. Annesi Barbara'nın Alman asıllı olduğu, Babası Nicolaous ise bakır işiyle uğraşan bir tüccar olduğu bilinmektedir. Babasının

ölümünden sonra papaz olan amcası Lucas Watzenrode tarafından yetiştirilmiştir. Eğitim hayatına Torun'da St. John okulundan başlayan Copernicus daha sonra Katedral okuluna devam etmiştir. Katedral okulunda Nikola Vodka tarafından astronomi eğitimi almıştır. Çünkü bu okul diğer okullara karşın aklî bilimlere önem vermiştir. Nikola Vodka sayesinde Copernicus astronomiyle ilgilenmeye başlamıştır. Birlikte Katedralin duvarına Güneş saati inşa etmişlerdir. Orta öğretimini tamamlandıktan sonra Copernicus, dönemin gözde okullarından olan Cracow Üniversitesinde eğitimine devam etmiştir. Burada felsefe, astronomi, coğrafya ve astroloji gibi birçok dalda ders almıştır. Cracow Üniversitesinde profesör olan Albert Brudzewski tarafından matematik ve astronomi üzerine ders almıştır. Bu dönemde Brudzewski, Copernicus'a birçok gözlem aletlerinin kullanmasını öğretmiştir. Brudzewski dönemin önemli astronomlarındandır. Özellikle ilgi alanını gezegen kuramları üzerine olmuştur. Georg von Peuerbach'in *Theoricae novae Planetarum* adlı eserine şerh yazmıştır. Ptolemaios'un Yer merkezli evren sistemini incelemiş, Güneş'i diğer gezegenlere göre ayrı bir yerde ele almıştır. Copernicus, Brudzewski'den aldığı eğitimlerle astronomi ile ilgili birçok kitap elde etmiştir (Tektaş, 2019, s. 5-10).

Copernicus tahsilini tamamladıktan sonra Torun şehrine geri dönmüş çünkü amcası onun papaz olmasını istemiştir. Ancak papaz olunması için o dönemde iyi derecede hukuk eğitimi alması gerekmiştir. Hukuk tahsilini tamamlaması için Bologna Üniversitesine girdikten sonra, Bologna Üniversitesi astronomi alanında zengin bir kadroya sahip olduğunu fark etmiştir. Bunun üzerine astronominin en önemli temsilcilerinden olan Maria da Novara'dan pratik astronomi üzerine eğitim almıştır. Novara ile birlikte en parlak yıldız unvanını taşıyan Hyodes'i gözlemlemişler ve Ay diskinin yıldızı kapattığını gözlemlemişlerdir. Hocası ile beraber yaptıkları istişareler sonucunda Ptolemaios sisteminin yetersiz olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Tektaş, 2019, s. 11).

Tahsili tamamladıktan Frauenburg Katedralinde rahiplik görevine başlayan Copernicus, görevi esnasında tıp üzerine tahsil yapmak için iki yıllığına görevinden ayrılmıştır. Padua Üniversitesine başladıktan sonra burada öğrenci olan Girolama Fracastoro ile tanışmıştır. Fracastoro ortak merkezli küreler sistemine benzeyen bir

sistem kurmuş ancak sistem var olan kürelerin sayılarını artırarak karmaşık bir sistem elde etmiştir. Fracastoro denemiş olduğu yeni sistem Copernicus'un yeni sistemine öncü olmuştur (Tektaş, 2019, s. 13).

Copernicus hukuk doktorasını tamamlamak için Ferrara Üniversitesinde girdiği sırada birçok önemli bilim adamlarıyla tanışmıştır. Burada tanıştıkları arasında Celio Calcagnini önemli bir yere sahiptir. Çünkü Calganini *Quod caelum stet, terra moveatur, uel de perenni motu terra* adlı yapıt yazmıştır. Bu yapıtında yer merkezli sistemi geliştirmiştir. Sistemine göre Yer'in günlük hareketlerini baza alarak muazzam bir şekilde günlük hareketinin tamamlanmasından dolayı, Yer merkezli bir sistemden başka bir sistemin düşünülmesinin söz konusu olmadığından bahsetmiştir (Tektaş, 2019, s. 13-14).

Copernicus, Frauenburg Katedraline döndükten sonra bugün adını Copernicus Kulesi olarak bilinen kuleye yerleşmiştir. Bu kuleyi seçmesinin amacı gözlem yapabilecek bir konumda olmasından kaynaklanmasından dolayıdır. Gözlemlerini yapabilmek amacıyla birkaç gözlem aleti temin etmiştir. Ancak Frauenburg'un havasının nemli olması gözlem için elverişli bir ortam yaratmamıştır. Copernicus iyi bir gözlemci değil ancak iyi bir teori geliştiren astronom olmuştur. Gözlemciliğin iyi olmamasının sebebi kullanmış olduğu aletlerin ve yöntemlerin ilkel olmasından kaynaklanmış olabileceği iddia edilmiştir. Yine de Ptolemaios'un kullanmış olduğu kadran ve cetvelli aracı (Triquetrum) kullanarak, Copernicus, Ay ve güneş tutulmaları üzerine yirmi yedi gözlemi kayıt etmiştir (Unat, 2013, s. 137).

Copernicus sistemini geliştirmek için otuz yıla yakın çalışmalarına devam etmiştir. İlk çalışması ise *Commentariolus* adlı altı sayfalık bir el yazmasıdır. Güneş merkezli evren kuramının gelişimi 1500 yıllarında başladığı muhtemeldir. 1508-1509 yıllarında Latinceye çevrilen bu eser kitap haline getirilememiştir. Bunun sebebi ise dönemin dini otoritesinin baskısından kaynaklanmıştır. Diğer önemli bir sebepte gözlemlerin yetersiz olması ve matematiksel kanıtlarında eksik olmasından kaynaklanmıştır. Ortak merkezli küreler sisteminde sürekli yeni dairelerin eklenmesinin karışıklıktan başka bir şey olmadığını ileri sürmüştür. Venüs ve Merkür'ün Güneş'in etrafında yıllık devinimleri nasılsa diğer gezegenler için de geçerli olması Ptolemaios'un sisteminden

daha güvenilir olduğunu iddia etmiştir. Bazı düşünürlere göre Copernicus, Aristoteles fiziğine aykırı bir sistem geliştirmiştir. Ancak Copernicus, Dünya'da toprak ve suyun ağırlık merkezleri olması, Dünyanın da boşlukların su ile dolu olduğunu elementlerin merkeze çekmesi, Dünyanın evrenin merkezi değilse neden elementleri kendi merkezine çekmesinin nedenini ve kaynağının ne olduğu Copernicus için büyük sorun teşkil etmiştir (Tektaş, 2019, s. 23-26).

Copernicus, el yazması eserini Papa Celement III ithaf etmiştir. Papa, Copernicus yazmasını tanıtmak adıyla 1533 yılında Widmanstad'ın Vatikan bahçesinde konuşma düzenlemiştir. Ancak önemli destekler almasına rağmen Copernicus'un eserini bastıramamıştır. Güneş merkezli evren kuramının yayılması ise Copernicus'a yapılan ziyaret ile ve mektuplaşmalardır. Copernicus'un sisteminden haberdar olan 1539 yılında Copernicus'u ziyaret eden Rheticus yanında kalarak Güneş merkezli sistemi tanıtmak amacıyla Prima Narratio de Libris *Revolutionum'u* 1540 yılında kaleme almıştır. Diğer bir bilim insanı Gemma Frisius, 1541 yılında aralarında geçen mektuplaşmalarda gözlem tablolarının yetersiz olması, gök cisimlerinin enlem ve boylamlarına karşı bilgi edinmelerinin olanaksız olduğundan bahsetmiştir. Ayrıca Frisius, Copernicus'un sisteminin doğru ya da yanlış olmasıyla değil gök cisimlerinin hesaplamaların doğru yapılmasıyla ilgilenmiştir. Bundan dolayı matematiksel çalışmalarını merak beklediğini yazmıştır. Bu girişimler sayesinde Güneş merkezli evren kuramı, yeni bir sistem üzerine çalışma yapıldığı söylentisi Almanya'da yayılmıştır (Unat, 2013, s. 138).

Copernicus, Güneş merkezli evren sistemi üzerine yazmış olduğu eserin basılması için Piskopos Giese yollamıştır. Basım işini ilk başta Rheticus üstlenmiş, ancak dini otoritesi üzerine bu görevi, Rahip Andrea Osiander üstlenmiştir. Osiander, dini tepkilerden tedirgin olmasından dolayı eserin başına önsöz eklemiştir. Önsözde Güneş'in evrende hareketsiz olduğunun bir varsayım olduğunu, gök cisimlerine dair dakik hesaplamalar yapıldığını ve hareketlerinin açıklamasına üzerine Copernicus'un varsayımlarını ortaya attığını söylemiştir. Bu durumun astronomi için yenilikler ve önemli bilgi içerdiğinden bahsetmiştir. Bundan dolayı Copernicus'a karşı suçlamaların ve tepki göstermenin yersiz olduğuna değinmiştir. Ayrıca Osiander önsözünde bu kuramın hatalı ya da doğru olmasının önemli olmadığını çünkü gözlemlerle

hesaplamalarının birbirine örtüşmesinin yeterli olduğunu söylemiştir. Önsöz eklendikten sonra bu önemli yapıt 1543 yılında *De Revolutionibus* (Gök Kürelerinin Hareketi) adıyla basılmıştır (Unat, 2013, s. 139).

5.2 Nicolaous Copernicus'un Göksel Kürelerinin Devinimleri Üzerine

Copernicus'un kaleme almış olduğu bu önemli yapıt astronomi tarihini başka bir boyuta taşımıştır. Bu önemli yapıt Copernicus'un yaşlı ve ölüm döşeğinde olduğu dönemde basılmıştır. Yapıt, ilk kısmında sistemin temel prensiplerinden bahseder. İkinci kısım ise sistemin teorik kısmıyla ilgilidir ve bölüm matematiksel kanıtlamaların ve Güneş Merkezli sistemin ayrıntılı bir şekilde yer aldığı kısımdır.

Bu önemli eser altı kitaptan oluşmaktadır. Birinci kitapta, sistemli ilgili önermeler ve matematiksel çıkarımların olduğu tablo yer alır. İkinci kitap ise, astronomik terimlerin açıklamaları ve bir yıldız kataloğu vardır. Üçüncü kitap, ekinokslar ve gündönümleriyle devinimlerine yer verilmiş, ayrıca geçmişte kabul edilen Yer'in ekvator düzleminin koni hareketi ettiği ve ayrıca trapidasyon hareketi yaptığını ileri sürerek burada bir yanlışlık yapmıştır. Dördüncü kitap ise, astronomi ile alakalı en önemli kitaptır. Bu bölümde Güneş, Ay ve diğer gök cisimlerine dair bilgi vermiş, Güneş'in ve Ay'ın Yer'e olan uzaklığını açıklamıştır. Beşinci kitap, astronomide büyük bir problem olan gezegenlerin düzensiz hareketlerini açıklanmış, ayrıca gezegenlerin Yer'e göre olan hareketlerini de açıklamıştır. Altıncı kitapta ise, gök cisimlerin enlemsel hareketlerini ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir.

Geçmişte astronomlar gök cisimlerinin devinimlerini düzenli olması için birçok küre eklemişlerdir. Gök cisimlerinin her zaman aynı şekilde hareket etmemesi büyük bir sorun doğurmuştur. Bundan dolayı küre eklemek hareketlerinin açıklanabileceğini varsayılmıştır. Bu durumu açıklamak için Kalippos ve Eudoxus ortak merkezli küreler sistemini geliştirmiştir. Gök cisimlerinin hareketini açıklamak için küreler eklenmiş ancak gök cisimlerinin yakınlaşıp ve uzaklaşmasının neden olduğunu açıklayamamışlardır. Bu da büyük bir problem doğurmuştur. Diğer bir problem ise Ptolemaios'un sistemi olmuştur. Farklı bir noktada merkez olduğu ve ilmekler sayesinde bunu gerçekleştiği düşüncesi ortaya atılmıştır. Ancak sistemde eklenen

kürelerin olması devinimleri açıklıyor gibi görünse de mantıken akla yatmamıştır (Copernicus, 2020, s. 7-8).

Copernicus, sistemini açıklarken temel ilkeler ile başlamış ve birinci kitabı on bir bölümde açıklamıştır. Bunlardan ilki evrenin küresel olmasıdır. Copernicus, geçmişte de kabul gören küre sistemini kabul etmiş ve açıklamıştır. Şekiller içinde en mükemmel olan küredir ve böylelikle bütün her şeyi kapsar ve evrende bulunan her şeyi içinde barındırdığına göre evrenin de en mükemmel şekil olan küresel olduğunu iddia etmiştir. Güneş, Ay gibi diğer gök cisimlerinin aynı şekilde görünür, bundan dolayı Tanrısal niteliği olan bir şekil olduğunu iddia etmiştir. İkincisi ise Yer'inde küresel olmasıdır. Yer'in küresel olmasının sebebi ise her yerden merkeze ulaşılmasından dolayı olduğu iddia etmiştir. Bunu da şu şekilde açıklamıştır; Kuzeyde yıldızların batmamış olduğu görünürken Güneyde yıldızların battığı görülmüştür. Bu durum Yer'in dönme noktaları içinde olduğu içindir. Bu durum küre şeklinde olduğunun da en önemli kanıtı olduğunu varsaymıştır. Copernicus açıklamalarında Yer'in küreselliğini kanıtlarken geçmişteki kanıtlamalardan faydalanmıştır (Copernicus, 2020, s. 23-24).

Geçmişte insanlar toprak ve suyun ağırlığından dolayı Yer'in evrenin merkezinde olduğu düşüncesine kapılmıştır. Ancak Copernicus'un evrenin merkezine Yer olmadığını iddia etmesiyle elementlerin kaynağının ne olduğu büyük bir sorun teşkil etmiştir. Ayrıca toprak ve su nasıl küre şekline aldığı da önemli sorun olarak görülmüştür. Bunu ise Copernicus üçüncü bölümde şu şekilde açıklamıştır; toprak ve suyun ağırlık merkezleri tektir. Toprağın ağırlığından dolayı belirli açılımlar olmuş bu da açılan yerlerin su ile dolmasını sağlamıştır. Su yeryüzünde daha fazla gözükse de toprağın belirli bir niceliği sahiptir. Bu da geçmişte Aristoteles'in de dediği gibi Yer'in yuvarlak şekilde olduğunun diğer bir kanıtı olduğunu varsaymıştır (Copernicus, 2020, s. 24-26).

Copernicus diğer kanıtlamak istediği konu ise gök cisimlerinin hareketlerinin düzenli ve dairesel olması üzerinedir. Dördüncü bölümde bu durumu açıklar; Ona göre, kürelerin ve dairelerin hareketlerini sağlayan birçok hareket vardır. Bunlardan biri de Antik Yunanda gece gündüz olarak adlandırılan Nykthemeron'dur. Antik Yunan

insanları bu harekete bağlı olarak Yer'in Doğudan Batı'ya doğru hareket ettiklerini düşünmüşlerdir. Ancak Güneş ve Ay'ın ve diğer yıldızların Batı'dan Doğu'ya doğru hareket ettiği görülmüştür. Güneş, bize devinimiyle bir yılı ayırt etmemizi, Ay'ın devinimi ise ayları ayırt etmemizi sağlamıştır. Ancak diğer beş gezegen kendi döngülerine takip etmiş ve bu da aralarında farkı ortaya çıkarmıştır. İlk hareket gerçekleştiğinde aynı merkez etrafında değil, burçlar kuşağı üzerinde ilerlemiştir. Ayrıca kendi bulundukları döngülerin içinde aynı hızla ilerlememişlerdir. Güneş ve Ay bazen yavaş bazen de hızlı ilerlerken, diğer gezegenlerin ise geri gittiği bazı noktalarda da durduğu fark edilmiştir. Gök cisimlerinin düzenli hareket sağlaması ya da dairelerinin merkezlerinin farklı olmasından dolayı ve döndükleri dairenin merkezinin Yer olmaması, gözlemlerken düzensiz gözükmüştür. Bu da gözlemler sırasında uzak gözüken cismin yakınlaştığından dolayı düzensiz hareket sağladığı fikrini sağlamıştır (Copernicus, 2020, s. 26-28).

Beşinci bölümde Yer'in hareketlerinin dairesel olup olmadığı üzerinedir. Copernicus Yer'in küre şeklinde olduğu ispatlamıştır. Ama hareketinin dairesel olup olmadığını açıklamamıştır. Bu durum çok önemlidir, çünkü o dönemde hala Yer'in sabit bir şekilde ve merkezde yer aldığı görüşü hâkim olmaya devam etmiştir. Yer, gök cisimlerin hareketlerinin gözlemlendiği yerdi. Günlük hareketler bu yüzden ters yönde hareket ediyormuş gibi gözüküyordu. Bu durum Yer'in sabit diğer her şeyin hareket halinde olduğu fikrini sağlamıştır. Copernicus, bunu ispatlamak için geometrik hesaplamalar ile ortaya koyabileceğini iddia etmiştir. Çünkü Yer'in merkezi diğer gök cisimlerinin çemberlerinin merkezi değildir. Yer, gözlemlerden dolayı ters yönde hareket ediyormuş hissi yaratıyordu, Yer'in devinimsiz olmadığı geometrik hesaplamalarla ortaya çıkacağını savunmuştur (Copernicus, 2020, s. 28-30).

Altıncı bölümde gök cisimlerinin enlemsel hareketleri ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir. Yer'in büyüklüğünün gökyüzünün büyüklüğüne göre hiçbir önem taşımadığını, bu durumu ispatlamak için sınırlı çemberler gök küreyi ikiye böldüğünü iddia etmiştir. Yer'in büyüklüğü gökyüzüne karşı ölçülebilecek nicelikte olmadığını bu durumunda olanaksız olduğunu varsaymıştır. Sınırlı çember gök küreyi ikiye bölmesi onun etrafı saran en büyük çember olmasını sağlamıştır. Ayrıca sınırlı çember aynı zamanda burçlar kuşağını da ortadan ikiye bölmüştür. Bu durum sonuç olarak bir

çemberin, en büyük çemberi ortadan ikiye bölerse en büyük çember özelliğini sağlamış olur ve böylelikle sınırlı çember en büyük çember ve burçlar kuşağıyla aynı orta noktayı paylaştığını iddia etmiştir (Copernicus, 2020, s. 30-31).

Yedinci bölümde ise eski bilim adamlarının Yer kürenin neden evrenin ortasında bir merkez olarak durduğunu düşünmelerini sağladığını açıklamıştır. Ağırlık ve hafiflik olgusuna dayanmaları bu durağanlığın en önemli sebebi olmuştur. Çünkü en ağır element toprağın olması, toprağın en içe doğru devinmesi ve dik açıyla her yüzeyde merkeze doğru yöneliyor gibi gözlemlenmiştir. Bu durumda zorunlu olarak ağır olanın merkezin ortasına çekilmesi ve Yer'in küre şeklinde olmasından dolayı sağladığı düşüncesi hâkim olmuştur. Toprağın merkezin ortaya doğru çekilmesi ve yığılması devinimsiz ve durağan olduğu fikrini ortaya atmasına neden olmuştur. Aristoteles, tek ve yalın cismin deviniminde yalın olduğunu iddia etmiştir. Devinimler çizgisel ve dairesel hareket ettiği gözlenmiştir. Çizgisel devinim, yukarı ve aşağı yöne doğru hareket ettiği varsayılmıştır. Devinimler ortadan başlayarak aşağı yukarı doğru, ortada da ise dairesel olarak hareket ettiği iddia edilmiştir. Ağır olan elementler toprak ve su dairesel, hafif olan hava ateş ise ortadan yukarı olarak devinimlerini gerçekleştirmiştir. Dört element, çizgisel devinim yaparken gök cisimleri ortanın etrafında dairesel devinim yaptığı iddia edilmiştir. Ptolemaios bu açıklamalara karşın Yer'in devinimi olsaydı günlük hareketinde Aristoteles'in açıklamalarının tam tersi olması gerektiğini varsaymıştır. Ayrıca yirmi dört saatlik dönüşün, yeryüzünün tüm çevresinde dönüşündeki hızı, yüksek hızlı ve durdurulamaz hızda olmasının da gerektiğini açıklamalarına eklemiştir (Copernicus, 2020, s. 33).

