



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİLİM TARİHİ ANABİLİM DALI
BİLİM TARİHİ PROGRAMI**

**İSLAM ASTRONOMİSİNDE YENİLİKÇİ MERKÜR
MODELLERİ: ALİ KUŞÇU ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS YETERLİK TEZİ

MERVE MUTLU

İSTANBUL, 2021



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİLİM TARİHİ ANABİLİM DALI
BİLİM TARİHİ PROGRAMI**

**İSLAM ASTRONOMİSİNDE YENİLİKÇİ MERKÜR
MODELLERİ: ALİ KUŞÇU ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Merve Mutlu
(180141001)**

**Danışman
(Prof. Dr. Mustafa Kaçar)**

İSTANBUL, 2021

25/06/2021

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bilim Tarihi Anabilim Dalı'nda 180141001 numaralı Merve MUTLU'nun hazırladığı "İslam Medeniyeti'ndeki Astronomide Merkür Sorunu (11-16. yy.)" konulu Bilim Tarihi Tezli Yüksek Lisans tezi ile ilgili Tez Savunma Sınavı, 25/06/2021 Cuma günü saat 10 :30 'da yapılmış, sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin **KABULÜNE/REDDİNE** karar verilmiştir.

Düzeltilme verilmesi halinde:

Adı geçen öğrencinin Tez Savunma Sınavı .../.../20... tarihinde, saat ...:.. da yapılacaktır.

Tez Adı Değişikliği Yapılması Halinde: Tez adının "İslam Astronomisinde Yenilikçi Merkür Modelleri: Ali Kuşçu Örneği" şeklinde değiştirilmesi uygundur.

Jüri Üyesi	Tarih	İmza
(Danışman) Prof. Dr. Mustafa KAÇAR	25/06/2021	KABUL
Prof. Dr. Atilla BİR	25/06/2021	KABUL
Dr. Öğr. Üyesi Orhan GÜNEŞ	25/06/2021	KABUL
(İkinci Danışman) *.....	.../.../20...
*.....	.../.../20...

*2. Danışman varsa doldurulacak

BEYAN

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bağlı olduğum üniversite veya bir başka üniversitedeki başka bir çalışma olarak sunulmadığını beyan ederim.

Merve Mutlu

İmza

TEŞEKKÜR

Bu tezin yazılması sürecinde başından sonuna kadar yardımlarını esirgemeyen, daima manevi desteğini gösteren, gece gündüz demeden bana vakit ayıran, titiz ve sistematik çalışmayı kendisinden öğrendiğim, mühendis dakikliği ve bilim tarihçisi titizliğini bünyesinde harmanlamış kıymetli hocam Prof. Dr. Atilla Bir'e ve bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim değerli hocam Prof. Dr. Mustafa Kaçar'a teőekkürü borç bilirim.

Temel astronomi bilgisini kendisinden öğrendiğim, astronomi tarihi konusunda özellikle kuramsal astronomide kafamı karıştıran birçok konuyu çözümlememde büyük yardımı olan ve tezimin hazırlanmasında önerileriyle beni yönlendiren hocam Dr. Öğr. Üyesi Orhan Güneş'e minnettarlığımı ifade etmek isterim.

Yüksek lisans öğrenciliğimizde maddi olarak bizi destekleyen İslam Bilim Tarihi Vakfı'na, öğrencilik sürecinde tanıştığım, bana hem arkadaş hem abla olan, tez yazımının her aşamasında nazımı çeken ve tavsiyeleriyle bana yol gösteren Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi Bilim Tarihi doktora öğrencisi değerli Saliha Bütün'e desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

2210/B Sosyal Bilimlere Geçiş Yüksek Lisans Bursu kapsamında 24 ay süreyle bu süreçte İstanbul'da yaşamama imkân sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teőekkürlerimi sunmak isterim.

Bu süreçte manevi desteklerini esirgemeyen sevgili nişanlım Cem Mehmet Kul'a, tezimin her aşamasında uzakta olsalar bile daima yanı başımda olduklarını hissettiren, 'şu tezini bitir de gel artık' cümlesiyle beni tezi bitirmeye teşvik eden çok değerli aileme teőekkürlerimi sunarken, tezimi aileme ithaf ederim.