Sekizinci bölüm Yer'in durağan ve merkezde olduğuna dair iddia edilen varsayımlara yönelik açıklamaların yer aldığı bölümdür. Yer'in eğer döndüğü görüşü hâkim olsaydı, bu durum doğaya atfedilebileceğini iddia etmiştir. Ptolemaios'un Yer'in ve Yer'in içinde bulunan nesnelerin doğa tarafından oluşturulduğu ve doğanın gücüyle savrulacağını varsaymıştır. Ancak bu varsayımın yersiz bir korkudan ibaret olduğunu açıklamıştır. Gökyüzü eğer durursa paramparça olacağını ve bu temellendirme doğru olsaydı, gökyüzünün kütlesinin sonsuza doğru ilerlemesine devam edeceğini iddia etmiştir. Devinim artıkça hız da o denli artacaktır ve yirmi dört saatte tamamlanan dönüş, zorunlu olarak kendini gerçekleştireceğini iddia etmiştir. Devinimin artmasıyla

gökyüzünün büyüklüğü de artacağını açılamalarına ekleyerek ancak kabul edilen doğa kanunun ise sonsuz olan bir nesne aşılamaz, hiçbir büyüklüğe göre devinemez bu da gökyüzünün zorunlu olarak duracağı sonucunu çıkarıyordu. Ancak yapılan açıklamalarla bunun mümkün olmadığı görülmüştür (Copernicus, 2020, s. 34-35).

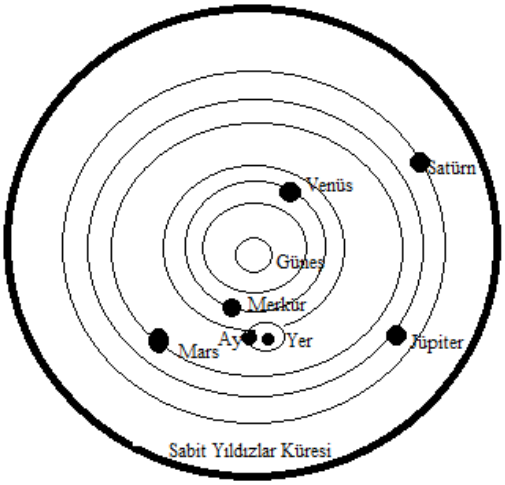
Diğer bir temellendirme ise gökyüzünün ötesinde bir nesnenin ya da cismin var olup olmadığı konusuydu. Eskiler gökyüzünün ötesinde hiçbir şeyin olmadığı fikrindeydi. Evrenin sınırlı olduğunu en büyük kanıtı devinimdir. Yer, dönme noktaları sayesinde belirli bir sınır içinde sınırlandırılmıştı. Gökyüzünde görülen günlük devinimin aslında Yer'e ait olduğu fikri dönme noktaları ile sınırlandırılan Yer'in dönüş hareketidir (Copernicus, 2020, s. 35).

Dokuzuncu bölümde birden fazla devinim ve evrenin merkez oluşuna dair açıklamalara yer verilmiştir. Gök cisimlerinin düzensiz hareketleri ve Yer'in dışında başka çemberde devinimlerinin yapmalarının evrenin merkezinin Yer olmadığının kanıtlamıştır. Ayrıca Yer için geçerli olan ve çekim ve ağırlık diğer gök cisimleri içinde geçerli olacağını da iddia etmiştir. Gök cisimleri hareketlerini farklı yollarla yapıyor olsalar bile dairesel kürenin içinde kalarak yapmaktadırlar ve bu durum Yer içinde geçerli olacağını varsaymıştır. Yer'in yıllık hareketleri, diğer gök cisimlerinin sağlamış olduğu hareketlerden başka bir hareket içermemiştir. Her ne sonuç çıkarsa çıksın Güneş'in evrenin merkezinde olduğunu, evren bu sisteme göre muazzam hareketlerini sağladığını açıklamıştır. Yer, yerine merkezde Güneş, ya da Güneş'in yerine Yer'i koysak bile sabit yıldızlar, gök cisimler yine görüneceği gibi göründüğünü, ancak Güneş'in evrenin merkezi olduğunu devinimler ve geometrik ispatlamalarla ortaya çıkabileceğini iddia etmiştir (Copernicus, 2020, s. 38-39).

Onuncu bölümde Copernicus, Güneş merkezli evren modelindeki gök cisimlerinin düzenine yer vermiştir. Ona göre, her şeyin en üstünde, en yükseğinde Sabit Yıldızlar Küresi vardır. Eskiden gezegenlerin sıralamaları, gezegenlerin büyüklüğüne göre belirlenmiştir. Aynı hızda dönen gök cisminin en yavaş gök cisim olduğu kabul edilmiştir. Buna göre Ay en yavaş olurken, en uzun yol ve en uzun devinimi sağlayan ise Satürn gezegeni olmuştur. Satürn'ün altında Jüpiter, Jüpiter'in altında Mars bulunuyordur ve daha sonra Venüs ve Merkür gelmiştir. Ancak bu konu karışıklıklara

sebep olmuştur. Çünkü bazılarına göre Güneş'in üstünde yer aldıklarını bazıları ise, altında bulunduğunu iddia etmişlerdir. Platon, Venüs ve Merkür'ü Güneş'in üstüne yerleştirilmiştir. Ancak Alpetragius, Venüs'ü Güneş'in üstüne Merkür'ü ise Güneş'in altına yerleştirmiştir. Bu durum Copernicus için sisteminde yer alan konumlamadır. Platon gibi düşünenler yıldızların Güneş'in ışığını yansıttığını bundan dolayı altında yer alsaydı eğer Güneş'e göre boyutlarının küçük kalmasından dolayı yarım göründüğünü varsaymışlardır. Bu durum Ay'ın evrelerinden olan Dolunay ya da Yeni Ay'daki gibi küçülmeleri gibidir. Venüs ve Merkür'ü Güneş'in altına koymalarındaki temel neden Ay ile Güneş arasında uzaklıktan dolayı olmasından dolayı olduğu iddia edilmiştir. Ay'ın Yer'e olan uzaklığını Yer'in yüzeyin 64 parça yani 1/6 kadarı, bu durumdan dolayı Güneş'in en yakın uzaklığını ise bu oranın 18 katı olarak bulmuşlardır. Bu durumda 1160 parçalık büyük bir boşluk ortaya çıkmasından dolayı Güneş'in altında olmasının doğru olduğu varsaymalarına neden olmuştur (Copernicus, 2020, s. 39-40).

Albategrius, ise Güneş'in çapının Venüs'ün çapından on kat daha büyük olduğunu kanıtlamaya çalışmış, ayrıca Venüs'ün çapı Merkür'den büyük olsa bile Güneş'i örtmesinin imkânsız olduğunu söylemiştir. Gözlemlerde gözüken lekelenmelerinde ışıktan dolayı oluşmasının imkânsız olduğunu söylemiştir. Ancak Ptolemaios, İbn Rüşd gibi düşünürler gözlemlerinde kara lekelenmeleri görmüş, bundan dolayı bu gezegenlerin Güneş'in yörüngesinin altında dolayı bu lekelenmelerin olduğunu iddia etmişlerdir. Bu temel nedenlerin eksik olduğu net bir şekilde bellidir. Çünkü Ay'ın en yakın uzaklığı Yer'in ortasına kadar uzaklığı Ptolemaios bunu 38 katı olarak bulmuş ancak gerçek uzaklığının 49 kattan fazla olduğu ispatlanmıştır (Copernicus, 2020, s. 40).



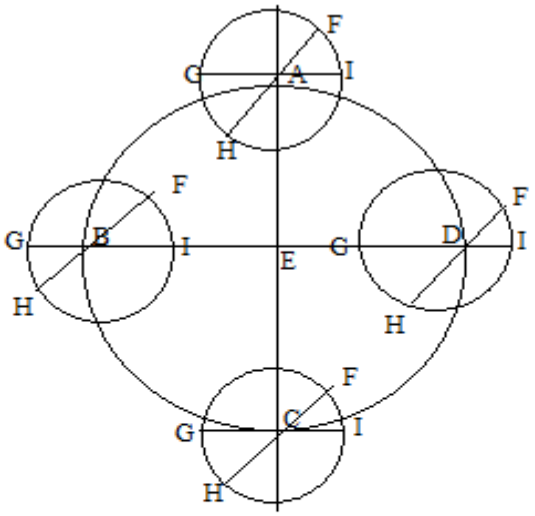
Şekil 5.1 Copernicus evren modeli

Eski düşünürler iç bükeyliğin içindeki sapmalardan dolayı Venüs ve Merkür'ün Güneş'in etrafında döndüğünü iddia etmişlerdir. Bu iki gezegenin yönü başka yere dönük olduğundan dolayı Yer'in etrafında dönmediğini düşünmüşlerdir. Bu durum aslında evrenin Güneş merkezli olduğunun bir diğer kanıtı olmuştur. Ayrıca Satürn, Jüpiter ve Mars'ın çemberlerin büyüklüğü Yer'in çemberinin büyüklüğüne göre iki katıdır ve bu durumda bu gezegenlerin çemberleri Yer'i de içine alacak büyüklüktedir. Ancak eski düşünürler bu durumu devinimlerin düzensiz artışına bağlamışlardır (Copernicus, 2020, s. 41-42).

Sabit yıldızlar küresi her şeyi sararak en üstte devinimsiz bir şekilde durmaktadır. Ondan sonra Satürn gelmektedir ve Satürn ilk dönüşünü 30 yılda tamamlamıştır. Sonra Jüpiter gelir, o da dönüşünü 12 yılda tamamlarken Jüpiter'den sonra Mars gelir, Yıllık dönüşünü 2 yılda tamamlar. Daha sonra Ay, Yer'e ilmek atmış bir şekilde yıllık olarak dönüşünü tamamlamış olur. Venüs ise 9 ayda dönüşünü tamamlar ve Merkür ise 80 günlük devinimiyle dönüşünü tamamlamıştır. Gök cisimlerinin merkezinde Güneş durmaktadır ve Güneş ısısını ve ışığını bulunduğu konuma göre eşit olarak yaymaktadır. Yer kürenin devinimden dolayı Jüpiter ileri, geri gidişleri Satürn'den daha büyük Mars'a göre daha küçük olarak gözlemlenmiştir. Venüs'te ise Merkür'e göre daha büyük olarak gözlemlenmiştir. Satürn'de Jüpiter'de göre daha sık ileri geri olmasının tek nedeni ise Yer'in devinimin olmuş olmasının kanıtıdır. Bundan dolayı daha anlaşılır olması için Yer'in devinimlerinin de açıklanması gerektiğini ve bundan

dolayı son bölümde Yer'in devinimlerine açılamalara yer vermiştir (Copernicus, 2020, s. 44).

Copernicus son bölümde Yer'in üç devinimini açıklamıştır. Bu devinimlerden ilki gece- gündüz hareketini adlandırdıkları Nykthemeron'dur. Batıdan Doğu'ya doğru yapılan devinimdir. İkinci devinim ise yıllık dönüş olarak adlandırılan Güneş çevresinden Burçlar Kuşağına göre çizdikleri harekettir. Batıdan Doğu'ya doğru Venüs ve Merkür'ü içine alarak yol alır. Bu durumdan belirli yanılmaya neden olmuştur. Örneğin Güneş'in kendisi bu devinimle birlikte sanki Burçlar Kuşağından geçiyormuş yani Yer küre Oğlak Kuşağındayken geçerken Güneş sanki Yengeç Kuşağından geçiyormuş gibi görünmesini sağlamıştır. Bu durumu açıklamak için gece-gündüz hareketi, Yer kürenin ekseninin eğiminden dolayı olduğunu bilinmesi gerektiğini iddia etmiştir. Eğer böyle bir eğim olmasaydı, gece-gündüz hep eşit olurdu ve mevsimlerin kendine has olan özellikler olmaz hep aynı özelliklere sahip olacağını varsaymıştır. Üçüncü devinim yıllık dönüşün karşı tarafında yer alır ve eşit devinime sahip oldukları için birbirlerini bir süre sonra ortadan kaldırırlar. Bu durum aşağıdaki şekilde yer aldığı gibi açıklanabilir (Copernicus, 2020, s. 45).



ABCD: Burçlar Kuşağının yıllık yörüngesini temsil eden çember.
E: Güneş
A: Yengeç'in başlangıcı.
B: Terazinin başlangıcı.
C: Oğlak'ın başlangıcı
D: Koç'un başlangıcı.
F: En yüksek güney sapma noktası.
H: En yüksek kuzey sapma noktası.

Şekil 5.2 Devinimlerin hareketleri

AEC ve BED, E merkezi alarak ABCD çemberini dörde böler. FGHI gece-gündüz çemberi çizilir. FGHI çemberi ABCD Burçlar Kuşağını çemberini keser. Bu noktalar böyle konumlandırıldıktan sonra E, C yakın bir nokta kışlık dönüşünü gerçekleştirir. H, E'ye yakın bir noktada da kuzey kaymasını gerçekleştirir. E noktası günlük dönüşünü gerçekleştirirken ve B noktasına ulaşırken Yer küre merkezini durmadan ilerler. Bu durum gerçekleştirilirken F noktası kayması gerilemektedir. EAI ve AEB çemberlerin düzenliliği devam ettiğinden dolayı hareketlerine devam eder. GAI ve GBI noktaları, FAH ve FBH'ye eşittir. Eşit olduğundan dolayı gece-gündüz eşit olan çember diğerine paralel kalır. Bunların böyle görülmesinin sebebi gökyüzünün sonsuz, sınırsız büyüklüğünden kaynaklanır. B noktasından bakıldığında E noktası, D noktasındaymış gibi görülecektir. Bunların ortak çemberi noktası ise GBIE'dir. Bu yüzden günlük dönüşte kayma olmayacak, Güneş bahar gündönümünde görünecektir (Copernicus, 2020, s. 46-47).

Yer küre merkez olarak alındığında ise F, A noktasına girecek gibi görünecektir. F ise ECF noktasından geçerken yaz gündönümü H noktasındaymış gibi görünecektir. F noktası üçüncü çemberin olduğu yöneldiği zaman ortak nokta olan GI, tekrardan ED üzerine düşerek E noktası B üzerinde sonbahar gündönümünde tamamlayacaktır. H noktası E noktasına doğru devinimini gösterirken tekrardan başlangıç noktasına hareketini tamamlamış olacaktır. Böylelikle karşılıklı iki devinim, Yer'in düzenli ve düzenli hareketine zorladığı hareket Güneş'in devinimi gibi gösterecektir (Copernicus, 2020, s. 47-48).

5.3 Copernicus'un Güneş Merkezli Evren Modelinin Doğuşu

Copernicus'un sisteminde Yer'in hareketli olduğunun en önemli kanıtı, ekinoksların ve tropiklerin düzensiz devinimleridir. Yer'in hareketli olması, ekliptiğin ve ekvatorun ortak noktalarının ilerlediği bundan dolayı sanki yıldızlar gerideymiş gibi kaldığını gösterir. Devinimlerinden dolayı Tropiklerin ve ekinoksların arttıran ve azaltan salınımlar vardır. Bu salınım hareketleri düzenli hareketlerle ortaya çıkan ikiz hareket olarak adlandırılmıştır. Copernicus'un bahsettiği bu ikiz hareketler Tûsî Çiftinin aynısıdır. Buradaki önemli olan fark Copernicus'un Güneşi merkeze almış olması diğerinin ise Yer'i merkeze almasıdır. Ekinokslardaki ve tropiklerdeki düzensizlikler,

yıllık sürenin hesaplamasında yıldızlardan faydalanarak hesaplanır. Copernicus'un bunu yapmasının nedeni Güneş'in yıllık hareketinin düzenli olması gerektiğinden dolayıdır. Ptolemaios ise hesaplamalarında mevsim yılını kullanmıştır (Uymaz, 2015, s. 222-225). Copernicus Güneş'in Ptolemaios'tan farklı olarak iki anomalisi olduğunu söylemiştir. İlki eksantrik daire çizerek düzensizliği açıklanmasını sağlar. Böylelikle Yer merkezden kaydırılarak Güneş'i merkez alan eksantrik daire etrafında dolanımı yapar. İkincisi ise Yer'in eksantrik dairenin merkezinde hareketini açıklamaktadır (Uymaz, 2015, s. 226-227).

Gezegen modelini açıklarken Ptolemaios gezegenlerin taşıyıcı daire üzerinde bulunan episiklin, ekuant noktası üzerinde düzenli hareket eder. Copernicus'a göre ise iki daire olan episikl ve eksantrik, Yer'in yörüngesine ekler ve Episikl dairesi böylelikle kendi merkezinde geçen düzenli bir hareketi sağlar. Copernicus, Ptolemaios'un ekuantından kurtulmak için iki daire kullanmıştır. Böylece Copernicus dış gezegen olan Mars'ın devinimini açıklarken taşıyıcı daire olarak eksantrik daireyi kullanmıştır. Eksantrik dairenin üzerinde ise episikl daire bulunur, böylelikle hareket ettiğinde ikiz yamuk şeklini oluşturmaktadır. Copernicus'un Güneş merkezli sisteminin oluşturmasında Ptolemaios'un ekuant noktası önemli bir neden olmuştur (Uymaz, 2015, s. 230-234).

İç gezegen olan Merkür modelinde Ptolemaios episiklin tersi yönde düzenli olarak dolandığını varsaymıştır. Burada episiklı taşıyan eksantrik daire ayrıdır ve dairenin merkezi farklı bir noktada sabit yıldızlarla dolanmaktadır. Copernicus'ta ise Merkür'de iki eksantrik daire ve episikl daire kullanmıştır. Merkür dolanımını yaparken iki kez Yer'e yakın bir konuma gelmiştir. Merkür böylelikle hareketli bir daire olan episikl üzerinde yerleşmiştir (Uymaz, 2015, s. 234). Copernicus'un yeni bir evren modelini geliştirmesinde bir diğer neden ise dış gezegen modelinde Ptolemaios'un sisteminden farklı olarak geometrik ve kinematik[31] farklılığı ortaya koymasıdır.

Yer Merkezli Evren modeli, içerik bakımından eski olması yenilenmesini gerektirmiştir. Evren ile ilgili birçok soruya cevapsız bırakması yenilenmeye ihtiyacı olduğunu göstermiştir. Ancak Hristiyanlığın Aristoteles'in fiziğine sıkı sıkına olan

[31] Cisimlerin hareketlerini yörünge, hız ve ivme gibi konular bakımından inceleyen mekanik dalıdır (Url-5, 2019).

bağlılığı ve kutsal kitabın Yer Merkezli Evren modelini savunması yeni sisteminin gelmesini ve var olan sistemin ilerlemesini engellemiştir.

Rönesans ile birlikte bilim, felsefe ve sanatta tekrardan canlanma başlamış, Rönesans, yeniden doğuş olarak tanımlanmıştır. Ancak Yer Merkezli Evren modeli dini bakımından önemli bir yerde olması, var olan sistemi birden ortadan kaldırmak tepkilere neden olmasından dolayı çekimser bir tavır sergilenmiştir.

Copernicus'un evren modeliyle birlikte Yer ve evren için yeni bir düzen getirmek istemiştir. Getirmiş olduğu sistem kabul görmesi ve bu konuda yazmış olduğu eser ancak onun ölüm döşeğinde olduğu zamana denk gelmiştir. Copernicus'un yaşadığı dönemde Ptolemaios'un sistemi ve Aristoteles'in sistemi hâkimiyetini sürdürmeye devam etmiştir. Ancak yeni gelişmelerle birlikte sistemde belirli hataların olduğu, ancak dönemin matematiği ve fiziğinin yetersiz olması hataların düzeltilmesini engellemiştir. Ancak Rönesans ile birlikte astronomide de yeni gelişmeler yaşanmıştır. Ptolemaios'un sisteminde gezegenleri tek tek ele alması, diğer gezegenler ile ilişkilendirilmemesi ve Güneş ile bağlandırılmaması sistemdeki hataları gün yüzüne çıkmasını sağlamıştır. Yeni sistemle birlikte gezegenlerin Güneş ile bağlılaştırılması, Güneş'in merkezde yer alması mantıklı bir ilerleme olarak görülmüştür.