Merve Mutlu

İmza

İSLAM ASTRONOMİSİNDE YENİLİKÇİ MERKÜR MODELLERİ: ALİ KUŞÇU ÖRNEĞİ

Merve Mutlu

ÖZET

Bu çalışmanın amacı astronomi tarihinde uzun süre çözüme kavuşturulamamış sofistike bir problem olan Merkür sorununa XV. yüzyılda Ali Kuşçu'nun (ö. 1474) getirdiği yenilikçi çözümü detaylı olarak incelemektir. Bu bağlamda Merkür probleminin anlaşılması için gereken teknik bilgiler verilmiştir. Astronomi tarihinde gezegen hareketlerini geometrik-kinematik bir sisteme oturtmak amacıyla yapılan çalışmalar, ilk sistematik açıklamayı getiren ve bu alanda otorite olarak kabul edilen Batlamyus (ö. 170) göz önüne alınarak incelenmiştir. İslam astronomisinde İbnü'l-Heysem'in (ö. 1040) başlattığı Şukûk geleneğiyle Batlamyus sisteminin eleştiriye açılmasının ardından önerilen alternatif modeller ele alınmıştır. Çalışmanın temelini ise Osmanlı ilmî hayatının şekillenmesinde büyük rol oynayan Ali Kuşçu'nun alternatif Merkür modeline yer verdiği *Risale fi Hall Eşkâl Muaddil li'l-Mesîr* eserinin arapçası, tercümesi ve bu tercümenin yorumu oluşturmaktadır.

Anahtar kelimeler: *Astronomi, Merkür, gezegen kuramları, Şukûk, Batlamyus, Ali Kuşçu.*

ANALYSIS of INNOVATIVE MERCURY MODELS in ISLAMIC ASTRONOMY: ALI al-QUSHJI SAMPLE

Merve Mutlu

ABSTRACT

This study examines the innovative solution of the Mercury problem in detail, which has not been resolved for a long time in the history of astronomy, brought about by Ali al-Qushji (d. 1474) in the 15th century. In this context, necessary technical information is given to understand the Mercury problem. The studies carried out in order to develop geometric-kinematic system for planetary movements are examined by considering Ptolemy (d. 170), who brought the first systematic explanation and accepted as the authority in this history of astronomy. Then, the characteristics of proposed alternative models are discussed as a part of Shukûk tradition, criticism against Ptolemaic astronomy initiated by Haitham (d. 1040). The basis of the study is translation and interpretation of *Risala fi Hall Ashkal Muaddil li al-Masir*, in which Ali al-Qushji, who played a significant role in growth of Ottoman scientific knowledge, proposed his alternative Mercury model.

Keywords: *Astronomy, Mercury, planetary theories, Şukûk, Ptolemy, Ali Qushji.*

Hayatta korkulacak hiçbir şey yoktur. Sadece anlaşılacak şeyler vardır. Şimdi anlamak zamanıdır. Böylece daha az korkabiliriz.

Marie Curie

ÖNSÖZ

Newton mekaniği, Merkür hariç Güneş sistemindeki bütün gezegenlerin yörünge sapmasını başarılı bir şekilde tahmin etmiştir. Ancak Merkür'ün gerçek yörünge sapması yapılan tahminlerle uyuşmamıştır. Yirminci yüzyılın başlarında Einstein genel görelilik kuramı ile bu durum açıklığa kavuşturulmuştur. Genel görelilik kuramına göre kütle, içinde bulunduğu uzayın bükülmesine neden olur ve iki nokta arasında hareket eden serbest cisimler aradaki en kısa yolu takip eder. Newton mekaniğine Einstein'ın genel görelilik kuramının eklenmesi ile yapılan hesaplamalar sonucunda gözlemler ile tahminler arasındaki fark giderilmiştir. Böylece Batlamyus astronomisi ile başlayan Merkür'ün düzensiz hareketini açıklayabilme macerası Einstein ile nihayete ermiştir. Tezimizin konusunun belirlenmesinde antik dönemden itibaren süregelen bir kuramsal astronomi probleminin modern dönemde çözüme kavuşturulması etkili olmuştur. Tezimizde, Merkür'ün modellenmesi problemini gerekli teknik ayrıntılarıyla beraber tarihsel süreci içerisinde analiz edip, bu probleme XV. yüzyıl astronomu Ali Kuşçu'nun yaklaşımını anlaşılır bir biçimde ortaya koymaya dikkat etmeye çalıştık.