Copernicus'un önemli yapıtı *De Revolutionibus*, kilisenin baskısının hâkim olduğu ve eski sistemi reddedenlerin dinsiz olacağı söylendiği dönemde ortaya çıkmıştır. Ancak onun kaleme aldığı yapıtı Ortaçağ ile Yeniçağ arasında köprü görevi görmüştür. Bu önemli yapıt kilisenin yasakladığı kitaplar arasında yer almış, Copernicus'un sistemi bazı önemli soruları yanıtsız bırakması sisteminin ilerlemesini engellemiştir. Sisteme karşı önemli sorunlar 17.yüzyılda yaşamış olan Galileo Galilei (1564-1642) modern fiziğin temellerini atmasıyla astronomi tarihi ve bilim farklı bir boyut kazanmıştır.

5.4 Tycho Brahe

Asil aileden gelen Tycho Brahe, 1546 yılında Knudstropta doğmuş, ünlü Danimarkalı gökbilimcidir. Amcası Jorgen Brahe tarafından yetiştirilen Tycho Brahe, 21 Ekim 1560 yılında Kopenghag'da denk geldiği Güneş tutulmasıyla astronomi alanına ilgi duymasını sağlamıştır (Tekeli, 1958, s. 301-393).

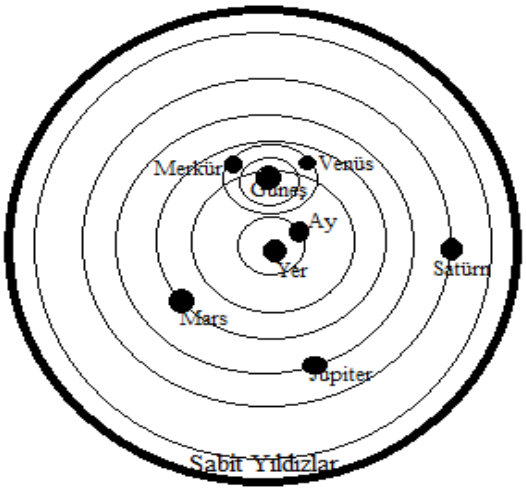
Amcası Jorgen'ın devlet adamı olması istemesi üzerine ilk olarak retorik ve felsefe eğitimi almıştır. Leipzig Üniversitesinde hukuk eğitimi aldığı sıralarda amcasının emriyle bir öğretmenin gözlemi altında eğitimine devam etmiştir. Yaşadığı dönemde asil soydan gelenlerin astronomiyle ilgilenmesi hoş karşılanmamıştır. Hocasının gizlice getirdiği gök küre ile yıldızların konumlarını tespit etmeyle uğraşmıştır. Tycho Brahe'nin dediğine göre astronomiye dair bilgileri kendi kendine elde ettiğini herhangi bir hoca tarafından eğitim almadığını ileri sürmüştür (Tekeli, 1958, s. 301-393).

Copernicus'un kurmuş olduğu sistem fiziki yönünden eksik olmasından dolayı o dönemde Yer Merkezli Evren Modelinden daha başarılı olarak görülmemiştir. Bu dönemde gök bilimcilerin karşısında iki farklı hesaplamalara dayanan sistemle karşı karşıya kalmışlardır. Gökbilimciler doğru hesaplamaların ancak doğru ve dakik gözlemlerle ile olabileceğini iddia etmişlerdir. Brahe ise astronominin teorik kısmından çok gözlemci tarafıyla ilgilenmiştir. Dönemin Danimarkalı Kralı II. Frederick'in ona Hveen adındaki Adayı bağışlamasıyla Ada'da Batı Dünyasının en büyük gözlem aletlerin olduğu Uranienborg Rasathanesini inşa edilmiştir. Brahe gözlemleri sırasında 777 yıldızın konumu tespit etmiş ve bir yıldız kataloğu hazırlamıştır (Unat, 2013, s. 150).

Brahe Copernicus'un evren modelini eleştirmiştir. Bunun sebebinin ise kutsal kitaba aykırı olduğunu ve fiziki yönünden hatalı olduğunu düşünmesinden dolayıdır. Bunun yanı sıra Ptolemaios'un evren modelinin de eksik olduğunu da ileri sürmüştür. Bundan dolayı Yer'in merkezde ve hareketsiz olduğunun ve iki sisteme de dayanan ikili bir evren modeli geliştirmiştir. Bu sistemde Yer merkezde; Ay, Mars, Jüpiter ve Satürn Yer'in etrafında dönerken, Merkür ve Venüs ise Güneş'in etrafında dönmektedir. Bu model, hem Ptolemaios'un modeline hem de Copernicus'un modeline dayanırken aynı zamanda Aristoteles'in fiziğini de yer verilmiştir (Özdemir, 2020, s. 229-246).

Brahe'nin modeli teorik yönden daha çok yapmış olduğu gözlemler bakımından önemlidir. 1572 yılında Cassiopea takımyıldızında yeni bir yıldız gözlemlenmiştir. Bu yıldızın keşfiyle Aristoteles fiziğine karşı olan güveni sarsmıştır. Çünkü onun teorisine göre sabit yıldızların olduğu bölge eterle kaplıdır ve mükemmeldir. Bu bölgede yeni bir şey var olamaz ve yok olamazdı. Yeni yıldızın keşfedilmesiyle Aristoteles fiziğinin

temel prensipleri sarsılmıştır. Brahe yapmış olduğu gözlemi *De Stella Novis* (Yeni Yıldız Üzerine) adlı yapıtı yazmıştır (Unat, 2013, s. 150).



Şekil 5.3 Brahe'nin evren modeli

Brahe'nin Aristoteles fiziğine diğer bir darbesi ise 1577 yılında Ay kürenin dışında gözlemlemiş olduğu kuyruklu yıldızdır. Aristoteles'in fiziğine göre kuyruklu yıldızlar Ay altında yer alıyordu. Aristoteles fiziğine yapmış olduğu bir diğer büyük darbelerinden biri de Mars'a dair yapmış olduğu gözlemler ile alakalıdır. Mars'ın yörüngesinin bazen Güneş'e bazen ise Yer'e yakın olduğunu gözlemledi. Ayrıca Mars'ın yörüngesinin Güneş'in yörüngesiyle iki farklı yönde kesişmesi yeni bir sorunu ortaya koydu. Bu sorunun çözümü ise Kepler tarafından gerçekleştirilecektir (Unat, 2013, s. 151).

6. MODERN DÖNEMDE ASTRONOMİYE DAİR ÇALIŞMALAR

6.1 Johannes Keplerin Hayatı ve Çalışmaları

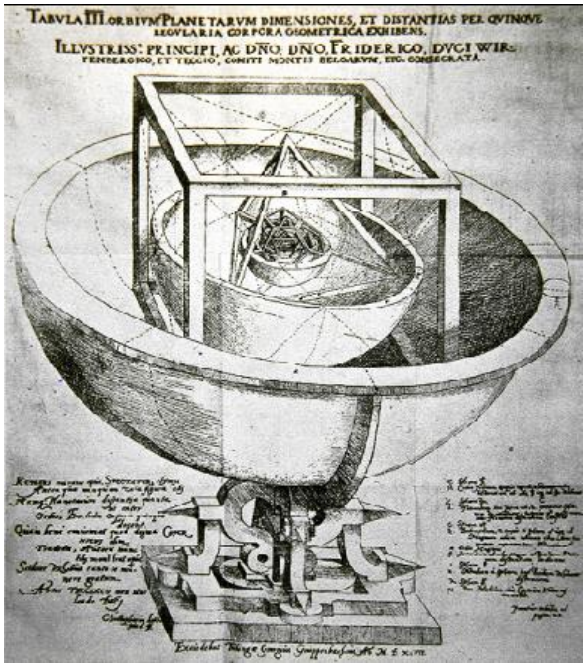
Johannes Kepler 1571 yılında Württemberg'in Weil şehrinde doğmuştur. Kilisenin desteğiyle teoloji eğitimi almak amacıyla Tübingen Üniversitesine başlamıştır. Bu üniversitede teolojinin yanı sıra gökbilimi eğitimi de almıştır. Astronomi ve matematik alanına duymuş olduğu ilgiden dolayı 1594 yılında Gratz Üniversitesinde matematik alanında profesör olmuştur (Ball, 2018, s. 81-82).

Tycho Brahe ölüm döşeğinde olduğu zamanda Kepler onu ziyaret etmiş, yapmış olduğu kayıtları Keplere bırakmış ve tamamlanmamış eserini basılmasını istemiştir. Brahe yapmış olduğu çalışmayı üç cilt altında toplamıştır. *Astronomiae Instauratae Progymnasmata* adlı eseri tamamlayamadan öldüğü için eseri tamamlanmasını Keplerden istemiştir. 1602 yılında Kepler bu önemli eseri tamamlamıştır. Kepler, Brahe'nin çalışmalarını ve kataloglarını incelerken Copernicus'un temel prensiplerine dayanarak çalışmalarına devam etmiştir. Brahe'nin gözlemlerini incelerken o döneme kadar kabul gören gök cisimlerinin dairesel yörünge üzerinde düzenli hareket ettiği fikrini reddederek Keplerin Üç Yasası olarak tanımlanan yasalarını ortaya koymuştur. Bu önemli yasalar ile Kepler, modern gök mekaniğinin temelini atan ve kurucusu sayılmıştır (Unat, 2013, s. 152-153).

Keplerin mekanik sisteminin doğuşuna kadar Copernicus'un sistemi matematiksel bir araç olarak kabul edilmiştir. Keplerin mekaniğiyle birlikte astronomi mekaniksel yön kazanmıştır. (Yıldırım, 1993, s. 194-195) Johannes Kepler, astronomideki asıl amacı matematiksel bir temele dayanan sistem kurmayı amaçlıyor olmasıdır. Keplerden önceki astronomlar gezegenleri tek tek ele almıştır. Ancak Kepler gezegenlerin birlikte ele alınmasını önermiştir. Bundan dolayı Kepler gezegenlerin birbiriyle olan bağlantısını ele aldığı *Misterium Cosmographium* (Göksel Gizem) adlı yapıtını kaleme almıştır (Unat, 2013, s. 153).

Yapıtının ilk kısmında Copernicus'un Güneş Merkezli Evren Modeline dair açıklamalara yer vermiş, diğer bölümlerde ise gök cisimlerinin birbirilerine olan

uzaklıklarının orantısına dayanan hesaplamalar verilmiştir. Altı gezegenin yörüngelerini, belirli sıralamalara göre iç içe geçmiş yörüngelerini beş düzgün çok yüzlünün altı yarığını kanıtlamaya çalışmıştır. Satürn yörüngesine yerleştirilen çok yüzlü (altı yüzlü küp), yörüngenin bütün yüzleri yörüngeye dokunmaktaydı. Çok yüzlünün içinde Jüpiter bulunmaktaydı. İçten teğet olan Jüpiter'in içinde de var olan kürenin içinde de dört yüzlü yer almaktaydı. Mars'ın küresi dört yüzlüye teğet geçmekteydi. Mars'ın küresinde ise on ikiyüzlü yer alıyordu. Yer'in küresi on ikiyüzlünün içindeydi. Yirmi yüzlü çok yüzlü şekil ise Yer'in içindeydi. Bu da Venüs'ün küresini içten teğet geçmekteydi. Sekiz yüzlü şekil ise Venüs'ün küresi içerisinde yer alıyordu. Bu kürelerin merkezlerinde ise Güneş bulunmaktaydı (Unat, 2013, s. 154).



Şekil 6.1 Kepler küreler modeli (Url-6, 2018)

Onun Göksel Gizem eserinde vermiş olduğu gezegenlerin yörünge boyutlarını hesaplaması önemli bir dönüm noktası oldu ancak onun açıklamaları teorik yönden başarısız sayılmıştır. Ancak onun astronomi için önemli kılan yörüngelerin daire şeklinde değil elips şekilde dolanımını keşfetmesinden dolayıdır. Kepler, Mars'ı gözlemlediği zamanda daha önce Copernicus'un yörüngenin dolanımın 10 dakikalık bir hata bulmuş, Brahe'de ise 8 dakikalık bir hata saptamıştır. Böylelikle Mars'ı gözlemlediğinde yörüngelerin dolanımlarının dairesel olarak hareket ettiğinden dolayı

bu hatayı yaptıklarını, Mars'ın iki konum arasında sadece dairesel dolanımda bulunduğunu diğer zamanlarda dairesel dolanımda bulunmadığını keşfetmesidir. Dairesel yörünge fikrinden vazgeçmesinin asıl sebebi ise Yer'in hızının Güneş ile arasında mesafe arasında ters orantıya sahip olmasıdır. Diğer gezegenlerin Güneş etrafında dolanırken bazen yavaş bazen ise hızlı olduğunu fark etmiştir. Eğer hareket daire şeklinde olsaydı bu hareket düzgün muazzam olmalıydı. Bundan dolayı gök cisimlerin dairesel olmadığını kanıtlamıştır. Kanıt olarak ise yörüngelerin oval ya da elips şeklinde olabileceğini, Mars'ın yörüngesine oval şekli yerleştirerek, basık kısım ile ideal daire arasında alanı hesaplayarak 0,00429 olarak bulmuştur. Bunun dışında Kepler, Güneş, Mars ve Yörünge arasında açı değerlerini $5^0 18^1$ olarak hesaplamıştır. Açı değerinin sekantını alarak sekantı, 1,00429 sonuca ulaştı. Böylelikle Kepler, oval yörünge üzerinde dolandıklarını keşfetmiştir (Unat, 2013, s. 155).

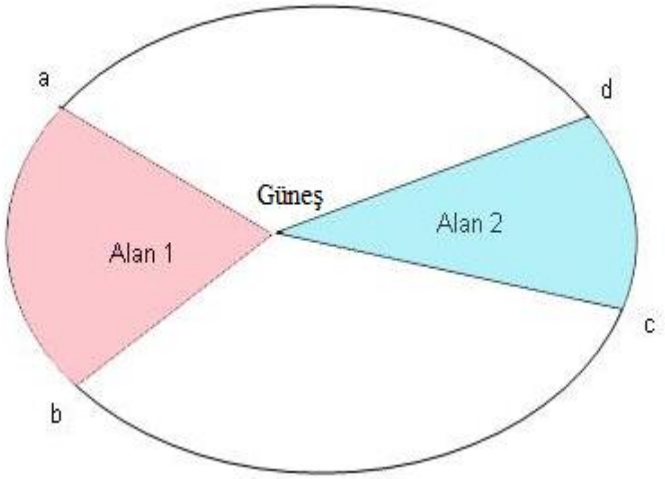
6.1.1 Johannes Kepler'in Üç Yasası

Kepler ilk iki yasasını 1609 yılında yayınlanan *Yeni Astronomi* adlı yapıtında açıklamıştır. (Unat, 2013, s. 156)'ın bahsettiği üzere, birinci yasaya "Bütün gezegenler, odaklarından birinde Güneş'in bulunduğu bir elips yörüngede dolanırlar." Birinci yasasındaki açıklamalara göre Kepler, bu zamana kadar yörüngelerin dairesel olmadığını elips olduğunu söylemiştir. Birinci yasasında Yer'in hızının Güneş'in mesafesine göre ters orantıya sahip olması ve diğer gezegenlerin Güneş etrafında dolanımlarını yaparken bazen hızlı bazen de yavaş olması fark etmiştir. Eğer yörünge dairesel olsaydı eğer düzgün ve muazzam bir harekete sahip olması gerekirdi. Bu durumu birinci yasasının ilk aşamasıdır. Daha sonra Mars'ın yörüngesini oval şeklin üzerine yerleştirerek basık kısım ile ideal kısım arasındaki alanı hesaplayıp 0,00429 olarak bulmuş, açı değerini ise $5^0 18^1$ bulmuş, açının sekantını hesaplayarak sekantı ise, 1,00429 sonucuna ulaşmıştır. Böylelikle bu zamana kadar kabul görülen dairesel yörünge fikri yıkılıp yerine elips şeklinde olduğu kabul edilmiştir (Unat, 2013, s. 155).



Şekil 6.2 Kepler'in birinci yasası

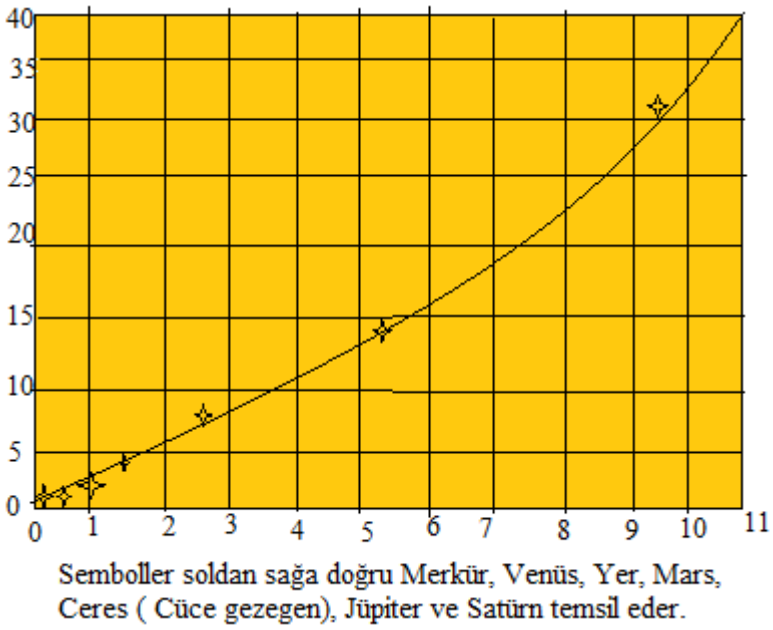
İkinci yasa ise Kepler, gezegenin Güneş'e yakın olduğu zaman hızlı uzak olduğu zaman ise yavaş hareket ettiğini hesaplamıştır. (Unat, 2013, s. 156)'ın bahsettiğine göre ikinci yasa "Güneş'le gezegeni birleştiren doğru parçası, eşit zamanlarda eşit alanlar süpürür" sonucunu ortaya çıkarmaktadır.



Şekil 6.3 Kepler'in ikinci yasası (Url-7)

Yukarıdaki şekle göre gezegen hareket ettiğinde a noktasından b noktasına, daha sonra c ve d noktasına eşit zaman hareket etmiş olur. Taralı alanlar, alan1 ve alan2 birbirlerine eşittir. İkinci kanun yukarıdaki şekilde açık bir şekilde yer verilmiştir.

Keplerin üçüncü yasasını Yeni astronomi eserini yani ilk iki yasanın yer aldığı yapıttan dokuz yıl sonra ortaya çıkmıştır. 1619 yılında yayınlamış olduğu *Harmonica Mundi* (Evrenin Harmonisi) adlı yapıtında üçüncü yasadan bahsetmiştir. (Unat, 2013, s. 157)'ın bahsettiğine göre üçüncü yasa "Gezegenlerin periyotlarının karelerinin, Güneş'e olan uzaklıklarının küplerine oranı birbirlerine eşittir." ($\frac{T^2}{a^3} = T\frac{1}{2} = a\frac{3}{1}$)



Şekil 6.4 Kepler üçüncü yasası

Gezegenlerin dönüşleri bağlı oldukları karelerle orantılıdır. Eğer ikinci gezegen ilk gezegenin 5 misli ise ikinci gezegen dönüş periyodun da 10 misli olacaktır. Newton evrensel çekim yasasını keşfettiği zaman Kepler'in üçüncü yasasında faydalanmıştır (Url-7).