XV. yüzyılda yaşamış gökbilimci Ali Kuşçu'nun *Risâle fî Halli Eşkâl Muaddil li'l-Mesîr* (Denge Noktası Probleminin Çözümüne İlişkin Risale) eserinde Batlamyus'un Merkür modeline alternatif olarak teklif ettiği yenilikçi Merkür modeli tezimizin odak noktasını oluşturmaktadır. Toplamda üç bölümden oluşan tezimizin ilk bölümünde gezegenler sorununu ve kinematik-geometrik evren modellerini anlayabilmek için gerekli olan temel astronomi kavramları ve gezegenlerin karakteristik devinimleri ayrıntılı açıklamalarla ele alınmıştır. Bu bölüm Kuşçu'nun düzeneğinin temelini teşkil eden Batlamyus astronomisine bir giriş mahiyetindedir. Bu bağlamda öncelikle astronominin gelişiminde kritik öneme sahip Antik Yunan ve Batlamyus öncesi dönemde gezegen sorununa önerilen çözümlere yer verilmiştir.

Ardından Batlamyus astronomisinin şekillenmesinde kritik rol oynayan seleflerinin gezegen sorununa yaklaşımları ve nihayetinde Batlamyus'un çember bileşimleriyle oluşturduğu düzenek üzerinde durulmuştur. Ardından Batlamyus astronomisinin İslam medeniyetine etkisi, kuramsal astronominin gelişimi ve İbnü'l-Heyssem ile başlayan eleştiri geleneği ele alınmıştır.

Tezin ikinci bölümü Batlamyus'un Merkür'ün görünen düzensiz devinimini gözlemlerle tutarlı bir biçimde açıklamak amacıyla inşa ettiği modelin parametrelerinin teker teker ispatlarıyla çıkarımı sunulmuştur.

Üçüncü bölümde Ali Kuşçu'nun özetlenmiş şekliyle hayatından ve eserlerinden bahsettikten sonra tezimizin ana konusu olan Kuşçu'nun alternatif Merkür modelini önerdiği eseri *Risâle fi Hall Eşkâl Muaddil li'l-Mesîr*'in sırasıyla analizi, tercümesi ve tıpkıbasımı verilmiştir. İncelemede, risalede yer alan ifadeler özetlenerek verilip okuyucunun anlamasını kolaylaştırmak amacıyla ayrıntılı olarak açıklaması sayısal verilerin desteklediği geometrik model ile sunulmuş, ve bir simülasyon yardımıyla modelin nasıl çalıştığı test edilmiştir.

Sonuç bölümünde Kuşçu'nun yenilikçi modelinin kuramsal astronomiye katkısı değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ.....	viii
SEMBOLLER	xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR	xiv
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM.....	3
1. İSLAM MEDENİYETİNİ ETKİLEYEN GEZEĞEN MODELLERİ	3
1.1. ASTRONOMİDE TEMEL KAVRAMLAR.....	3
1.1.1. Koordinat Sistemleri.....	3
1.1.2. Gezegenlerin Hareketleri.....	6
1.2. ANTİK YUNAN EVREN MODELLERİ.....	14
1.3. BATLAMYUS ÖNCESİ YUNAN ASTRONOMLARININ GEZEĞEN MODELLERİ.....	18
1.3.1. Eudoksos ve Eş Merkezli Evren Modeli	18
1.3.2. Heraklides	22
1.3.3. Aristarkos ve Güneş Merkezli Evren Modeli	22
1.4. BATLAMYUS'UN GEZEĞEN MODELİ.....	23
1.4.1. Batlamyus'un Hayatı ve Eserleri.....	24
1.4.2. Batlamyus'un Denge Noktası (Ekuant).....	27
1.4.3. Apollonius'un Dış Çemberi (Episaykıl)	29
1.4.4. Hipparkos'un Taşıyıcı Çemberi (Deferent)	31
1.5. İSLAM ASTRONOMİSİNDE BATLAMYUSÇU GEZEĞEN MODELLERİ	33
1.5.1. Almagest'in İslam Astronomisine Girişi.....	33
1.5.2. Batlamyus Astronomisi Eleştirileri	34
İKİNCİ BÖLÜM.....	42

2. BATLAMİYUS'UN MERKÜR MODELİ	42
2.1. ALMAGEST'TE KULLANILAN GÖZLEMLER.....	42
2.2. TAŞIYICI ÇEMBER VE İLMEK HIZLARI	43
2.3. MERKÜR'ÜN YERÖTESİ	44
2.4. DIŞ ÇEMBER VE DIŞ MERKEZLİK	47
2.5. MERKÜR'ÜN İKİ YERBERİSİ.....	48
2.6. DENGİ NOKTASI.....	50
2.7. GEOMETRİK MODEL	51
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	53
3. ALİ KUŞÇU'NUN YENİLİKÇİ MERKÜR MODELİ	53
3.1. HAYATI ve ESERLERİ	53
3.2. RİSALE Fİ HALL EŞKÂL MUADDİL LİL-MESÎR METNİ.....	56
3.2.1. Analiz.....	56
3.2.2. Tercüme	66
3.2.3. Tıpkıbasım	74
SONUÇ.....	80
KAYNAKÇA	82

SEMBOLLER

A	: Yeröte (<i>apoje</i>)
a	: Azimut
N	: Nadir (<i>ayakucu</i>)
P, P'	: Kutup Noktaları
U	: Yaz Gündönümü
V	: Kış Gündönümü
Z	: Zenit (<i>başucu</i>)
α	: Bahar Açısı (<i>rektasansyon</i>)
β	: Tutulumsal Enlem
λ	: Tutulumsal Boylam
ε	: Tutulum Eğimi
γ	: İlkbahar İlim Noktası (<i>ilkbahar ekinoksu</i>)
Ω	: Sonbahar İlim Noktası (<i>sonbahar ekinoksu</i>)
δ	: Yükselim (<i>deklınasyon</i>)
Π	: Yerberi (<i>periye</i>)

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Göksel Ekvatorial Koordinat Sistemi	4
Şekil 1.2. Tutulumsal Koordinat Sistemi	6
Şekil 1.3. Dış gezegenlerin uzanım açılarına göre durumları	10
Şekil 1.4. İç gezegenlerin uzanım açılarına göre durumları	11
Şekil 1.5. Eudoksos'un gezegenler modeli	21
Şekil 1.6. Dış gezegenler ve Venüs Modeli	28
Şekil 1.7. Apollonius'un Dış Çember Modeli	30
Şekil 1.8. Apollonius'un Dış Merkezli Modeli	31
Şekil 1.9. Tûsî çifti	38
Şekil 2.1. Merkür'ün Apsis Çizgisi	45
Şekil 2.2. Dış Çember ve Dış Merkezlik	47
Şekil 2.3. Merkür'ün iki yerberisi	49
Şekil 2.4. Denge Noktası	50
Şekil 2.5. Merkür Modeli	52
Şekil 3.1. Kuşçu'nun Merkür Modeli	62
Şekil 3.2. Merkür'ün Dünya'dan Uzaklığının Hesaplanması	65

KISALTMALAR

a.g.e.	Adı geçen eser
a.g.m.	Adı geçen makale
BEA	The Biographical Encyclopedia of Astronomers
bkz.	Bakınız
C.	Cilt
ev.	Çeviren
DİA	TDV İslam Ansiklopedisi
ed. veya haz.	Editör/yayına hazırlayan
EHST	Encyclopedia of the History of Science, Technology and Medicine in Non-Western Cultures
M.Ö.	Milattan Önce
s.	Sayfa/sayfalar
t.y.	Basım tarihi yok
v.d.	Çok yazarlı eserlerde ilk yazardan sonrakiler
y.y.	Basım yeri yok

GİRİŞ

İslam astronomisinde İbn'ül-Heysem'in başlattığı *Şukûk* geleneği ile Batlamyus astronomisi sorgulanmaya başlanmış ve uzun soluklu bir eleştiri hareketinin önü açılmıştır. Batlamyus'un evren modeline İslam medeniyetinde farklı geometrik çember bileşimleri içeren düzeneklerin yerleştirildiği alternatifler getirilmiş, bu modeller XX. yüzyılın sonlarına doğru bilim tarihçileri tarafından araştırılmış ve detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu bölümde, gezegen kuramlarını Merkür özelinde incelemiş çalışmalardan önemli olduğunu düşündüklerimiz özetle bahsedilecektir.