6.2 Galileo Galilei

Galilei, 1865 yılında Kuzey İtalya'nın Pisa şehrinde doğmuştur. Maddi imkânları çok iyi olmayan bir aileden gelen Galilei, ufak yaşlardan itibaren güzel sanatlara karşı bir ilgi duymuştur. Mükemmel ud çalmasının yanı sıra resimle de ilgilenmiştir. Ayrıca Yunanca ve Latince üzerine tahsil yapan Galilei, babasının tıp eğitimi alması isteği üzerine Pisa Üniversitesine tahsiline devam etmiştir. Pisa Üniversitesinde matematik, geometri eğitimi almıştır. Pisa Üniversitesi, Aristoteles'in öğretilerine sıkı sıkına bağlı kalmıştır. Doğa yasalarında Aristoteles'in öğretilerine göre ilerlenmesi Galilei'nin dikkatini çekmiş, doğa yasalarının doğruluğunu sorgulamaya başlamıştır. Onun doğa yasalarına karşı doğruluğunu sorgulaması Üniversite tarafından dikkatin çekilmesine bundan dolayı hocaları tarafından tepkilere maruz kalmasına neden olmuştur (Ball, 2018, s. 60-61).

Galilei saat sarkaçları üzerine çalışmıştır. Sarkaçlar üzerine çalışmasının asıl amacı doktorların hastaların nabızlarını dakik bir şekilde kontrol etmelerini istenmesinden dolayıdır. Galilei, sarkaçların salınımı, zamanın sarkaç tarafından kontrol edileceğine düşünerek bu dayanağa dayanan saat inşa etmiştir. Galilei'nin çalışmaları dikkat çekmesi üzerine hocalarının destekleriyle Pisa Üniversitesinde matematik profesörü olarak göreve başlamıştır. Galilei, Antik bilime karşıydı bunun nedeni ise yeni gelişmelerinin olmasına rağmen eskiye körü körüne bağlılığı olmasıdır. Karşı çıktığı konulardan en önemli ise Aristoteles fiziğine yönelik olmuştur. Aristoteles, taşın yere düşmesi, nesnenin ağırlığına bağlı olduğunu, ağır olan bir nesnenin hafif olana göre daha kısa süre içinde düşeceğini savunmuştur. Ancak Galilei, Pisa kulesinin tepesinden ağır ve hafif olan taşları aynı anda yere bırakmış, bunun üzerine iki taşında aynı anda yere düştüğünü halkın gözü önünde tespit etmiştir. Böylelikle Aristoteles fiziğine körü körüne bağlılığı bu deneyi ile birlikte yıkılmasında sağlamıştır (Ball, 2018, s. 62-63).

Galilei'nin Antik bilime karşı sergilediği tutum üniversitenin tepkisini çekmiştir. Böylelikle yapılan baskı sonucunda Pisa Üniversitesindeki görevinden ayrılarak Padova Üniversitesinde matematik profesörlüğüne başlamıştır. Üniversitede vermiş olduğu doğa bilimleri yönelik dersleri o kadar dikkat çekmişti ki birçok yerden bu derse katılmaktan için öğrenci gelmiştir. 1602 yılında termometreyi icat eden Galilei, sıvı olarak suyun genleşmesi ile ısının ölçülebileceğini düşünmesinden dolayı termometresinde suyu kullanmıştır. Galilei'nin en önemli buluşu ise teleskopun astronomide kullanılması sağlamasıdır. Galilei, Landucci'ye yazmış olduğu mektupta teleskopun astronomide kullanılmasında yönelik yapmış olduğu çalışmalardan bahsetmiştir. Galilei, Perspektif teorisi üzerine çalışmalar yapmıştır, teleskopun icadı ile birlikte uzaktaki nesnelerin yakındaymış gibi görünmesi onun bu icadın astronomide kullanılabileceği fikrini doğurmuştur. Teleskopu perspektif teorisiyle birlikte geliştirerek Hollandalı mucit Hans Lippershey'in teleskopundan daha ileri düzey bir teleskop geliştirmiş, böylelikle elli mil uzaklıkta bir nesneyi sanki beş mil uzaklıktaymış gibi gösteren bir nitelikli bir teleskop icat etmiştir. Galilei bu icadı ile astronomiye başka bir bakış acısı kazandırmış, dünyanın dikkatini bu icadıyla çekmeyi başarmıştır. Böylelikle bu icat ile birlikte astronomide yeni bir çağ başlamıştır (Ball, 2018, s. 64-65).

O döneme kadar gökyüzüne karşı gözlemler çıplak gözle gözlendiği kadar olmuştur. Ancak teleskopun astronomide kullanılmasıyla birlikte, Galilei var olan yıldızlardan on kat daha fazla yıldız olduğunu gözlemlemiştir. Bu durum o zamana kadar var olan öğretilerin sarsılmasını sağlamıştır. Galilei, Keplerin Yeni Astronomi eserini inceledikten sonra gözlemlerinin sonucunun da 1610 yılında *Siderus Nuncius* (Yıldız Habercisi) adlı yapıtını yayınlamıştır. Galilei'nin gözlemleri Güneş Merkezli Evren sistemini destekleyen gözlemlerdir. Gözlemlerin de Ay, Güneş, Venüs, Satürn ve Jüpiter üzerine yoğunlaşmıştır. Bunun nedeni ise bu zamana kadar bilinenlerin tam tersine sonuçların ortaya çıkmasından dolayıdır (Unat, 2013, s. 165).

Galilei gözlemlerine Dünya'ya en yakın gökcismi olan Ay ile başlamıştır. 1609 yılında Ay gözlemlerine başlayan Galilei, yapmış olduğu gözlemleri dönemin İngiliz Büyük Elçisinin Kral I. James'e yazmış olduğu mektupta ilk gözlemlerinin sonucunu bildirmiştir. Mektupta şu şekildedir:

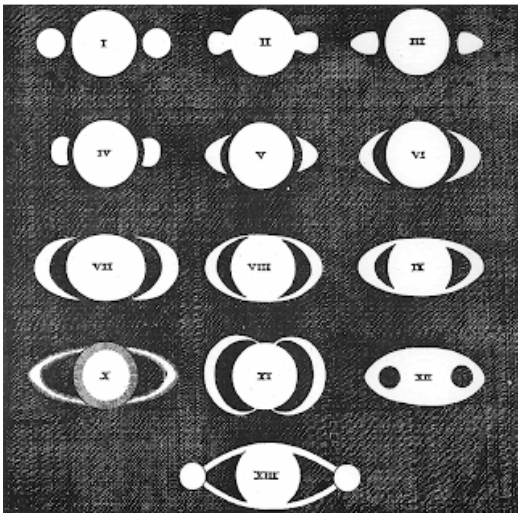
> - " Saygıdeğer Kral Hazretleri, Galileo isimli astronom, Ay'ın dağlık taşlık bir yer olduğunu söylüyor."
> - " Ne?.. Hani kristal bir küreydi Ay?
> - Işığın yansıma kanunlarıyla ispatlıyor dağlık, taşlık olduğunu. Kristal olsa ışığı böyle yansıtamaz ve Yerküremizi aydınlatma gücü olmaz diyor." (Galilei, 2008, s. ix).

Aristoteles fiziğine göre Ay'ın ışığının kaynağının kendisi olduğunu iddia edilmiştir. Ancak Leonardo Vinci'de Ay'ın ışığının kaynağının Güneş olduğunu söylemiş, Güneş ışığını Ay'a Ay ise Dünya'ya yansıttığını söylemiştir. Galilei ise Ay'ın hilal evresinde olduğu zamanda bile Dünya'nın Güneş'ten aldığı ışığı Ay'a yansıttığını gözlemleriyle ispatlamıştır (Galilei, 2008, s. ix).

Galilei, Ay'ın yüzeyinin Dünya ile benzerlik içinde olduğunu iddia etmiştir. Ay'ın yapısının da Dünya gibi engebeli ve dağlık arazilerden oluştuğunu kabul gördüğü gibi eter ya da başka bir madden oluşmadığını Dünya ile Ay'ın aynı maddelerden oluştuğunu varsaymıştır. Böylelikle o zamana kadar kabul görülen Yer'in ve evrenin diğer yerlere iki farklı âlem olduğu görüşü yıkılmıştır. Galilei bu teorisi ile birlikte Ay'ın Dünyadan hiçbir farkı olmadığı aslında karanlık ve opak bir yapıya sahip olduğu ve Güneş'in ışığını yansıttığını ileri sürmüştür (Koç, 2014, s. 23).

Galilei, Ay'ın dağlık, engebelik alanlarını gözlemlemiş, gölgelerine göre Güneş'in ışınlarını ölçmüştür. Ayrıca gözlemleri sırasında Dünya'dan gelen ışınları Ay'ın ince tabakalarında göründüğü zamanda karanlık bölgelerde çizgi şeklinde olduğunu da ispatlamıştır. Ayrıca bu karanlık bölgelerinde deniz olabileceğini de iddia etmiştir. Ancak karanlık bölgelerinin deniz olduğu teorisi günümüzde yapılan gözlemler ve fotoğraflara göre Ay'da deniz olmadığını herhangi bir suyun olduğuna dair iz olmadığı kanıtlanmıştır (Koç, 2014, s. 24).

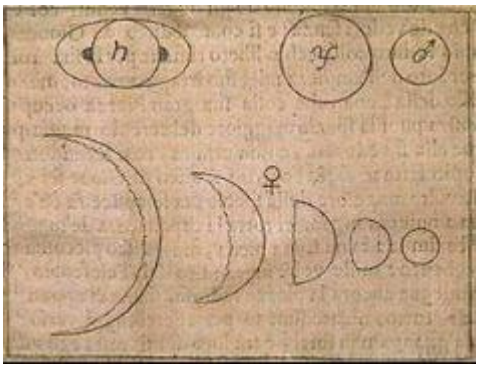
Galilei gözlemleri sırasında bugün bilinen Orion Yıldız kümesi gözlemlemiş, önceden kabul görülen bulutların aslında yıldız olduğunu ispatlamıştır. Bunun yanı sıra Aristoteles'in Samanyolunu bulut olduğu görüşünü yıkarak aslında Samanyolunun yıldızlardan oluştuğunu da ispatlamıştır (Unat, 2013, s. 165). Galilei 1610 yılında Satürn'ü gözlemlemeye başlamıştır. Bugün bilinen Satürn halkasını keşfetmiştir. Ancak teleskopu çok güçlü olmadığından dolayı halkayı, iki tarafta bulunan uydu zannetmesiyle yanılgıya düşmüştür. Gezegeni gözlemlediği sırada gezegenin üç yıldızdan oluştuğunu, aslında bunun periyodik niteliğinden dolayı belirli bir süre sonra halkalarının kaybolmasından dolayı büyük bir şok geçirmiştir. Bunun üzerine birbirlerine değen üç yıldız olduğunu, tek bir yıldızdan ibaret olmadığını ortadaki yıldızın en büyük yıldız olduğunu iddia etmiştir (Koç, 2014, s. 26-27).



Şekil 6.5 Galileo Galilei'nin Satürn çizimleri (Fletcher, 2013)

Galilei daha sonra Venüs'ü gözlemlemiştir. Ay'ın evreleri gibi Venüs'ün de evreleri olduğunu sürekli farklı evrelerde olmasından dolayı Güneş'in etrafından dolandığını

varsaymıştır. Venüs'ün evreleri hakkında ise bazen küre bazen ise hilal şeklinde olduğunu gözlemlemiştir. Venüs'ün evrelerinin Güneş Merkezli Evren modeliyle olabileceğini savunmuştur. Ptalemaios'un evren sisteminde Venüs belirli uzaklıkta olması gerekiyordu. Ancak Güneş'in etrafından dolanım yapıyor olması onun farklı evrelerde olduğunu kanıtlamıştır. Böylelikle Ptolemaios'un sistemi bu kanıtlamayla birlikte tamamen yıkılmış, Copernicus'un sistemi bir kez daha kabul görmüştür.



Şekil 6.6 Galileo Galilei Venüs çizimleri (Unat, 2013, s. 166)

Galilei gözlemlerine Jüpiter ile devam etmiştir. Gözlemleri sırasında etrafından dolanan dört uyduyu keşfetmiştir. Bu dört uyduların Jüpiter'den farklı olarak ele alınması gerektiğini varsaymıştır. Galilei bu uyduların Jüpiter'in etrafında dolanması Güneş'in etrafından dolanan gezegenlere benzetmiştir. Bu durumdan daha önce Giordano Bruno evrenin merkeziyle ilgili merkezin hem her yerde hem de hiçbir yerde olmadığını fikri ve var olan her sistemin kendi merkezi olduğunu, bundan dolayı Güneş bütün gökcisimlerinin merkezi ve gezegenler Güneş'in etrafında döndüğü sonucunu ortaya çıkarmıştır. Yer Merkezli model tamamıyla çökmesini sağlamıştır. Galilei bunun yanı sıra Jüpiter'in on iki yılda devrini tamamladığını da eklemiştir (Koç, 2014, s. 24).

Galilei, Jüpiter'in dört uydusuna İtalya'nın köklü hanedanlığından olan Medici Hanedanlığının dört bireyinin adını vermiştir. Bunlar, Lorenzo, Francesco, Carlo ve II. Cosimo'dur. Aileden yeteri kadar destek almadığından dolayı uyduların adını, Callisto, Europa, IO ve Callisto olarak değiştirmiştir. Galilei'nin bu önemli buluşu bütün Avrupa'ya yayılmıştır. Aristoteles destekçileri tarafından ağır bir tepkiler alan Galilei, bunun üzerine destekçiler, (Koç, 2014, s. 25)'ın belirttiği üzere "Doğanın Medici adını ölümsüzleştirmek için Jüpiter'e dört uydu verdiğine inanmamız

beklenemez... Doğa bu karmaşalardan nefret eder. Böyle bir kendini beğenmişlik, gerçekten akıllı olanlara iğrenç geliyor." demişlerdir. Bunun yanı sıra Aristoteles destekçisi olan Venedikli Francesco bir broşür yayınlar bu broşüre göre;

> "Jüpiter'in uyduları gözle görülemezler ve bu yüzden Yer üzerine herhangi bir etkide bulunamazlar; bu nedenle de yararsızdırlar; o halde var olamazlar; Ayrıca modern Avrupalılar, Yahudiler ve başka eski milletler, haftanın yedi günü bölünmesine kabul etmişler ve onlara yedi gezegenin isimlerini vermişlerdir. Şimdi gezegen sayısını artırırsak bu güzel sistem bütünüyle yer bir olur." (Koç, 2014, s. 25).

Galilei bu önemli keşifleri kilise tarafından kabul görmesi uzun zaman almıştır. Çünkü Aristoteles öğretileri ile kilise sıkı sıkına bağlı olması, Yer Merkezli Evren sistemini reddetmek bütün sistemin tekrardan baştan başlamasına ve bu zamana kadar kabul gören sistemin yıkılması korku sağlamıştır.

Galilei daha sonra Güneş'i gözlemlemiştir. Gözlemleri sırasında Güneş'in üzerinden lekeler olduğunu keşfetmiştir. O dönemde leke gibi görünmesini iki sebepten dolayı olayı olduğunu söylemişlerdir. Bunlardan ilki Güneş'in önünden Merkür'ün geçtiği zaman gölgesi, ikincisi ise, Güneş ile Dünya arasından bulunan gökcisimlerinden dolayı olduğunu iddia etmiştir. Ancak Galilei, ilk olarak Merkür'ün Güneş önünde geçtiği zaman süresi yedi saat olduğunu bundan dolayı gölge oluşturması olanaksız olduğunu varsaymıştır. İkinci neden için de Galilei, lekelerin ne kadar zaman geçse de ya da hangi cisim bulunursa bulunsun lekeler aynı yerde bulunduğunu gözlemlemiştir. Bundan dolayı bu açıklamaların yersiz ve gereksiz olduğunu söylemiştir. Güneş'in üzerinde bulunan lekeler, Aristoteles'in öğretisi olan Güneş'in kusursuz olduğu fikri yıkılmış oldu. Bunun yanı sıra lekelerdeki çizgiler düzensiz olması Yer'in hareketli olduğunu kanıtlamıştır. Güneş hakkındaki gözlemleri Galilei, *Lettere Sulle Macchie Solari* (Güneş Lekeleri Üzerine Mektuplar) adlı yapıtını 1613 yayınlamıştır. Bu yapıt, Güneş Merkezli Evren Sistemini savunduğunun kanıtı olmuştur. Bunun üzerine Galilei, 1616 yılında Engizisyon Mahkemesinde yargılanmıştır. Güneş Merkezli Evren Sistemini savunmayacağını söyleyerek kilise tarafından af edilmiş ve kilise mahkemenin yapıldığı sene bir bildiri yayınlamıştır. Bu bildiride şunlar yer alır:

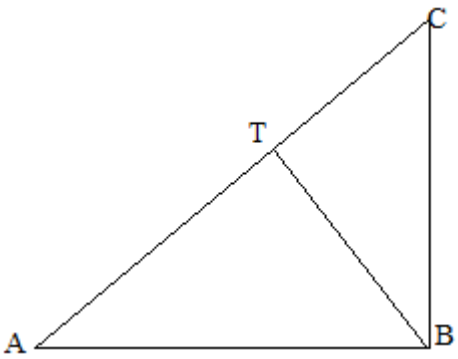
> 1.Güneş'in Yer'in çevresinde dönmeyen, merkezde sabit olduğu düşüncesi kutsal öğretiye aykırı, saçma ve yanlış bir savdır.2. Yer'in, merkezde sabit değil, Güneş çevresinde bir gezegen olduğu görüşü felsefi açıdan saçma ve yanlış, teolojik açıdan gerçek inanca ters düşen bir savdır (Unat, 2013, s. 167).

Galilei, astronomi hakkında önemli bilgileri 1632 yılında *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog* adlı yapıtı yayımlamıştır. Kitapta kilisenin baskılarından dolayı diyalog şeklinde konuşmalara yer verilmiştir. Bu konuşmada Salviati, Simplicio ve Sagredo adındaki üç kişi Ptolemaios ve Copernicus'un sistemlerini tartışmışlardır. Tartışmalar dört gün sürmüş, üç önemli neden üzerine olmuştur. Bunlar;

> Yer, gök ve evrendeki her şeyin aynı maddelerden yapılmışlardır. 2. Gök çok büyüktür ve 24 saat dolanım yapması olanaksızdır. Oysa daha küçük olan Yer'in hareketi daha mantıklıdır. Yer günlük dolanım yapar.3. Galilei'nin daha önce Hareket Üzerine adlı eserinde ele aldığı, yukarı atılan taşın nasıl düştüğü meselesidir (Unat, 2013, s. 167-168).

Üçüncü nedeni destekçiler Yer'in hareketsiz olduğundan dolayı aynı yere düştüğünü iddia etmişlerdir. Ancak Galilei, bu problemi çözmek için gemi örneğini kullanarak açıklama yapmıştır. Ona göre hareket halinde bir geminin direğinden taş atarsan, direğin dibine düşer, gemi hangi hızla giderse gitsin içinde bulunan nesnelerde gemiyle aynı hızda bulacağını iddia etmiştir. Yer'in var olması yerçekiminin de var olduğunun kanıtıdır. Yer olmasaydı yerçekimi de var olmayacaktır. Bundan dolayı direkten taş atıldığında taş, gemiyle aynı hıza sahiptir ve bundan dolayı direğin dibine düşeceğini kanıtlamıştır. Bunun yanı sıra eserde topun eğimli kısımda hareketi üzerine tartışmaya da yer verilmiştir. Galilei'nin eylemsiz kuramı eğimli düzlem sonucunda ortaya çıkmıştır (Unat, 2013, s. 168).

Aristoteles cismin hareketi için, cisme uygulan kuvvet, cismin o kuvveti hareket ettirdiği sürece ortaya çıkar öğretisi (Galilei, 2008, s. 26)'ın belirttiği üzere aşağıdaki şekilde yer aldığı gibi, "Düşeydeki B'ye yakın bir noktadan harekete başlayan bir cismin, A'ya uzak noktadan harekete başlayan bir cisimden, Eylemsizlik Kuramı nedeniyle daha geç varması mümkündür." der.



Şekil 6.7 Galilei eylemsizlik kuramı

Galilei, bu önemli eserinden sonra engizisyon mahkemesi tarafından ev hapsi cezası almış ve kitabı yasaklanmıştır. Yaşlılığının son dönemlerine doğru, iyice hastalanmış, görme yetisini kaybetmiştir. 1638 yılında Hollanda'da *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche Intarno à due Nuoue Science* (İki Yeni Bilim Üzerine Konuşmalar) adlı yapıtı yayımlanmıştır. Yapıtında Galilei, bütün cisimlerin hızının aynı olduğunu, serbest düşmede ki hızın sabit olduğunu formüle etmiştir. ($S=1/2\ gt^2$) Böylelikle Galilei tarafından mekanik matematikselleşmiştir. Onun hareket, Eylemsizlik Kuramı ilgili çalışmaları Newton tarafından dinamiğin temeli oluşturmasını sağlamıştır (Unat, 2013, s. 169).

6.3 Isaac Newton

Isaac Newton 1642 yılında Woolsthorpe'da dünyaya gelmiştir. Trajedik bir hayata gözlerini açan Newton, babasını daha doğmadan önce kaybetmiştir. Annesi tarafından yetiştirilen Newton, eğitim hayatına ilk olarak köy okulunda başlamış, daha sonra Latince eğitim veren Grantham okuluna devam etmiştir. Doğduğundan itibaren çelimsiz ve zayıf bir çocuk olan Newton bundan dolayı yaşamayacağı düşünülmüş ancak annesinin ona olan ilgisi Newton'un hızlıca büyüyüp gelişmesinde önemli bir yer edinmesini sağlamıştır. Grantham'da okuduğu sıralarda diğer çocuklardan farklı olarak mekanik oyuncaklar icat etmiş, yakında inşa edilen bir yel değirmenini gözlemleyerek, yel değirmeninde ki mekanizmaya ait bir model tasarladığı varsayılmaktadır. En çok keyif aldığı hobilerinden biri olan uçurtmanın iplerini dahi belirli bir orana göre ayarlamıştır. Bu durum bize Newton'un doğuştan mekaniğe karşı bir yeteneği olduğunun göstergesi olmuştur. Ailesinin maddi durumundan dolayı bir süreliğine okuldan alınmış ancak annesi onun diğer çocuklardan ayıran özelliğini fark edince tekrardan onu geri okula yollamıştır. On sekiz yaşına geldiğinde Cambridge Üniversitesine başlayan Newton matematik alanında uzmanlaşmıştır (Koç, 2014, s. 95-99).

Cambridge girdikten kısa bir süre sonra matematikçi Isaac Barrow'un öğrencisi olmuştur. Ancak 1665-1667 yıllarında veba salgını nedeniyle Cambridge ayrılarak doğduğu kasabaya Woolsthorpe geri dönmüştür. Salgının bitiminden sonra Cambridge dönen Newton, bir süre sonra hocası Barrow matematik kürsüsündeki yerini Newton'a

devretmiştir. Newton 1669 yılında matematik profesörü olarak Cambridge'de göreve başlamıştır. 1696 yılına kadar burada önemli çalışmalara imza atmıştır. Newton, matematik, fizik, astronomi ve optik alanlarında önemli çalışmalar yapmış, Güneşten gelen ışınlarının yapısını, integral hesaplaması ve diferansiyel ve evrensel çekim yasası hakkındaki çalışmaları sayesinde bilime önemli katkılar sağlamıştır (Unat, 2013, s. 169).

Newton, Güneş ışığının birden fazla rengi barındırdığı keşfetmiştir. Karanlık bir odada yer alan cam prizmaya Güneş ışınlarını göndermiş, renkler; mor, çivit (mavi-mor arasındaki renk), mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı olarak ayrılmıştır. Daha sonra ışıkları farklı bir noktaya toplayarak beyaz ışığı elde etmiştir. Newton böylelikle her rengin belirli kırılması noktasını olduğunu keşfeden ilk kişi olmuştur. Keşfini 1704 yılında yayınlamış olduğu *Optics* kitabında ayrıntılı olarak açıklamıştır. Newton'un bir diğer önemli çalışması da Galilei'nin teleskopunu içine bir küçük bir büyük ayna koyarak var olan tüpü kısa tutarak geliştirmesidir. Teleskopun içine ayna koymasının nedeni, aynalar yansıtıcı görevi üstlenecek, ışıklar daha net bir şekilde ulaşacak olmasıdır (Unat, 2013, s. 170).

Newton diğer bir önemli çalışması ise 17.yüzyılın çözümlenemeyen dört problemi üzerine çalıştığı diferansiyel ve integral hesaplamaları olmuştur. Problemlerden ilki yol formülüne göre, hız ve ivmenin herhangi bir anda aldığı hız ve ivme aldığı yol, ikincisi, eğri noktasının teğetini bulmak, üçüncüsü, fonksiyondaki minimum ve maksimum değerlerin hesaplanması ve son olarak ise gökcisminin aldığı yoldaki, eğri noktalarının sınırları ve yüzeydeki hacimlerinin sınırlandığı gibi temel problemlerdir. Newton bunları çözüm yolu olarak integral hesaplamalarını önermiştir (Unat, 2013, s. 171).

Newton cisimlerin uzunlukları, hacimlerini ve alanları hesaplamasında dx/dy diferansiyel hesaplamasıyla bulmuştur. Bunun tam tersini integral hesaplamasına uygulayarak küçük alanların eğrilerini hesaplamıştır. Mekanikte iki önemli problem olan, (Unat, 2013, s. 170)'ın belirttiği üzere "ilki gezegenin hareketi sırasında yörüngesi üzerinde kat ettiği yoldan, herhangi bir andaki, hızını bulmak ikincisi gezegenin hızından, herhangi bir anda yörüngesinin neresinde bulunacağını hesap

etmekti.” Bu önemli problemleri diferansiyel integrali geliştirerek çözüm bulmaya çalışmıştır. Newton herhangi bir zamanda kat ettikleri yolu y olarak almış, başka bir anda ki yoldaki normal bir dx hızını x olarak belirterek, 2xdx olarak hesaplamıştır (Unat, 2013, s. 170-171).

(Galilei, 2008, s. 26)’in belirtmiş olduğu “düşeydeki B’ye yakın bir noktadan harekete başlayan bir cismin, A’ya uzak noktadan harekete başlayan bir cisimden, Eylemsizlik Kuramı nedeniyle daha geç varması mümkündür.” Temelini atmış olduğu hareket problemini Newton farklı bir boyut kazandırarak problem olarak gözüken konuyu ortadan kaldırmıştır. Newton’a göre gökcisimlerinin Güneş etrafında dolanımları dairesel olması ve neden gökcisimlerin Güneşten uzaklaşmadığı ayrı bir problem olarak görülmüştür. Newton bunun içinde gökcisimleri iten bir kuvvet olduğunu bununda merkezkaç kuvvet olarak adlandırmıştır. Newton’un bu alanda ilk çalışan kişi olduğu onun dışında ise Christian Huygens (1629-1695) ve Alfanso Borelli (1608-1679) çalışmışlardır. Borelli de gökcisimlerinin dairesel hareketlerini merkezden kaçarak oluştuğunu belirtmiştir. Huygens ise bu durumu matematiksel bir temele uygulamaya çalışmayı denemiştir (Unat, 2013, s. 171).

Ünlü filozof Descartes’te bu durumu girdap modeline benzetmiştir. Merkezde bulunan girdap cisimlerini merkeze çeker ve olağanüstü bir hızla kendi etraflarında dolanımlarını yaptığını iddia etmiştir. Oluşan çekim kuvvetine karşı bir kuvvetinde olduğu da düşünülmüştür. Newton bu fikri benimseyerek girdapta yer alan kuralları gökcisimlerine uygulamış ancak aynı sonuçları elde edemeyeceğinden dolayı bu düşünceden vazgeçmiştir. Newton, daha önceki bölümlerde Keplerin yasalarından biri olan üçüncü yasası olan (Unat, 2013, s. 172)’ın belirttiği üzere “periyodun kare sinin yarıçapının küpü ile doğru orantılı olduğu ve bu nedenle de merkezkaç kuvveti dengeleyen merkezcil çekimin kendi küpüne ölünmüş yarıçapla, yani yarıçapın karesi ile ters orantılı olması gerektiği kanısındaydı.” Newton bu problemi Galilei’nin gravitasyon kullanarak bulmuştur. Newton, (Unat, 2013, s. 172)’ın belirttiği üzere “Yer’in çevresinde dolanan Ay’ı yörüngesinde tutan kuvvet yeryüzünde bir taşın düşmesine neden olan kuvvettir, eğer yerçekimi olmasaydı, Ay düzgün dairesel hareketine devam ederdi.” şeklinde yorumlamıştır.

Newton evrensel çekim yasasını, Woolsthorpe'da gittiği zaman evinin bahçesinde elma ağacının altına oturduğu zaman elmanın yere düşmesini gezegenlerin çekimlerini de olan kuvvetin aynı olduğu fark etmesi üzerine keşfetmiştir. Bu durumun basit bir düşme olmadığını yerdeki çekime doğru kuvvetin uygulandığını varsaymıştır (Dökmeci, 1975, s. 21-24).

Evrensel çekim yasasının matematiksel formülü ise aşağıdaki şekildeki gibidir;

$$F = G\frac{M1 \times M2}{R^2}$$

Newton bu formülü Keplerin üçüncü yasasından yola çıkarak bulmuştur. Bu kanun evrenin çekimi yöneten kanun olarak kabul görmüş, evrensel bir yasa olarak kabul edilmiştir. Kepler'in yasaları matematiksel kanıtlamaları eksikti, Newton farklı bir boyut kazandırarak matematiksel safhaya ulaştırmıştır. Böylelikle Güneş'in bütün evrenin merkezinde, gezegenler yörüngesinin etrafında merkeze doğru çekilerek, doğrusal olarak dolanımlarını açıklayarak kanıtlamıştır. Newton'un evrensel çekim yasasını kabul edilmesiyle birlikte Güneş Merkezli Evren sistemi kabul görmüştür (Unat, 2013, s. 173).

Newton'un diğer çalıştığı bir konu da Dünyanın biçimiyle alakalı olmuştur. Geçmişten bu yana Dünyanın şekli küre, saydam olduğunu varsayılıyordu. Ancak sarkaçlı saatlerin kullanılmasıyla başlamasıyla birlikte her yerde aynı zamanın olmadığı, farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu durumda Paris rasathanesinde görevli astronom John Richer'ın sarkaçlı saatlerin Paris'te dakik olması, ama Orta Amerika'da bulunan Cayenne adasında saatin dakik olmadığı fark etmiştir. Bunun üzerine yerçekimin her yerde aynı olmadığını, farklılık gösterdiği, ayrıca kütle çekimden kaynaklandığını ispat etmiştir. Bunların ispatlanmasıyla birlikte zamanın Ekvator'da bir saat geri, kutuplarda zaman ileri olması, Dünyanın şekli ekvatorda şişkin, kutuplarda basık olduğunu sonucunu ortaya çıkardı. Newton bu basık durumu ölçmek için kutuplardan merkeze doğru ve ekvatordan merkeze doğru iki kuyu açıldığı varsayıldığında, eğer Dünya küre şeklinde ise su miktarları iki kuyuda eşit olacağını iddia etmiştir. Ancak Dünyanın şeklinin ekvatorlardan şişkin, kutuplardan basık olması kutuptaki kuyudaki suyun ekvatorda bulunan suya basınç yapması lazımdır. Bu

basıklık, dünyanın dolanım hızıyla, merkezkaç kuvvetiyle bağlantılı olması üzerine Newton matematiksel formüllerle bu durumu ispatlamıştır (Unat, 2013, s. 175).

Çalıştığı bir diğer konu ise gelgitlerin neden kaynaklandığı üzerinedir. Gelgitlerin zaten oluşmasının Ay'dan kaynaklandığı ispat edilmişti. Ancak Newton on iki saate bir olacak şekilde günde iki defa oluştuğunu ayrıca Ay'ın çekim kuvvetiyle ve merkezkaçın birleşmesinden kaynaklandığını keşfeden ilk kişi olmuştur. Newton bu önemli çalışmalarını *Philosophie Naturalis Principia Mathematica* (Doğa Felsefesinin Matematiksel ilkeleri) adlı yapıtında toplamıştır (Unat, 2013, s. 175-176). Newton hayatı boyunca önemli çalışmalar yapmış, adını tarih sayfalarına eklemiştir. Copernicus'tan bu yana Güneş Merkezli Evren sistemin kabul görmesi teorinin içinde bulunan bazı problemlerden dolayı ve Aristoteles öğretisine olan sıkı sıkına bağlılık, yeni sistemin kabul görmesini engellemiştir. Newton evrensel çekim yasasıyla birlikte var olan temel problemler ortaya kalkmış, yeni evren sistemi kabul görmüştür.

7. ISAAC NEWTON'DAN SONRA ASTRONOMİNİN GELİŞİMİ

Keplerin gezegenlerin dairesel değil de elips şeklinde olduğunu matematiksel olarak ispatlamış, gökcisimlerin hareketlerini hız ve ivmelerine bağlı olarak yani kinematik yönden ele almıştır. Ancak Newton mekaniksel olarak ele almasıyla birlikte dinamik astronomi başlamıştır. Böylelikle evrensel çekim yasasının kanıtlanmasıyla iki cismin kütleleri doğru orantılı olduğu, aralarında var olan mesafelerinde kareleriyle ters olduğu $F = M.\frac{m}{r^2}$ formüle etmiştir. Newton ile temeli atılan iki cisimlerin çekim kuvvetleri ondan sonra üç ve daha fazla cisimlere de uygulanmıştır. Bu işlemler gravitasyon kullanarak matematiksel olarak formüllendirilmiştir (Unat, 2013, s. 190).

Newton ayrıca Güneş dâhil olmak üzere bütün gökcisimlerin ağırlık merkezlerinde elips şeklinde dolanım yaptığını da iddia etmiştir. Newton'un çalışmalarını inceleyen ünlü matematikçi Leonhard Euler (107-1783), gökcisimlerinin doğrusal elips şeklinde birbirlerinden farklı eğriler çizdiklerini söylemiştir. Dinamik konusunu analitik yönden ele almış ayrıca trigonometrik formüllerin yer aldığı karmaşık üstel fonksiyonlar yer aldığı Euler denklemini bir noktada da dönen cisme uygulamıştır. Dinamik astronomi kusursuz görünse de Euler dinamikte üç ana problem üzerinde durmuştur. Euler, göre gökcisimleri her zaman aynı yörüngede dolanmayacağını, Yer kendi yörüngesinde dolandığı zaman ona yakın olan gökcisimleri onun hareketinden etkilendiğini iddia etmiştir. Euler yörünge var olan bu tutarsızlıklara perturbation (tedirginlik) olarak adlandırmıştır. Euler bunun yanı sıra Satürn ve Jüpiter'de düzensizlikleri üzerine durmuş, perturbation'dan kaynaklanan düzensizlikler Dünyanın apsisinin yılda 13^{11} ilerlediğini, ekliptiğinde 48^{11} azaldığını keşfetmiştir (Unat, 2013, s. 191).

Bunun yanı sıra Euler Ay üzerine çalışmış, ilk olarak 1746 yılında Ay Tablolarını, 1753'de *Ay'ın Hareketi Kuramı* adlı yapıtlarını yayımlamıştır. Ay kuramında analitik yöntem kullanmıştır. Ondan daha önce Ay kuramı üzerine çalışan Alexis Claude Clariaut ve D'Alembert kuramlarında geometrik yöntem üzerinde çalışmasının yanı sıra Euler'in yöntemiyle birlikte farklı bir bakış acısı kazanmasını sağlanmıştır (Unat, 2013, s. 191).

Alexis Claude Clariaut (1713-1765), babası matematik öğretmeni olan Clariaut'un doğduğu andan itibaren matematik ile iç içeydi. Clariaut dahi bir çocuk olarak dünyaya gelmiştir. Kendi kendine okumayı öğrenmiş, geometriye dair bilgilerini de Öklides'in elementler kitabını okuyarak geliştirmiştir. Babasının geometri ve cebir üzerine verdiği kitabı dokuz yaşında okumaya başlayarak integral, diferansiyel ve analitik geometriye giriş niteliğinde olan bu kitapta öğrenmiştir. On altı yaşındayken uzaydaki eğriler üzerine çift kavisli eğriler adlı yüz sayfalık bir makale yazmış, bu makaleden sonra bilim adamları derneğine katılması uygun görülmüş ancak on sekiz yaşından küçük olduğundan dolayı üyeliği ertelenmiştir. Maurpertuis ile arkadaşlık yapan Clariaut birlikte *Newton'un Doğa Felsefesinin Matematiksel ilkeleri* adlı yapıtında yer alan yer çekim konusunu Fransız bilim adamlarına doğruluğunu ispatlamaya çalışmışlardır (Strick, 2021).

Clariaut'un ilgilendiği en önemli konulardan biride Yer'in şekli üzerindedir. Yaşadığı dönemde Yer'in şekliyle ilgili dünyanın kutupta düzleştiğini söyleyen Newton destekçilerinin yanı sıra kutupların aynı, bir olduğunu söyleyen Descartes destekçileri vardır. Bu dönemde bunu ispatlamak için ünlü matematik, astronom ve mühendis olan Giovanni Domenico Cassini'nin oğlu Jacques Cassini, iki paralellerin arasını ölçmek için Peru ve Kuzey Afrika'ya keşif yapılması için ekip göndermiş, bunun sonucunda dünyanın kutuplarının düzleştiğinde ekvator ile kutuplar arasındaki mesafenin iki paralel arasından daha küçük olmalıdır sonucuna ulaşmışlardır. Bunun yanı sıra 1736 yılında Clariaut, Anders Celsius ile birlikte on altı ay süren bir keşfe çıkmışlar, keşif sonuçlarını kraliyet ailesine sunan Clariaut, Newton'un varsayımlarının doğru olduğunu ancak varsayımların nedenlerinin yanlış olduğunu söylemiştir (Strick, 2021).

Clariaut'un bir diğer çalıştığı konu ise Ay kuramı ve gezegenlerin hareketleriyle alakalıdır. Ay kuramında kullanan apoje hareketindeki gravitasyon hesaplamalarında bir hata olduğunu, bunun yerine (Unat, 2013, s. 192)'ın belirttiği üzere "mesafenin karesi ve küpünün toplamı biçiminde değiştirilmesi gerektiğini söylemiştir." ($\frac{m}{r^2}+\frac{v}{r^3}$) Bu çalışmaların yanı sıra yapılan gözlemlerle kuramın birbirini desteklemesi, Newton kuramın gözlemle kanıtlanan ilk çalışma niteliğindedir (Unat, 2013, s. 192).

Yer'in yörüngesindeki perturbation konusuyla ilgilenmiş, Yer'in kütlesini 2/3 Venüs'ün kütlesinin de 1/67 olarak bulmuştur. Bu çalışmadaki sonuçlarını Nicolas Louis de Lacaille (1713-1762)'in gözlemleriyle karşılaştırarak elde etmiştir. Ayrıca Clariaut, Halley kuyruklu yıldızında belirli bir gecikmeler olduğunu bunu da Satürn ve Jüpiter'den kaynaklandığını söylemiştir. Satürn'ünün yıldızın üzerinde yüz gün, Jüpiter'in ise beş yüz on sekiz gün gecikmesine neden olduğunu söylemiştir (Unat, 2013, s. 192).

18.yüzyılın bir diğer önemli astronomu ise Joseph Lois Lagrange'dir. Lagrange (1736-1813) astronomide önemli çalışmalar yapan astronom, beş defa Fransız Bilimler Akademisi tarafından ödüle layık görülmüştür. İlk gerçek analiz olarak adlandırılan Lagrange, analiz yöntemini, (Unat, 2013, s. 193)'ın belirttiğine göre "noktaların ve katı cisimlerin mekaniğine uygulamış" yapmış olduğu analiz çalışmalarını ise *Analitik Mekanik* adlı kitabında yer vermiştir. Lagrange, üç cisim problemi üzerine çalışmış, birbirlerini çeken gezegenlerin hareketleri açıklamak için diferansiyel denklemini kullanmıştır. Gökcisimlerinin yörüngelerinin bazen hızlı bazen yavaş hareket etmelerinin nedenini Ay'dan kaynaklanmadığını, Ay'ın bir süre sonra kaybolacağını ancak daha sonraki hesaplamalarında Ay'ın yörüngesinin sabit olduğunu ve her zaman belirli bir mesafede kalacağını açıklamıştır (Unat, 2013, s. 193).