Gezegen kuramı alanında birçok bilim tarihçisinin çalışması mevcuttur. (Kennedy E. S., 1966) makalesi XIII. yüzyıl civarında yaşamış Meraga matematik-astronomi okulunun temsilcilerinden Nasîrüddin Tûsî (ö. 1274), Müeyyidüddin el-Urdî (ö. 1266) ve Kutbüddîn-i Şîrâzî'nin (ö. 1311) *Batlamyusçu* gezegenler kuramına yaptığı katkıları geometrik-kinematik düzeneklerin çizimlerine yer vererek sistematik bir incelemesini barındırması açısından önemlidir. Bu çalışma aynı zamanda, Kopernik (ö. 1543) sisteminin İslam medeniyetindeki öncülleriyle ve özellikle İbnü'l Şatır'ın (ö. 1375) inşa ettiği sistemlerle gözle görülür benzerliğini de ele almıştır. Ayrıca (Kennedy & Roberts, 1959) çalışmasında İbnü'l Şatır'ın gezegen modelinin ayrıntılı incelemesine yer vermiş, fakat makale hakettiği ilgiyi görmemiştir¹. Geçtiğimiz yıllarda İbnü'l Şatır tekrar araştırılmıştır; (Ragep & Nikfahm-Khubravan, 2019) makalesinde Şatır'ın yermerkezli Merkür modelinin Kopernik'in Güneş merkezli Merkür modeline dönüşümünü incelemiş, araştırmalarında Batlamyus'un geometrik-kinematik modelini matematiksel verilerle açıklayarak Şatır-Kopernik ilişkisini değerlendirmişlerdir.

Batlamyus-dışı² olarak nitelendirdiği alternatif modeller hakkında çalışan George Saliba gezegen kuramları araştırmaları alanında literatürün büyük bir kısmını oluşturur. Saliba,

¹ S. Nikfahm-Khubravan & F. J. Ragep, *The Mercury Models of Ibn al-şāṭir and Copernicus*, **Arabic Sciences and Philosophy**, sayı 29, C. 1, 2019, s. 2.

² *Batlamyus-dışı* terimi İslam medeniyetindeki astronomi bilgisinin özgünlüğünü vurgulamak için kullanılır. Ancak astronomlar Batlamyus'tan farklı bir model geliştirmeye değil, modeldeki eksiklik ve yanlışlıkları gidermeye çalışmışlardır. Sonuç olarak Batlamyus'un kullandığı çemberlerin farklı bileşimleriyle alternatif modeller

çalışmaları neticesinde, XII. yüzyılda, Gazali'den sonra İslam medeniyetinde bilim üretiminin durması ve gerilemesi savının geçersizliği sonuca varır. Aksine, Heysem ile başlayan eleştiri geleneğinin XII. yüzyıldan itibaren İslam coğrafyasının doğusunda ve batısında farklı yorumlamalarla sürdürüldüğünü belirtir. Makalelerinde sık sık XII. yüzyılın İslam biliminin gerileme dönemi olarak anılmasını eleştirmiştir. Bu bağlamda, XII. yüzyıldan XVI. yüzyıla kadar gezegen astronomisine yapılan katkıları gözler önüne sermiş ve bu düşüncenin aksini ispatlamıştır. (Saliba, 2007) kitabında İslam kuramsal astronomisine, Batlamyus astronomisinin problemlerine ve buna çözüm olarak getirilen doğa felsefesi ilkeleriyle uyumlu ve tekdüze harekete sahip alternatif modellere bir bölüm ayırmıştır. Bunların yanısıra Saliba kritik öneme sahip modelleri makalelerinde daha ayrıntılı ve teknik detaylara yer vererek inceler. Saliba, çalışmasında (Saliba, 1996) XI.-XV. yüzyıllar arasında inşa edilmiş alternatif evren modellerini Güneş, Ay, gezegenler ve Merkür özelinde analiz etmiş böylece gezegen kuramlarının gelişim aşamalarının birbirleri ile bağlantıları, süreklilik arz edecek bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilebilmiştir. Saliba, *Urdî Kuramı* olarak nitelendirdiği, daha sonra Kutbüddîn-i Şîrâzî, İbnü'l Şatır, Ali Kuşçu, Şemseddin Hafrî (ö. 1525) ve XVI. yüzyılda Kopernik gibi pek çok astronom tarafından kullanılan kuramın mucidi olan Urdî'yi incelemiş, bu kuramı kendi tasarladığı Merkür düzeneğine nasıl uyguladığını matematiksel olarak ele almış ve düzeneğin başarısının İslam kuramsal astronomisindeki önemine vurgu yapmıştır. (Saliba, 1993) Ayrıca Ali Kuşçu'nun Merkür düzeneğini incelediğinde, onun Batlamyus'a getirilen itirazları nasıl başarıyla çözüme kavuşturduğunu değerlendirmiştir. (Saliba, 1994) On altıncı yüzyıl astronomlarından Şemseddin Hafrî'nin Batlamyus denge noktası problemine alternatif olarak önerdiği üst gezegen ve Ay modellerini ve ayrıca Merkür için üçünü kendi inşa ettiği birini de Kuşçu'ya atfettiği toplamda dört adet düzeneği incelemiştir. Saliba, Batlamyus-dışı gezegen modellerine yapılan bu orijinal katkılardan yola çıkarak Hafrî'nin üst seviye bir gezegen kuramcısı olduğunu söyler.

Gezegen kuramları alanında yakın zamanda yapılan bir çalışma da Amir Mohammad Gamini'ye aittir. Gamini, XIII. yüzyıl astronomu Şîrâzî'nin gezegen kuramları üzerine kaleme aldığı (Gamini, 2017) makalesinde, kademeli olarak geliştirdiği modellerin her birini detaylı bir şekilde incelemiştir. Ek olarak Şîrâzî'nin düzeneklerinin Batlamyus gözlemleri ile tutarlılığı ve doğa felsefesi ilkeleri ile ilişkisi bağlamında değerlendirmesini yapmıştır.

üretmişlerdir. Tezde *Batlamyus-dışı* terimi yerine daha uygun olduğunu düşündüğümüz *Batlamyusçu* terimi kullanılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. İSLAM MEDENİYETİNİ ETKİLEYEN GEZEĞEN MODELLERİ

1.1. ASTRONOMİDE TEMEL KAVRAMLAR

Temel astronomi bilgisi gezegen astronomisini ve bu konuda kullanılan kavramları anlayabilmek, teknik detaylarıyla bir gezegenin hareketinin belirli parametrelerle nasıl modellendiğini kavramak için gereklidir.

1.1.1. Koordinat Sistemleri

Gök cisimlerinin üzerinde bulunduğu varsayılan hayali küreye *gök küresi* denir. Gök küresinin merkezi Dünya'nın merkezidir, ancak Dünya'nın boyutları gök küresine nispeten ihmal edilebilir olduğundan, gözlemci gök kürenin merkezinde kabul edilir.

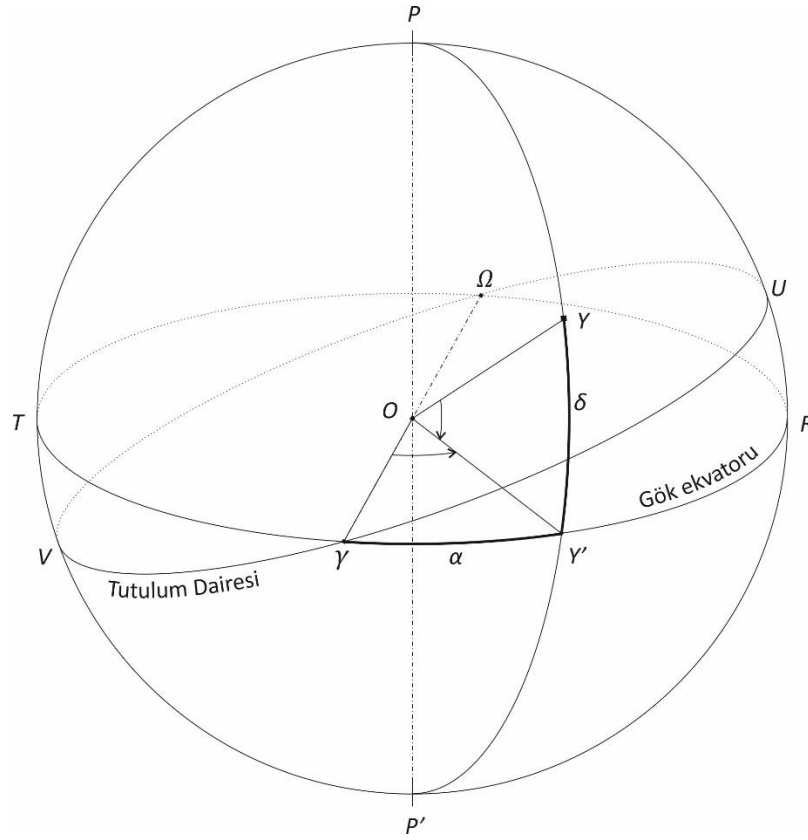
Bir gök cisminin gök küresi üzerinde yerini belirleyebilmek için bir temel düzlem ve iki noktaya ihtiyaç vardır. Baz alınan temel düzlem üzerine kurulan sistemler Koordinat Sistemleri olarak adlandırılır. Bu tezde gök cisimlerinin yerini belirleyebilmek için tanımlanan temel koordinat sistemlerinden ikisi kullanılacaktır: Göksel Ekvatorial Koordinat Sistemi ve Tutulumsal (Ekliptikel) Koordinat Sistemi.