18.yüzyıl da astronomide gözlemler de önemli çalışmalar yapılmıştır. En önemli çalışmalardan bazıları Frederick William Herschell'e aittir. Herschell (1738-1822)'in ailesi de astronomiyle ilgilenmiştir. Kız kardeşiyle teleskopun mercekleri üzerine çalışan Herschell, güçlü bir teleskop ortaya koymuşlardır. Herschell ayrıca galaksiler üzerine önemli gözlemlerde yapmıştır. Gözlemlerinin sonucunda sabit yıldızların rasgele değil de, belirli adacıkları olduğunu keşfetmiştir. Güneş sisteminin Samanyolu'nun içinde yer aldığını ayrıca sistemimizin Herkül Takımyıldızını takip ettiğini gözlemlerine eklemiştir. Herschell'in astronomiye en önemli katkısı ise Uranüs gezegenini keşfetmesidir. Böylelikle Güneş sistemine altıncı gezegen eklemiştir. 1787 yılında ise Uranüs'ün iki uydusunu da keşfetmiştir. Astronomiye sürekli önemli keşifler ekleyen Herschell, çift yıldızları keşfederek, yıldızlarının birbirlerini çekerek dolanım yaptıklarını, böylelikle Newton'un çekim yasası Güneş sistemi dışında geçerli olduğundan dolayı evrensel bir nitelik kazanmıştır. Yer ile

Mars'ın birbirlerine benzerlik gösterdiğini, Mars'ın eğimini hesaplamaları sonucunda ulaşmıştır. Ayrıca Herschell, bazı yıldızların büyüklerinden dolayı parlaklarında farklılık olduğunu fark etmiş, yıldızları parlaklarına göre sınıflandıran Herschell, bu yıldızlara "Değişken Yıldızlar" adını vermiştir. Bu çalışmalarının yanı sıra Herschell, Güneş lekeleri üzerine çalışan astronom, (Unat, 2013, s. 194)'ın belirttiği üzere "on bir yılda bir değişerek yeryüzündeki iklimleri etkilediğini bulmuştur." (Unat, 2013, s. 193-194).

Kepler, Mars ve Jüpiter'in arasında bir boşluk keşfetmişti. Astronom Johann Daniel Titius (1729-1796), 1722 yılında Kepler'in keşfetmiş olduğu boşluğu tekrar gündeme getirmiş, ondan bir süre sonrada 1778 yılında Johann Ehlert Bode (1747-1826), Güneş ile gezegenler arasındaki uzaklık için matematiksel bir yöntem uygulamışlardır. Bu yönteme de "Titius-Bode Yasası" olarak adlandırılmıştır. Bu yasaya göre 0.3.6.12.24.48.96.192. şeklinde devam eden ardaşık sistemdeki her bir sayıya 4 eklenerek sonucu 10 ile bölündüğünde Güneş ile gezegenler arasındaki ortalama uzaklığı verdiğini iddia etmişlerdir. Örneğin sıralama da yer olan 3 sayısına 4 eklenip, 10'na bölündüğünde 0,7 değeri ortaya çıkar bu da Merkür'ün Güneş'e olan yaklaşık uzaklığını verir. Elde edilen değerler gerçek değerlere bir hayli yakın sonuç elde edilmiştir. Titius-Bode Yasasına göre Venüs, 0,4 (gerçek uzaklık 0,387) Merkür 0,7 (gerçek uzaklık 0,723) Dünya 1 (gerçek uzaklıkta 1), Mars 1,6 (gerçek uzaklık 1,52) Mars ve Jüpiter arasındaki bilinmeyen uzaklığın 2,8, Jüpiter 5,2 (gerçek uzaklıkta 5,2) ve Satürn 10,0 (gerçek uzaklık 9,55)'dır. Titius-Bode Yasası ortaya atıldığında Uranüs ve Neptün daha keşfedilmemişti. Uranüs ve Neptün keşfinden sonra ve bu yasa geçerli olmuştur. Uranüs'ün yasaya göre uzaklığı 19,6 (gerçek uzaklık 19,2) Neptün 38,8 (gerçek uzaklık 30,1) olarak bulunmuştur. Ceres asteroidin keşfinden bir süre sonra Juno ve Vesta adında iki küçük gezegen keşfedilmiş, sayının artmasıyla beraber Mars ile Jüpiter arasındaki boşlukta asteroid kuşağı olduğu keşfedilmiştir (Albayrak & Bahar, 2019, s. 10-11).

17. ve 18. yüzyıllarında astronomi tarihinde Güneş sisteminde yeni gezegenin keşfi ve evrenin sanıldığından daha büyük olması yeni sistemlerin keşfiyle birlikte 19.yüzyıl'da astronomisinde astronomlar arasında dayanışma olmuştur. Birçok yeni astronomi dernekleri kurulmuş, Macaristanlı astronom Franz Zaver von Zach (1754-

1832) 1800 yılında astronomi alanında ilk dergi olan ve *Monatlicke Correspondez* çıkarmış, 1813 yılında aktif olarak dergi yayımlanmaya devam etmiştir. Bu dönemde İtalyan astronom Gisuppe Piazzi(1746-1826), Palermo Rasathanesinde gözlemleri sırasında 1801 yılında ilk asteroidi keşfetmiş, bu asteroidi de Ceres Ferdinandea adını vermiştir. (Url-8, 2020) 19.yüzyılda ayrıca üç önemli rasathanede kurulmuştur. 1829 yılında Krallık Rasathanesi, 1839 yılında Harvard Koleji Rasathanesi ve aynı yılda Pulkova rasathanesi kurulmuştur (Unat, 2013, s. 195).

19.yüzyılın ünlü Fransız astronom Alexis Bouvard (1767-1843), Uranüs'ün tabloları incelediğinde hata keşfetmiştir. Ona göre yarım dakikalık bir hata vardı, bu hatanın kaynağının da başka bir gezegenden kaynaklandığını varsayılmıştır. (Britannica, 2021) Uranüs de hata olduğu fikri Bouvard dışında Niccolo Caciotore (1770-1841) ve Louis François Wartman Uranüs'ün düzensizlikleri üzerine çalışmış, ancak bu önemli keşif John Couch Adams (1819-1892) tarafından yapılmıştır. İngiliz astronom ve matematikçi olan Adams, Uranüs'ün düzensizliğini başka bir gezegenden kaynaklandığını ileri sürerek bunun üzerine gezegenin koordinatlarını hesaplayarak Neptün gezegenini keşfetmiştir. (Britannica, 2021) Adams'ın yanı sıra diğer bir keşfeden kişide Urbain le Verier (1811-1877)'dir. Fransız matematikçi Le Verier, John Couch Adams'dan bağımsız olarak gözlemlerine devam ettiği sırada Neptün'ü o da gözlemlemiş ayrıca Johamm Galle'de hesaplanan koordinatları girdiğinde Neptün'ün varlığını onun tarafından da ispatlanmıştır (Unat, 2013, s. 196).

19.yüzyılın en önemli astronomlarından ve bu alanda önemli katkılar sağlayan Pierre Simon Laplace'dır. Fransız astronom, matematikçi ve fizikçi Laplace (1749-1827), yoksul bir aileden gelmekteydi. Beumont askeri lisesini bitirdi daha sonra bu okula matematik öğretmeni olmuştur. Dönemin ünlü matematikçi D'Alembert'e mekanik üzerine yazmış olduğu mektuplarda D'Alembert'in desteğini almış bir süre sonra Paris'teki askeri okula Profesör olarak göreve başlamıştır. Gravitasyonal astronomi alanında yazmış olduğu *Gök Mekaniği* adlı yapıtıyla Fransa'nın Newton'u olarak tanınmıştır. Bu önemli yapıtında Ay, Jüpiter ve Satürn üzerine çalışmış, Ay'ın ve Jüpiter'in yörüngesinin hızlandığı zaman Satürn'ün yavaşladığını fark etmiştir. Bu önemli çalışmalarını beş ciltte toplanmıştır (Alsan, 1977, s. 32-36).

Laplace çalışmalarının sonucunda Ay'ın hızının zamanla azaldığını, Aynı zamanda Ay ile Dünya arasındaki mesafenin de azaldığını hesaplamıştır. Böylelikle Ay her yüzyılda bir 1 saniyenin 1/30 kadar azaldığı bu sonuçlar gözlemlerle desteklenerek doğruluğu ispatlanmıştır. Laplace elde ettiği sonuçlarda bir tablo oluşturmamış ancak onun hesaplamalarını kullanan John Tobia Bürg (1766 1834) 1806 yılında *Ay Tablosunu* yayınlamıştır. Bunun yanı sıra Laplace ile beraber çalışan John Charles Burckhardt (1773-1825)'da tablo oluşturmuştur (Unat, 2013, s. 198).

Laplace gezegenlerin düzensizliği üzerine çalıştığı zaman eksantrik ile yörünge arasında değişken olmayan bir orantı olduğunu ispatlamıştır. (Unat, 2013, s. 198)'ın belirttiği üzere "her bir gezgenin kütlesi m, o gezegenin ekseninin a, karekökü ve eksantritesinin e, karesiyle çarpımı toplandığında elde edilen değer, tüm sistemde oluşan periyodik çarpımı düzensizlikleri bertaraf edecek şekilde sabittir." Güneş sistemi üzerine de çalışan Laplace, *Dünya Sisteminin Serimi* 1796 yılında yayınlamıştır. Immanuel Kant'ın Güneş sisteminin oluşumu üzerine olan kuramını Laplace tarafından geliştirilmiştir. Böylelikle Güneş sisteminin oluşumu üzerine yapılan ilk önemli kuram olduğundan bu kuram "Kant- Laplace (Nebula teorisi) Kuramı" olarak tanımlanmıştır. Kant'ın ilk olarak ortaya atmış olduğu kurama göre evren başlangıçta toz ve gaz bulutlarından oluşmuştur. Daha sonra kütle yoğunlaşarak hızı daha fazla artarak dönmeye devam etmiştir. Hızlanmanın sonucunda beş kanata ayrılmış, her bir kanat bir gezegenlerin oluşmasını sağlamıştır. Kant tarafından ilk defa ortaya atılan bu kuram, Laplace tarafından matematiksel yönden geliştirmiştir. Ona göre sistem bir iç patlama gerçekleşerek kendiliğinden oluşmuştur. Güneş bir oluşumdan önce bir süpernovaydı, zamanla gaz bulutu haline dönüşmüştür. Zamanla soğuyarak sıcaklığını uzaya yaydı ve büzülme başlamıştır. Büzülme gerçekleşmesiyle hızı da artmış, dönüş hızıyla zamanla yassılaşarak kütle çekim ile merkezkaç kuvveti birbirini böylelikle eşitlemiştir. Daha sonra gezegenler ve halkalar oluşmuştur. Bu teori geçerliliğini ispatlayarak Kant- Laplace Kuramı adını almıştı (Unat, 2013, s. 198).

19.yüzyılda astronomide önemli gelişmelerin yaşanmasının yanı sıra yeni bir problemde ortaya çıkmıştır. Yıldızların içyapısını merak edilmesi üzerine, yıldızların nasıl oluştuğu yeni bir problem haline gelmiştir. Astrofiziğin gelişimi öncelikle

spektral analiz ile başlamıştır. Gökcisimlerin yaymış olduğu ışığın, kimyasal içyapısını araştıran spektral analiz alanında ilk çalışan Newton olmuştur. Newton, cam prizmayla ışığın kırılmasıyla yedi ana renge yayıldığını keşfetmişti. Bu alandaki çalışmalarını Optics kitabında toplamıştı. William Herschel (1738-1822), Newton'dan sonra renklerin sıcaklığını ölçmüştür. Sıcaklık bakımından en yüksek değer kırmızı ışık olmasına rağmen, kırmızı ışığın ötesinde bir ışık keşfetmiş, bu ışık görülmüyordu ancak yine de renk skalası içerinde yer almıştır (Unat, 2013, s. 199).

Ünlü İngiliz kimyacı ve fizikçi William Hyde Wollaston (1766-1828), Güneş'in ışınlarını incelemiş, karanlık noktaların varlığını keşfetmiştir. Ancak bunlara bir anlam bulamamıştır. Ondan daha sonra 1814 yılında karanlık çizgileri inceleyen Alman optikçi Joseph von Fraunhofer (1787-1826), Güneş'te 600 yakın karanlık çizgi tespit etmiş bu çizgilerin karanlık olmalarının nedeninin Güneş'ten çıkan ışınların soğuk gazla temas ettiğinden dolayı karanlık olduğunu söylemiştir. 1842 yılında Avusturyalı matematikçi ve fizikçi olan Christian Andreas Doppler (1803-1853), bazı yıldızların spektrumlarının kırmızıya kaydığı bazılarında mor ışığına kaydığını keşfetmiştir. Kırmızı ışığa kayan yıldızların uzaklaştığını mor ışığa yaklaşanların da bize yakınlaştığını varsayılmıştır. İngiliz fizikçi ve matematikçi George Gabriel Stokes (1819-1903) renklerin sıcaklığını ölçen ve mor ötesi bir ışığın varlığını keşfeden bir diğer bilim adamı olmuştur. 1859 yılında da Alman fizikçi ve matematikçi Gustav Robert Kirchoff (1824-1887), çizgiler arasında bir bağlantı olduğunu ve spektrum çizgilerinin her bir elemente denk geldiğini kanıtlamıştır. Her cismin katı, sıvı ve gaz olarak düzenli olarak spektrum vermiştir. Bu durum maddelerin ısıtıldığında ortaya çıktığını ve gaz halinde geçirildiğinde çizgilerin meydana geldiğini keşfetmiştir. Astrofizik bilimi böylelikle ışınların spektrumları ve gökcisimlerin ışınlarını incelenmesi sonucu ortaya çıkmıştır (Unat, 2013, s. 200-201).

20.yüzyılda bu gelişmeler farklı bir yol izlemiştir. Yeni gezegenlerin keşfi, astrofiziğin doğmasıyla birlikte, 20.yüzyılda astrofizik astronomların odak noktası haline gelmiştir. Astrofizik ile beraber Güneş sistemindeki gökcisimlerin içyapısı incelenmeye devam etmiştir. Böylelikle evren kökeni ile ilgili yeni problemlerin doğmasına olanak sağlamıştır. Bunlardan en önemlisi de gökcisminin dinamiği ve mekaniği üzerine olmuştur. Yeni kuramların ortaya çıkmasıyla birlikte bunlardan en

önemlisi 1917 yılında İngiliz fizikçi Sir James Jeans (1877-1946) tarafından ortaya atılan Gelgit teorisi olmuştur. Jeans, bulutsular, cüce gezegenler üzerinde çalışmış ayrıca merkezkaç kuvvetini de incelemiştir. Gelgit teorisine göre Güneş'e çarpacak bir yıldızın gelgit teorisinden dolayı gezegenler yoğunlaşarak Güneş'ten uzaklaştığı varsaymıştır. Bir diğer gelişmede Newton ve Kepler gezegenler hareketlerini elips şeklinde dolanım yaparak tamlaması üzerine olmuştur. Ancak 20.yüzyılda Albert Einstein (1879-1955) gezegenlerin yörüngelerinin sabit olmadığını eksenin hareketli olduğunu bundan dolayı bu harekete rölativistik eksen kayması olarak adlandırmıştır (Unat, 2013, s. 202-203).

20.yüzyılda evrenin oluşumu üzerine belirli iki ana konudan oluşan birçok kuram ortaya atılmıştır. Bunlar Açık Sistem ve Kapalı Sistem Kuramlarıdır. Açık sistem kuramları denilen bu kuramlara göre Güneş sisteminin oluşumu dışardan gelen etmenden kaynaklandığını varsayılmıştır. Buna göre bu kuramlardan biri bir yıldızın Güneş'e çarparak parçalara dağılmış, bu parçalarda gezegenleri oluşturmuştur. Bu kurama göre gezegenler kendi eksenleri etrafında belirli düzlemde dönerler, ancak bu kuram kanıtlandığı üzere gökcisimleri dairesel dolanım yapıldığı biliniyordu. Bu kuramdan yola çıkarak Thomas C. Chamberlin (1843- 1928) ve Forest Ray Moulton (1872-19529) Amerikalı bilim adamları tarafından 1900 yılında ortaya atılan kurama göre sistem dışardan gelen bir gökcisminin Güneş'e birbirlerini çekerek yaklaşması esnasın da Güneş'ten bir gaz bulutu halinde bir parça koparılmış, parça yoğunlaşarak gezegenlerin oluşmasını sağladığı iddia edilmiştir. Bu kuram temelde sağlam gözükse de belirli sorunları açıklanmadığı için tam olarak kabul görülmemiştir (Unat, 2013, s. 204).

Bu kuramlardan bir diğeri de Güneş'in çifti olduğuna dayanan teoridir. Bu kuramı ortaya atan İngiliz matematikçi ve astronom olan Raymond Lyttleton'a (1911-1995) göre Güneş çift yıldızdan oluşmuştur. Dışardan gelen bir cismin neden olmasıyla birlikte çift yıldız dağılmış ve gezegenlerin oluşmasını sağlamıştır. Bu kuramı destekleyen bir diğer önemli İngiliz astronom Sir Fred Hoyle (1915-2001)'dur. Onun içinde Güneş çift yıldızlı ve dışardan gelen bir yıldızın gelmesiyle parçalandığını bundan dolayı gezegenlerin oluştuğunu varsayılmıştır. Bu önemli kuram da Açık Sistem Kuramları altında yer almıştır (Unat, 2013, s. 205).

Ana grup kuramlarından bir diğeri Kapalı Sistem kuramlarıdır. Bu kurama göre Güneş sistemi herhangi bir yıldızın ve ya da cismin çarpması ve parçalanması sonucu değil de kendi içyapısının kaynaklanması sonucu oluştuğunu iddia etmişlerdir. Bu kuram ilk olarak Kant tarafından ortaya atılmış daha sonra Laplace tarafından geliştirilmiştir. Ancak bu kuramın açıklayamadığı belirli problemler vardır (Unat, 2013, s. 205).

> İlki, Bütün gezegenleri oluşturan materyalin geniş bir alana yayıldığı düşünülürse, bu yayılış çok seyrek olmalıydı. İkincisi, Gravitasyon kuvveti bu materyalleri bir sistem içinde toplaya yeterli olmayacaktı ve Güneş'in etrafında Satürn gezegeninde olduğu gibi sadece bir halka oluşturacaktı. Üçüncüsü, hareket eden bir cisimden ayrılan bir kütle o cisimden aldığı açısal momentumu korur (Unat, 2013, s. 205-206).

20.yüzyılda Kant-Laplace kuramı birçok itirazlara neden olmuştur. Ancak bu kuramla ilgili olarak Alman fizikçi Carl Friedrich Von Weizsacker (1912-2007), Kant- Laplace kuramını temele alan yeni görüş ortaya atmıştır. Weizsacker, ilk başta gökcisimlerin içyapısını incelemiştir. Bunun nedeni ise bütün gökcisimlerin aynı elementlerden oluşması fikri hâkim olmasından dolayıdır. Araştırmaların sonucunda Dünyanın içyapısının Helyum ve Hidrojen karışımı elementlerden meydana geldiği iddia edilmiştir. Bu durumdan yola çıkarak gaz ve toz karışımı elementlerin yapışkan sert bir kabuğun oluşmadan önce içte var olan elementler dönüş ile birlikte kendilerini içerden dışarıya doğru attığı varsayılmıştır. Bu varsayımını temel alarak kuramını geliştirmeye başlamıştır. Weizsacker'in kuramına göre Güneş'in içyapısında elementler zamanla ağırlaşarak, dönüş hızıyla zamanla parçalanır. Bu durum gezegenlerin Güneş etrafında dönmesi gibi, Güneş'in etrafında dönerler. Bir süre sonra yığılmalardan ve sayıların artmalarından dolayı birbirlerine çarparlar, gaz ve toz maddeler birbirlerinden ayrışılmadan katı bir kütle cisminde büyümeye devam ederler ve oluşumunu tamamladıklarından sonra gezegen olarak ortaya çıkar. Weizsacker bu teorisine "İç içe Anaforlar" halinde oluşma demiştir. Weizsacker'in teorisi Alman fizikçi Karl Werner Heisenberg (1901-1976) matematiksel olarak kanıtlanmasından sonra bilimsel olarak geçerli olarak görülmüştür (Akman, 1976, s. 4-9).

20.yüzyılda evrenin kökeniyle ilgili ve hala günümüzde geçerliliğini koruyan devrim niteliğindeki teori ise Big Bang (Büyük Patlama) Teorisi olmuştur. Bu teoriye göre evren tek bir noktadan patlaması sonucunda genişleyerek oluşmuştur. Teorinin ortaya atılmasından itibaren Samanyolu galaksisi dışındaki galaksiler ve yıldızlar incelenmiş ve daha sonra Alman bilim adamı Carl Wilhelm Wirtz (1876-1939), sabit yıldızların

hareketleri üzerine çalışmıştır. Bunun üzerine sabit yıldızların uzaklıkları ve hızları arasında bir bağlantı olduğunu keşfetmiştir. Böylelikle bunun sonucunda daha büyük kütleye sahip olanların daha büyük kırmızı kaymaları olduğunu, daha küçük olanlarında daha küçük kırmızı kaymaları olduğunu 1924 yılında yayımlamış olduğu *Astronomische Nachrichten* adlı makalesinde yer vermiştir (Url-9, 2021).

Carl Wilhelm Wirtz'in kırmızı kayma olgusu üzerine de çalışmalar yapmıştır. Daha sonra Amerikalı astronom olan Edwin Powell Hubble (1889-1953), kırmızı kayma olgusu üzerine çalışmıştır. Hubble çalışmalarına başlamadan daha öncede Doppler'in sabit yıldızların bazılarının kırmızı kayan noktaların uzaklaştığını, mora kayanlarında yaklaştığını keşfetmişti. Hubble bu teoriden yola çıkarak gözlemleri sırasında belirli yıldızların kırmızıya kayarak uzaklaştığını matematiksel olarak ispatlamıştır. Böylelikle "Hubble Kanunu" ortaya çıkmıştır. Böylelikle evrenin sabit olmadığı genişlediği ispat edilmiştir. Hubble kanunu böylelikle Big Bang teorisinin destekleyen bir dayanak haline gelmiştir (Vogel, 2021).

Hubble kanunu, Doppler etkisinden yola çıkarak kırmızı kaymaları ile aralarındaki mesafelerin uzaklaştığı matematiksel olarak ispatlamıştır. Ancak daha sonra Hollandalı matematikçi ve fizikçi olan Willem de Sitter (1872-1934), kırmızı kayma noktalarının sabit yıldızlardan uzaklaşmasının Doppler etkisinden dolayı olmadığı galaksilerin mesafelerinden kaynaklandığını öne sürmüştür. Sitter, bunun nedenin de Albert Einstein'ın (1879-1955) Genel Görelilik Teorisinden dolayı bu varsayımı ortaya atmıştır. Genel Görelilik Teorisi uzay ve zaman ile ilgili olarak evrenin sabit olduğu ve genişlemediği üzerine olmuştur. Ancak Hubble kanunda görüldüğü gibi ve astronom Georges Lemaître (1894-1966) ve fizikçi Alexander Friedmann (1888-1925) Einstein'ın kuramını üzerinde çalıştılar ve evrenin durağan olmadığı genişlediği sonucuna varmışlardır. Einstein ancak yine evrenin sabit, durağan fikrinde olmuştur. Hubble kanunun matematiksel olarak kanıtlanmasıyla beraber Einstein bu düşüncesinden vazgeçerek, evrenin sabit olmadığı, genişlediği fikrinde olmuştur (Unat, 2013, s. 207).

Albert Einstein' Özel Görelilik Kuramı evrenin fiziksel yapısı ve ışık hızıyla alakalı en önemli kuram olmuştur. (Unat, 2013, s. 207)'ın belirttiği üzere "1933 yılında, E.A.

Milne Özel Görelilik Kuramına dayalı olarak evrenin genişlemesini açıklayan bir model öne sürmüştür. 1960'lardan itibaren bu model Büyük Patlama Kuramı adıyla küçük değişikliklerle kabul edilmeye başlanmıştır." Bu önemli gelişmelerin yanı sıra 1965 yılında uzaydan gelen radyo dalgaları üzerine çalışan iki önemli fizikçi ve astronom Robert Woodrow Wilson (1936-) ve Arno Penzias (1933), Bell Laboratuvarında radyo dalgaları ölçmek amacıyla radyo alıcısı üzerine çalışmışlardır. Wilson ve Penzias bunun üzerine radyo dalgaları ölçen devasa bir teleskop icat etmiştir. Bu teleskop, sıvı helyum ve hidrojen atomunu kullanmışlardır. Sıvı helyumu soğutulduğunda 21,1 cm dalga boylarını ölmüş, hidrojen atomundaki elektronlar da Gökadanın bulunduğu disk üzerine son derece iyi sonuçlar veren ölçümler yapmıştır. Ölçümlerin yapıldığı sırada cızırtıya benzer bir ses tespit etmişler ancak bu sesin kaynağını bulamamışlardır. Daha sonra bunun nedenin ya elektromanyetik dalgalarından arda kalan bir şey olduğu ya da bu cızırtının evren genişlerken -270° soğumasından dolayı karanlık cisimden kalan artıklar olarak düşünülmüş ve bu duruma "Anten Sıcaklığı Problemi" adını vermişlerdir. Aynı zamanda New Jersey'deki Princeton Üniversitesindeki astronom ve fizikçi Robert Henry Dicke (1916-1997) ve Phillip James Edwin Peebles'de (1935-) uzaydan gelen radyo dalgalar ve karanlık madde üzerine araştırma yapıyorlardı. Dicke ve Peebles, Bell Laboratuvarını ziyaret ettikleri sırada zaten Wilson ve Penzias'ın uzaydan gelen cızırtıyı buldukları evrenin ilk aşamalarından kalan bir ses olduğunu keşfetmişlerdir. Bu önemli keşif 1978 yılında Wilson ve Penzias'a Nobel Fizik Ödülünü almalarını sağlamıştır (Demirköz, 2011, s. 22-29).

Bu önemli keşifler Big Bang teorisinin doğruluğuna dair önemli kanıtlar olarak görülmüştür. Bunun yanı sıra 1960 yılında 3C48 adında radyo dalgası yayan bir cismin keşfedilmesi ve 1963 yılında 3C273 bir cisim belirlenmiştir. Ancak 1960 yılında bulunan cismin spektrum çizgileri belirlenememiştir. 1963 yılında bulunanın da 150'den fazla cisim belirlenmiş, bu cisimlere de quasar olarak tanımlanmıştır. Quasarlar üzerine çalışan astronom Maarten Schmidt (1929-), kırmızı ötesine kaymış yıldızlar olduğunu, hızlarının ışık hızının %80'ni kapsadığını hesaplamıştır. Yıldızların uzaklıklarının da Hubble Kanunu kullanarak evrenin ötesinden, evrenin ilk aşamalarından gelen yıldızlar olduğu belirlenmiştir. Bu önemli keşifler Big Bang teorisini destekleyen buluşlar olarak değerlenmiştir. Böylelikle evrenin genişlemesinin

10-20 milyar yıl sürdüğü ve hala genişlemeye devam ettiğini iddia edilmiştir. Patlamanın ilk başlarında evren yoğunlaşmanın etkisiyle sıcak gazlar oluşmuş ve zamanla bu gazlar soğumaya başladı, ayrıca burada hidrojen ve helyumda yer almıştır. Bu elementlerin çekimle beraber galaksileri oluşturmuş ve evren hala genişlemesine tamamlamadan günümüzde de genişlemeye devam etmektedir (Unat, 2013, s. 208).

Evrenin genişlemeye devam ettiği fikrinin yanı sıra bazı bilim adamları da genişlemenin sonsuz olamayacağını bir noktada duracağını varsaymışlardır. Evrenin bu noktaya eriştiğinde tekrardan bir patlama ile yok olacağı düşüncesinde hâkim olmuştur. Bu bazı tutarsızlar Big Bang teorisinin tam olarak kabul görmemesini sağlamıştır. Evren ile ilgili 20.yüzyılda diğer bir önemli problemde evrende başka bir yerinde yaşam olup olmadığına yönelik olmuştur. Eski çağlardan itibaren başka canlıların olduğuna yönelik mitolojide kesitlere de yer verilmiştir. Ancak 20.yüzyıldan itibaren hem bilim adamların hem de toplumun evrende yalnız olup olmadığımıza yönelik varsayımlar ortaya atılmaya başlamıştır. Örneğin eğer Merkür'de yaşam olsa Güneş'e yakın olduğundan dolayı orada bir varlığın yaşamayacağı, Satürn ise buzul gezegen olmasından dolayı orada da yaşam olamayacağına yönelik toplum içinde belirli iddialar ortaya atılmıştır. Ancak bu olasılıklar göz ardı etmeyen bir grup bilim adamları 1960 yılında Amerika'daki Ulusal Radyo Astronomi Rasathanesi, evrende yaşayan başka bir canlı varsa radyo dalgalarından haberdar olacağı düşüncesi hâkim olmuştur. Bundan dolayı Güneş'e benzer olduğu düşünülen Epsilon Irmak ve Tau Balina adlı yıldızları incelemişler ancak bir şey bulamamışlardır. Daha sonra 1978 yılında 180'ne yakın yıldızı incelemişler bu çalışmada da başarısız olunmuştu (Unat, 2013, s. 213).

> 1970 yılında NASA'nın önderliğinde Ames Araştırma Merkezinde sistemli gök taramaları başlatıldı. 1972'de ise Pianeer 10 uzay aracı ile Dünya Dışı Zekâlarla İletişim kurma girişimi başlatıldı ve bu amaçla Pioneer 1o'na "biz buradayız" mesajı yerleştirildi. 1992 yılında NASA, Arecibo radyo teleskopunu kullanarak yapılan dünya dışı zekâ ürünü radyo yayınlarını izlemek üzere SETI Projesi adı altında bir araştırma başlattı (Unat, 2013, s. 214).

SETI Projesi ve NASA işbirliği altında birçok sosyal medya platformunda sinyalleri takip ederek tüm dünyanın bunun bilinmesi sağlanmıştır. Evrene karşı olan merak canlıların uzaya gönderilmesine yönelik birçok proje ortaya çıkarmıştır. Uzaya çıkan ilk hayvan ise 1947 yılında meyve sinekleri olmuştur. Meyve sinekleri kapsüle

yerleştirilerek 109 km yükselerek yakın uzay denilen bölgeye gönderilmiş ve daha sonra paraşütlerle Dünya'ya indirilmiştir. Uzaya gönderilen bir diğer canlı ise maymun olmuştur. 1949 yılında uzaya yakın bir yere gönderilen maymun yaşam değerleri normaldi ancak paraşüt arızası nedeniyle ölmüştür. Daha sonra birçok maymun gönderilmiş ancak ya uçuş sırasında öldüler ya da Dünya'ya geldikten bir süre sonra ölmüşlerdir. Maymundan sonra Sovyetler uzaya köpek göndermişlerdir. 1950 ile 1960 arası 57 kez sokak köpeği uzaya gönderilmiştir. Sokak köpeği olmasının nedeni zor şartlara karşı bağışıklık kazanmalarından dolayıdır. 1963 yılında ise Fransa tarafından uzaya kedi gönderilerek değerleri kontrol edilmiştir. Ay'ın etrafında dönen ilk canlı kaplumbağa olmuştur. Uzayın zararlı ışınlarına maruz kalıp yaşamaya devam eden ilk canlı ise 2007 yılında uzaya gönderilen mikroskobik omurgasız canlıdır ve uzaya uyum sağlamış ilk canlı olmuştur (Ekici, 2014, s. 22-25).

Uzayın canlılar üzerine nasıl bir etki sağlandığına dair birçok veri toplandıktan sonra 1961 yılında Sovyetler Birliği, Vostok uzay gemisiyle Yuri Gagarin (1934-1968), 1 saat 48 dakikalık Dünya çevresine dönüşünü tamamlayan ilk insan olmuştur. Yuri Gagarine uzaya çıkan ilk insan olduğundan dolayı kozmonot unvanı verilmiştir (Url-10, 2004). Ay'a ayak basan ilk insan ise Amerikalı Astronot Neil Armstrong (1930-2012)'dur. 1969 yılında Apollo-11 ile yolculuk yapan Neil Armstrong, Michael Collins (1930-2021) ve Buzz Aldrin (1930) Ay'ın yörüngesi etrafında yolculuk yapmışlardır. Armstrong ekip arkadaşlarından ayıran özelliği ise Ay'a ilk basan insan olmasıdır (Britannica, 2021).

8. SONUÇ

Astronomi, ilkçağlardan itibaren insanların merak uyandırdığı bir bilim olmuştur. Eski uygarlıklar astronomiyi ilk başlarda günlük hayatlarını idare edebilmek için bir araç olarak kullanıyorlardı. Antik Yunan çağından itibaren ise pratik yönünden çok teorik yönüyle ilgilenilmiştir. Bunun sebebi ise evrenin ve yaşadığımız yerin nasıl meydana geldiğinin merak konusu olmasıdır. Evrene ve Dünya'ya karşı ilk düşünceler mitolojiyle iç içe olmuştur. Daha sonra ise birçok Antik Yunan düşünürü evrenin yapısıyla ilgili birçok teori ortaya atmışlardır. Yaşamın dünyada olmasıyla birlikte evrenin merkezinin de dünya olduğunu varsaymışlardır. Bundan dolayı Ptolemaios'un Yer merkezli evren modeli ve Aristoteles fiziği Ortaçağa kadar kabul görmüştür. Ancak bilimin ilerlemesiyle birlikte Yer merkezli evren modelinin cevap veremediği birçok problemi ortaya çıkmıştır. Böylelikle yeni bir evren sistemine karşı ilgi artmıştır.

Aristotelesçi evren düşüncesi 16. ve 17. yüzyıla kadar geçerliliğini korumuştur. Ortaçağ'da Hristiyan dünyasında karanlık dönem hâkimken, İslam Dünyasında ise Antik Yunandan kalan yapıtlar incelenmiştir. Yer Merkezli Evren Sistemi İslam Dünyasında da etkinliğini sürdürmeye devam etmiştir. Pratikte birçok gözlem yapılmış, Ptolemaios'un Yer Merkezli Evren Sistemi matematiksel yönden de incelenmiştir. Yapılan gözlemler sonucunda birçok önemli zîc ortaya çıkmıştır. Müslüman astronomlar trigonometri, cebir ile ilgilenmiş ve birçok rasathane inşa etmiştir. Böylelikle 16. ve 17. yüzyıla kadar Yer Merkezli evren modeli kabul görmeye devam etmiş, bilimin ilerlemesi ve elde edilen yeni sonuçlar Güneş Merkezli evren modeli ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır.

Rönesans ile beraber Yeniçağ başlamıştır. Bu dönemde astronomide çok önemli gelişmeler yaşanmıştır. Bunlardan en önemlisi ise Copernicus tarafından ortaya atılan Güneş Merkezli evren modeli olmuştur. Copernicus otuz yıla yakın teorik astronomi üzerine çalışmıştır. Onun sistemine göre evrenin merkezinde Yer değil, Güneş vardır. Diğer gezegenler ise Güneş'in etrafından dolandığını ve evrenin küresel olduğunu iddia etmiştir. Ancak Copernicus'un sistemi fiziksel yönden eksik bulunmuştur.

Bundan dolayı Yer merkezli evren sisteminden daha başarılı görülmemiştir. Daha sonra Brahe tarafından ikili evren modeli ortaya atılmıştır. Brahe, Copernicus'tan farklı olarak Yer'in merkezde, Ay ve Güneş'in Yer'in etrafında dolandığını Güneş'in etrafında ise Merkür ve Venüs'ün dolandığını iddia etmiştir. Brahe bunun yanı sıra sisteminde Aristoteles'in fiziğinden de faydalanmıştır. Ancak daha sonraları gözlemlerinde yeni bir yıldız keşfeden Brahe, Aristoteles'in fiziğinin bir açığını bulmuştur. Yeni bir yıldızın keşfi ile Aristoteles'in sistemi darbe almıştır.

Kepler ile birlikte astronomi mekanik bir yön kazanmıştır. Copernicus sistemini temele alarak matematiksel yönü olan bir sistem geliştirmek istemiştir. Kepler gökcisimlerini tek tek değil de hepsini bir arada ele almıştır. Bundan yola çıkarak Kepler kendi Küre modelini önermiştir. Ama bu model teorik yönden eksik görülmüştür. Keplerin astronomiye en önemli katkısı ise gezegenlerin yörüngelerine dair olmuştur. Yörüngelerin dairesel değil, elips şeklinde dolanım yaptığını iddia etmiştir.

Astronomide en önemli gelişme ise Galilei'nin teleskopu astronomide kullanmasıyla başlamıştır. Teleskobun kullanılmasıyla birçok önemli keşif yapılmış, bunlardan en önemlilerden biri de Aristoteles'in Samanyolunu bulutsalar ile kaplı olduğu ve bir şey olmadığına dair keşfidir. Galilei gözlemlerinde Samanyolunun yıldızlarla kaplı olduğunu keşfetmiştir. Böylelikle Aristoteles'in evren teorisi tamamen yıkılmıştır. Ayrıca Güneş'te lekeler olduğunu da keşfeden Galilei, Aristoteles'in Güneş'in kusursuz olduğu fikri ortadan kalkmıştır.

Galilei, Yer'in hareketsiz olmadığını kanıtlamıştır. Gemide Yer'in hareketsiz olmadığını bir çekim kuvveti olduğunu, bu durumun yerçekiminin var olduğuna dair en önemli kanıt olarak kabul edilmiştir.

Newton ile beraber astronomi farklı bir boyut kazanmıştır. Optik, fizik ve astronomi alanında önemli çalışmalar yapan Newton, Güneş üzerine incelemeler yapmış ve araştırmalarının sonucunda Güneş'in birden fazla rengi içinde barındırdığını keşfetmiştir. Cam prizması sayesinde ışıkların kırılma noktalarını keşfeden Newton, Kepler'in üçüncü yasasından faydalanarak Evrensel Çekim Yasasını ortaya

çıkarmıştır. Keplerin yasasına matematiksel yön kazandırarak bunun sonucunda merkezde Güneş'in olduğu, bu önemli keşif ile beraber Güneş Merkezli Evren Teorisi kabul edilmiştir.

Uranüs'ün keşfinden sonra 19.yüzyılda yeni bir gezegen olan Neptün keşfedilmiştir. Astronomide bir diğer önemli gelişme ise yıldızların içyapısına dair problemlerdir. Astrofiziğin gelişmesiyle beraber yıldızların içyapısına dair açıklamalar yapılmasına olanak sağlanmıştır. 19.yüzyılda bir diğer önemli gelişme ise Güneş'te karanlık çizgilerin keşfedilmesidir. Güneş ışınların soğuk gaz ile temasın dolayı böyle göründükleri fark edilmiştir. Birçok önemli keşfi doğuran 19.yüzyıl, 20.yüzyıldan itibaren evrenin kökeniyle daha çok ilgilenilmiştir. Evrenin kökeniyle ilgili bu dönemde günümüzde de bir bakıma kabul görülen Big Bang teorisiyle karşılaşılmıştır. Bu teori evrenin yaratılışında patlama sonucunda genişleyerek gezegenlerin, uzayın oluştuğuna dair bir varsayımdır. Ancak kurama karşıda ilk başlarda kuşku duyulmuştur. Hubble Kanunu ile beraber evrenin genişlediği ispat edildikten sonra Big Bang teorisine dair kuşkular azalmış, daha sonraları Albert Einstein'ın Özel Görelilik Kuramından yola çıkarak Milne evrenin genişlediğine ispatlamıştır. Bu durum Big Bang Teorisinin doğru olduğunu varsayılmasına neden olmuştur.