Göksel Ekvatorial Koordinat Sistemi

Göksel Ekvatorial Koordinat Sistem'inde temel düzlem olarak *gök ekvatoru* referans alınır. Gök cisminin koordinatları *yükselim (deklınasyon)* ve *bahar açısı (rektasansyon)* ile belirlenir. Yükselim δ , bahar açısı ise α sembolü ile gösterilir. Yıldızların gök küresi üzerindeki yeri incelenirken referans alınan koordinat sistemidir.

Gök küresi eksenine dik olan ve Dünya'nın merkezinden geçen düzlemin gök küresi ile ara kesitine *gök ekvatoru* denir. Gök ekvatoru, Güneş'in görünen yıllık hareketini yaptığı düzlem olan *tutulum (ekliptik)* ile 21 Mart ve 23 Eylül tarihinde kesişir. Bu noktalar sırasıyla *ilkbahar ılımı (ilkbahar ekinoksu)* (γ) ve *sonbahar ılımı (sonbahar ekinoksu)* (Ω) olarak isimlendirilir. Güneş'in ekvator'dan açısal uzaklığı 21 Haziran'da en büyük, 22 Aralık'ta en küçüktür. Bu tarihler sırasıyla *yaz gündönümü (U)* ve *kış gündönümünü (V)* olarak ifade edilir.

Tutulum noktalarında Güneş ışınları ekvatora dik açı ile gelir. Bu noktalarda gece ve gündüz süreleri birbirine eşitlenir ve gündoğumu hattına hem kuzey hem güney kutbu aynı anda girer. İlkbahar ılımanı ile birlikte Kuzey Yarım Küre’de gündüzler, Güney Yarım Küre’de ise geceler uzamaya başlar. Kuzey Yarım Küre’de en uzun gündüzün yaşandığı 21 Haziran’dan sonra Güneş’in doğuş ve batış noktaları güneye kayar ve gündüz süresi kısaltılmaya başlar. 21 Aralık’ta Güney Yarım Küre’de en uzun gün yaşanır ve bu tarihten sonra Güneş’in doğuş ve batış noktaları kuzeye kayar.



Şekil 1.1. Göksel Ekvatorial Koordinat Sistemi

Şekil 1.1’de Göksel Ekvatorial Koordinat Sistemi’nde gök küresi üzerinde bulunan bir Y cisimi gösterilmiştir. Bu koordinat sisteminin ilk parametresi yükselimidir. Yükselim cismin gök ekvatoruna olan açısal uzaklığıdır. Y cisminin yükselimi gök ekvatorundan itibaren ölçülür; kuzey kutup noktasında 90° , gök ekvatorunda 0° ve güney kutup noktasında -90° ’dir. Dolayısıyla yükselim değerleri $-90^\circ \geq \delta \geq 90^\circ$ arasında değişir. T ve R noktaları gözlemcinin meridyeni kestiği kısımları temsil eder. P ve P' noktaları kutup noktalarıdır. Gök cisminin ve göğün kutuplarından geçen daire *saat dairesidir*. Göksel Ekvatorial Koordinat Sistemi’nin ikinci

parametresi bahar açısıdır. İlbahar noktasının bir gök cisminin geçen ve saat dairesine olan açısal uzaklığıdır. Bir gök cisminin bahar açısı ilkbahar noktasından itibaren doğuya doğru ölçülür ve $0^\circ \geq \alpha \geq 360^\circ$ arasında değer alır.³

Tutulumsal (Ekliptikel) Koordinat Sistemi

Temel düzlem olarak *tutulum düzlemi (ekliptik düzlemi)* referans alınır. Gök cisminin koordinatları *tutulumsal enlem (ekliptikel enlem)* ve *tutulumsal boylam (ekliptikel boylam)* ile belirlenir. Tutulumsal enlem β , tutulumsal boylam ise λ sembolü ile gösterilir. Gezegenlerin gök küresi üzerinde konumu inceleniyorsa tutulumsal koordinat sistemi referans alınır.