Uzaya dair problem evrende yaşam olup olmadığı, başka canlıları barındırıp barındırmadığı günümüzde en çok tartışılan konu olmuştur. Bunun için birçok önemli gözlemler yapılmış ancak bir canlının varlığına dair kanıt bulunamamıştır. 20. Yüzyılın sonları ve 21. yüzyılda uzaya birçok roket gönderilmiş, yaşama dair kanıtlar aranmıştır. Her bilim dalında olduğu gibi astronomi zaman geçtikçe yeni bilgiler ile ilerleyen bir bilim haline gelmiştir.

KAYNAKLAR

Adıvar, A. A. (1982). *Osmanlı türklerinde ilim.*,Remzi Kitabevi .

Akman, T. (1976, Kasım). Gezegenlerin doğuşu. *Bilim ve Teknik E-Dergi*(108), 4-9.

Albayrak, B., & Bahar, E. (2019, Ocak). Gezegenlerin uzaklıklarını tahmin etmek: titius-bode yasası. *Bilim ve Teknik E-Dergisi*(614), 10-11.

Alper, Ö. M. (2019). İbn sînâ ve ibn sînâ okulu. M. C. Kaya, & M. C. Kaya (Dü.) içinde, *İslam felsefesi tarih ve problemleri* (s. 251-287),Türkiye Diyanet Vakfı.

Alsan, S. (1977, Eylül). Matematik tarihine bir bakış-1. *Bilim ve Teknik E-Dergi*(118), 32-36.

Aristoteles. (2001). *Fizik.* (S. Babür, Çev.), Yapı Kredi Yayınları .

Atasağun, G. (2006). Jainizm. *Necmettin Erbakan Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 21*(21), 267-297.

Autolykos, P. (2012). *Bilimin ilk kitabı* . (S. Kıran, Dü., & U. Daybelge, Çev.),Arkeoloji ve Sanat Yayınları .

Bakkal, A. (2019). İslâm tarihinde rasathaneler. *Bilimname Erciyes Üniversitesi İlahiyat Fakultesi Dergisi*(39), 105-141.

Balibeyoğlu, L. (1997). Büyük türk astronomu: Uluğ Bey. *bilig (Türk Dünyası Sosyal Bilimler Dergisi)*(6), 158-164.

Ball, R. S. (2018). *Batlamyus'tan kopernik'e büyük gökbilimciler,*Mayakitap .

Başar, S. (2015, 7 22). *Sümer astronomisi.* kosmos macerası: http://kosmosmacerasi.com/v1/category/astronomi/ adresinden alınmıştır

Beksaç, E. (2012). *Uluğ bey medresesi*. 11 8, 2021 tarihinde TDV İslam Ansiklopedisi : https://islamansiklopedisi.org.tr/ulug-bey-medresesi adresinden alındı

Bixby, W. (1997). *Galileo ve newton'un evreni.* (N. Arık, Çev.) ,Tübitak Popüler Bilim Kitapları.

Britannica, T. E. (1998, Temmuz 20). *Nabu-rimanni Babylonian astronomer*. Britannica: https://www.britannica.com/biography/Nabu-rimanni adresinden alınmıştır

Britannica, T. E. (2021, Haziran 23). *Alexis bouvard*. Ocak 11, 2022 tarihinde Encyclopedia Britannica: https://www.britannica.com/biography/Alexis-Bouvard/. adresinden alındı

Britannica, T. E. (2021, Haizran 1). *John couch adams*. Ocak 11, 2022 tarihinde Encyclopedia Britannica: https://www.britannica.com/biography/John-Couch-Adams/. adresinden alındı

Britannica, T. E. (2021, August). *Neil armstrong*. Ocak 12, 2022 tarihinde Encyclopedia Britannica: https://www.britannica.com/biography/Neil-Armstrong/. adresinden alındı

Copernicus, N. (2020). *Gökcisimlerinin dönüşleri üzerine* . (S. Babür, Çev.) ,Yapı Kredi Yayınları .

Cosci, M. (2019, January 6). *Alfonsine Tables.* Encyclopedia of Renaissance Philosophy: https://doi.org/10.1007/978-3-319-02848-4_977-1 adresinden alınmıştır

Cushing, J. T. (2003). *Fizikte felsefi kavramlar ı. felsefe ve bilimsel kuramlar arasındaki tarihsel ilişki.* (B. Ö. Sarıoğlu, Çev.) .Sabancı Üniversitesi.

Çağrıcı, M. (1999). *İbn meymûn* (Cilt 20). Tdv İslam Araştırma Merkezi.

Çakıroğlu, M. (2019). *Bilim felsefesi notları ıv: geometri bilmeyen neden giremez?* Akademia:https://www.academia.edu/41013531/GEOMETRİ_BİLMEYEN_NEDEN_GİREMEZ/. adresinden alınmıştır

Çelebi, İ. (2019). *"Mu'tezile"* (Cilt 6). TDV İslâm Araştırmaları Merkezi.

Çığ, M. İ. (2020, 2 9). *Mezopotamyada astronomi.* Bilim ve Ütopya: https://bilimveutopya.com.tr/mezopotamyada-astronomi adresinden alınmıştır

Çoban, B. Z. (2015, Mayıs- Ağustos). Doğu kiliseleri. *Milel ve Nihal, 10*(2), 13-27.

Çubukçu, İ. A. (1986). BİRUNI. *Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 27*(1), 89-95.

Demir, R. (1999). Takiyüddin İbn Maruf'un ondalık kesirleri trigonometri ve astronomiye Uyarlaması. *Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 40*(1), 403-424.

Demirköz, B. (2011, Şubat). Büyük patlamanın çınlaması. *Bilim ve Teknik E-Dergi*(519), 22-29.

Demokritos. (tarih yok). Biyografi.info: https://www.biyografi.info/kisi/demokritos adresinden alınmıştır

Dizer, M. (1996). *Mehmet fatin gökmen*. Kasım 21, 2021 tarihinde TDV İslam Ansiklopedisi: https://islamansiklopedisi.org.tr/gokmen-mehmet-fatin adresinden alındı

Dizer, M. (1999). *İbn yûnus, ebü'l-hasan* (Cilt 20). TDV İslâm Araştırmaları Merkezi.

Dökmeci, C. (1975, Ocak). Newton çekim yasasını nasıl buldu? *Bilim ve Teknik E-Dergisi*(86), 21-24.

Ekici, Ö. K. (2014, Mayıs). Uzayın ilk ziyaretçileri. *Bilim ve Teknik E-Dergi*(558), 22-25.

Erdem, S. (1988). *Abdülvahîd el-Cûzcânî* (Cilt 1). TDV İslam Araştırma Merkezi.

Esin, E. (2001). *Türk kozmolojisine giriş.* Kabalcı Yayınevi.

Fang, C. (2015). Past, present and future of chinese. *International Astronomical Union* (s. 19-29). Cambrıdge Unıversıty.

Fletcher, L. (2013, Mart 25). *Planetary Wanderings: Exploring the worlds of our Solar System*. Aralık 23, 2021 tarihinde planetaryweather: https://planetaryweather.blogspot.com/2013/03/early-views-of-saturn-galileo-and.html adresinden alındı

Galilei, G. (2008). *İki büyük dünya sistemi hakkında diyalog.* (R. Aşçıoğlu, Çev.) Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Güney, Z., & Korkmaz, N. (2016, Nisan). Aliboran ebu reyhan muhammed bin Ahmed el-Biruni. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*(3), 21-40.

Hayashi, T. (2021, 1 1). *Aryabhata ındian astronomer and mathematician*. Britannica : https://www.britannica.com/biography/Aryabhata-I adresinden alınmıştır

Huffman, C. (2003, September 15). *Philolaus.* Stanford Encyclopedia of Philosophy: https://plato.stanford.edu/entries/philolaus/. adresinden alınmıştır

Kadir Çüçen, M. Z. (2011). *Varlık felsefesi.*.Ezgi Kitabevi.

Karakaş, M. (2009). *8. Yüzyıldan 19. Yüzyıla müslüman bilim adamları* . Mostar Yayınları.

Kaya, S. (2020). Ömer hayyâm'ın "nevrûznâme" adlı eserinde takvim çalışması. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergis, 8*(5), 1543-1550.

Koç, M. (2014). *Galileo: İki büyük dünya sistemi hakkında diyalog.* Atatürk Üiversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Felsefe Anabilim Dalı Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi .

Kranz, W. (1984). *Antik felsefe metinler ve açıklamalar.* (M. Gökberk, Dü., & S. Y. Baydur, Çev.) Dünya Kültür Klasikleri Dizisi Sosyal Yayınlar .

Kut, G. (1989). *Ahmed-i dâî.* 11 10, 2021 tarihinde TDV İslâm Ansiklopedisi: https://islamansiklopedisi.org.tr/ahmed-i-dai adresinden alındı

Lendering, J. (2020, 10 2). *Kidinnu, the Chaldaeans, and Babylonian Astronomy*. Livius: https://www.livius.org/articles/person/kidinnu-the-chaldaeans-and-babylonian-astronomy/ adresinden alınmıştır

Maniatis, Y. N. (2009). Pythagorean phılolaus' pyrocentrıc unıverse:. *Neopythagoreans, III.* Ancient philosophy and classical tradition philosophy journal.

Ocak, M. E. (2016, Ocak 12). *Paralaks nedir?* Bilim Genç(Tübitak) : https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/paralaks-nedir/. adresinden alınmıştır

O'Connor, J., & Robertson, E. (1996, December). *Johannes de sacrobosco.* Mac Tutor: https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Sacrobosco/ adresinden alınmıştır

O'Connor, J., & Robertson, E. (1999, April.). *callippus of cyzicus*. Mac Tutor: https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Callippus/. adresinden alınmıştır

O'Connor, J., & Robertson, E. (1999, January). *Plato*. mac tutor: https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Plato/. adresinden alınmıştır

Özdemir, S. (2020, Ekim). Fizik ve astronomi bilimilerindeki gelişmeler bağlamında modern dönem doğa tasarımının oluşumu üzerine bir sorgulama. *Kilikya Felsefe Dergisi*(2), 229-246.

Özgüney, T. (2019, Kasım- Aralık). Pythagoras. *anadolu aydınlanma vakfı sosyal ve kültürel bülteni "düşün-ü-yorum"*(89), 11-18.

Paananen, T. S. (2019). *İskenderiyeli clement.* StringFixer: https://stringfixer.com/tr/Clement_of_Alexandria/. adresinden alınmıştır

Palmer, J. (2008, February 8). *Parmenides.* Stanford Encyclopedia of Philosophy: https://plato.stanford.edu/entries/parmenides/. adresinden alınmıştır

Parpola, S. (tarih yok). Mesopotamian Astrology and Astronomy as Domains of the Mesopotamian 'Wisdom'. *Die Rolle der Astronomie in den Kulturen Mesopotamiens Beitriigezum 3. Grazer Morgenliindischen Symposion (23.-27. September 1991)* (s. 47-59). herausgegeben von Hannes D. Galter, Graz.

Platon. (2001). *Timaios* . (E. Güney, & L. Ay, Çev.) Meb Yayınları.

Rodriguez, E., & Lotha, G. (2007). *Cosmas:Egyptian geographer.* Encyclopaedia Britannica: https://www.britannica.com/biography/Cosmas/. adresinden alınmıştır

Ronan, C. A. (2003). *Bilim tarihi dünya kültürlerinde bilimin tarihi ve gelişmesi.* (P. D. İhsanoğlu, & P. F. Günergun, Çev.) Tübitak Yayınları.

Rudavsky, T. (2020, November 17). *Gersonides.* Stanford Encyclopedia of Philosophy: https://plato.stanford.edu/entries/gersonides/. adresinden alınmıştır

Saraç, C. (1943). Eski Mısırda bilim ve teknik. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi, 1*(5), 105-113.

Sayılı, A. (1982). Mezopotamyalılarda Astronomi. A. Sayılı içinde, *mısırlılarda ve mezopotamyalılarda matematik, astronomi ve tıp* (s. 325). Türk Tarih Kurumu Yayınları.

Shuttleworth, M. (2010, june 18). *Ancient chinese astronomy*. February 24, 2021 tarihinde Explorable: https://explorable.com/chinese-astronomy

Strick, H. K. (2021, Ocak 5). *Alexis clairaut (1713–1765): Bewegte Himmelskörper.* Aralık 30, 2021 tarihinde Spektrum.de: https://www.spektrum.de/wissen/alexis-clairaut-bewegte-himmelskoerper/.

Strıck, H. K. (2021). *Eudoxus of knıdos.* (J. O'Connor, Dü.) mat tutor: https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Strick/eudoxus.pdf/.

Şakül Nedir? (2021, Temmuz 27). Kasım 18, 2021 tarihinde Al nalburiye : https://www.al.com.tr/blog/icerik/sakul-nedir/. adresinden alındı

Tekeli, S. (1958, Eylül- Aralık). Nasirüddin, takiyüddin ve tycbo brahe'nin rasathanelerinin mukayesesi. *Ankara Üniversitesi Dil-Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 16*(3-4), 301-393.

Tekeli, S. (1961, Nisan). Takiyüddin sidret ül-müntehâ'sında aletler bahsî. *Belleten, 26*(98), 213-238.

The Academy of Plato. (2004, August). Mactutor: https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Societies/Plato/. adresinden alınmıştır

Tektaş, T. (2019). *Nikolas kopernik.* Parola Yayınları.

Toktaş, F. (2019). İhvân-ı safâ: din-felsefe ilişkisi ve siyaset. M. C. Kaya, & M. C. Kaya (Dü.) içinde, *İslam Felsefesi Tarih ve Problemler* (s. 183-212).Türkiye Diyanet Vakfı.

Topdemir, H. G. (2011, Ağustos). Hipparkhos ve trigonometrinin doğuşu. *Bilim ve Teknik*(525), 88-90.

Topdemir, H. G. (2011, Şubat). Tarih boyunca geliştirilmiş evren modelleri1 "yer merkezli evren modeli". *Bilim ve Teknik E-Dergi*(519), 102-106.

Topdemir, H. G. (2011, Mart). Tarih boyunca geliştirilmiş evren modelleri-3 yer-güneş merkezli evren modeli. *Bilim ve Teknik E-Dergi*(520), 102-105.

Topdemir, H. G., & Unat, Y. (2011). *Bilim Tarihi.* Pegem Akademi.

Unat, Y. (1990). *Ali Kuşçu'nun Risalat Al Fathiyya adlı eserinin, gök küreleri üzerine olan dördüncü ve beşinci makaleleri üzerine bir çalışma (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi).* Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü .

Unat, Y. (2000). Eski astronomi metinlerinde karşılaşılan astronomi terimlerine ilişkin bir sözlük denemesi. *Ankara Üniversitesi Osmanlı Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*(633-696).

Unat, Y. (2002). Takîyüddîn ve İstanbul Gözlemevi (Rasathanesi). H. C. Güzel, K. Çiçek, & S. Koca içinde, *Türkler* (s. 277-288). Yeni Türkiye Yayınları.

Unat, Y. (2006, Nisan 28-30). Battânî ve zîc-i sâbî adlı astronomi eseri. *ı. uluslararası katılımlı bilim, din ve felsefe tarihinde harran okulu sempozyumu, I*, s. 347-368.

Unat, Y. (2009). modern astronominin türkiye'ye yansımaları. *2009 Astronomi yılı'nda türkiye'deki astronomi faaliyetlerinin değerlendirilmes* (s. 172-187). İstanbul Üniveristesi .

Unat, Y. (2013). *İlkçağlardan günümüze astronomi tarihi* . Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık.

Unat, Y. (2013). *Zîc-i Uluğ bey* . 11 8, 2021 tarihinde TDV İslam Ansiklopedisi : https://islamansiklopedisi.org.tr/zic-i-ulug-bey

Unat, Y. (2017). İslam Dünyasında astronomi ve gözlemevlerinin gelişiminde önemli bir adım; merâgâ gözlemevi. Kollektif, A. Kar, & A. Gafarov (Dü) içinde, *Bilime Adanmış Ömür; Nasîruddîn Tûsî.* Gece Kitaplığı.

Unat, Y. (2018, Şubat). Dönen Dünya varsayımı. *Bilim ve Ütopya*(284), 45-50.

Unat, Y., & Palavan, S. (2020). *İbn El-Heysem.* (B. Şakar, & U. Polat, Dü): Muhayyel Yayıncılık.

Unat, Y., Kalaycıoğulları, İ., & Engin, M. F. (2005, Nisan). Tarih boyunca Türklerde gökbilim-2. *Bilim ve Teknik E-Dergi* (449), 44-45.

Url-1. (2021, September 10). *Chalcidius (or Calcidius) ." Science and Its Times: Understanding the Social Significance of Scientific Discovery.* Encyclopedia.com: https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/chalcidius-or-calcidius

Url-2. (tarih yok). *Eserler- Astronomi*. Prof.Dr. Fuat Sezgin İslam Bilim Tarihi Araştırmaları Vakfı: https://www.ibtav.org/eserler adresinden alınmıştır

Url-3. (2020, Aralık 17). *Muvakkithâne*. Kasım 21, 2021 tarihinde Vikipedi Özgür Ansiklopedi: https://tr.wikipedia.org/wiki/Muvakkithane/.

Url-4. (1995-2000). *Kandilli rasathanesi resimlerde Biz*. Kasım 21, 2021 tarihinde Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü: http://www.koeri.boun.edu.tr/resimlerfoto/resimler.htm/.

Url-5. (2019). *Kinematik* . Aralık 9, 2021 tarihinde Türk Dil Kurumu Sözlükleri : https://sozluk.gov.tr/

Url-6. (2018, Ağustos 15). *Astronomi tarihi.* Aralık 15 , 2021 tarihinde serdarevren.com:http://serdarevren.com/wpcontent/uploads/2018/08/Bolum_1_Astronomi_Tarihi.pdf/.

Url-7. *Keplerin üç yasası* . Aralık 15, 2021 tarihinde bumatematiközelders.com : http://www.bumatematikozelders.com/altsayfa/matematik_genel_kultur/keplerin_uc_yasasi.pdf/.

Url-8. (2020, Eylül 19). *Franz xaver von zach- alman-macar gökbilimci.* Ocak 1, 2022 tarihinde delphipages.live: https://delphipages.live/tr/siyaset-hukuk-ve-devlet/isadamlari-ve-girisimciler/franz-xaver-von-zach/.

Url-9. (2021, Aralık). *Carl wilhelm Wirtz*. Ocak 12, 2022 tarihinde stringfixer.com: https://stringfixer.com/tr/Carl_Wilhelm_Wirtz/.

Url-10. (2004). *Yuri gagarin* . Ocak 14, 2022 tarihinde jmo.org.tr: https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/94bb65ef46d3eb4_ek.pdf?dergi=HABER%20B%DCLTEN%DD/.

Uymaz, T. (2015). *Ptolemaios ve kopernik astronomisinin karşılaştırılması ve "yeni astronominin temelleri".* Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Bilim Tarihi (Felsefe) Yayınlanmamış Doktora Tezi.

Vogel, T. (2021, Mayıs). *Edwin hubble*. Ocak 12, 2022 tarihinde nasa.gov: https://www.nasa.gov/content/about-story-edwin-hubble/.

Yavuz, Y. (1993). Semerkand-registan külliyesi ve onarımı. *Vakıf Haftası Onarımı*(10), s. 85-100.

Yıldırım, C. (1993, Mart). Bilimin öncüleri kepler. *Bilim ve Teknik E-Dergi*(304), 194-195.

Zalta, E. N. (2019, October 30). *John scottus eriugena.* Stanford Felsefe Ansiklopedisi: https://plato.stanford.edu/entries/scottus-eriugena/.

Zanobio, B. (2021, September 21). *Fracastoro, girolamo.* encyclopedia.com: https://www.encyclopedia.com/science/dictionaries-thesauruses-pictures-and-press-releases/fracastoro-girolamo

Zeyl, D., & Sattler, B. (2017, December 18). *Plato's Timaeus*. Stanford Encyclopedia of Philosophy: https://plato.stanford.edu/entries/plato-timaeus/.

Zupko, J. (2018, July 3). *John buridan* . Stanford Encyclopedia of Philosophy: https://plato.stanford.edu/entries/buridan/.