Arz, Güneş etrafında eliptik bir yörünge üzerinde hareket eder. Bu hareket, Güneş'in gök küresi üzerinde hareketi şeklinde gözlemlenir. Güneş'in yıllık görünen hareketini yaptığı düzleme ekliptik düzlemi denir. Şekil 1.2'de görüldüğü gibi tutulum ve ekvator düzlemleri arasında ekliptiğin eğimi olarak bilinen $23^\circ 27'$ lik açı vardır ve ε ile gösterilir. Tutulum koordinat sisteminin parametrelerinden biri olan tutulumsal enlem bir gök cisminin ekliptiğe olan açısal uzaklığı ile ölçülür. Gök cismi ekliptiğin kuzeyinde ise tutulumsal enlem pozitif, ekliptik üzerinde 0° , ekliptiğin güneyinde ise negatiftir. Tutulumsal enlem $-90^\circ \geq \beta \geq 90^\circ$ arasında değer alır. Bu koordinat sisteminin diğer parametresi tutulumsal boylam'dır. Tutulumsal boylam gök cisminin ilkbahar noktasından itibaren ölçülen açısal uzaklığıdır. $0^\circ \geq \lambda \geq 360^\circ$ arasında değerler alır.

³ S. Karaali, **Genel Astronomi**, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1985, s.5.

birtakım özellikleri vardır. Gezegenlerin devinimleri tutulum civarındadır. Gök küresi üzerinde yer aldığı farz edilen, hareketleri oldukça yavaş olduğu için göz ardı edilerek sabit kabul edilen takımyıldızlar arasında yer değiştirirler. Gezegenler Dünya'ya yıldızlardan daha yakın oldukları ve gelen Güneş ışığını yansıtıkları için sabit ışık saçıyor gibi görünürler, yıldızlar gibi ışıkları titremez.

Gök cisimlerinin *gerçek hareket* ve *görünen hareket* olmak üzere iki çeşit hareketi vardır. Gerçek hareket gök cisimlerinin uzayda kendi yörüngesinde yaptığı harekettir. Gezegenlerin Güneş etrafında batıdan doğuya doğru hareketleri gerçek harekete bir örnektir. Görünen hareket ise Dünyadaki bir gözlemci tarafından bakıldığında gök cisimlerinin Dünya'ya göre bağlı hareketidir. Gezegenlerin gök küresi üzerinde görünen hareketi, hem gezegenlerin hem de Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketinin birleşimi sonucu ortaya çıkan harekettir.

Burçlar Kuşağı (zodyak kuşağı) Güneş'in gök küresinde yıl boyunca tutulumdaki hareketi esnasında izlediği yoldur. 12 takımyıldızın oluşturduğu bu kuşak tutulumun yaklaşık 8° kuzey ve güneyine uzanır. Güneş'in devinimi gibi gezegenler de devinimlerini tutulum civarında yaparlar. Bazen kuzey ve güneye doğru sapmalar olsa da burçlar kuşağından ender olarak ayrılırlar. Aşağıdaki tabloda gezegenlerin ulaşabileceği maksimum tutulumsal enlem değerleri verilmiştir.

Gezegen	Tutulumsal Enlem
Merkür	2,48°
Venüs	1,38°
Mars	4,31°
Jüpiter	9,02°
Satürn	3,33°

Tablo 1.1. Gezegenlerin maksimum tutulumsal enlem değerleri

Ancak bu hareket Güneş ve Ay'ın hareketinden daha karmaşıktır. Gezegenler takımyıldızlar arasında doğuya doğru hareket ederler. Ancak hareketleri yalnızca doğuya doğru değil; bir müddet doğuya, sonra kısa bir süreliğine batıya doğru hareket şeklindedir. Batıya doğru hareketleri esnasında bir süre duruyormuş gibi görünürler. Doğuya doğru hareketlerine *ileriye doğru hareket* (*prograd hareket*), batıya doğru hareketlerine ise *geriye doğru hareket* (*retrograd hareket*) denir. İç gezegenlerin geriye doğru hareket yapıyor gibi görünmesi Güneş'e Dünyadan daha yakın olmalarından kaynaklanır. Dünya üzerindeki bir gözlemciye göre Güneş

tutulum hizasında hareket ederken, Merkür ve Venüs de Güneş etrafında dolandıkları için bazen Güneş ile aynı yönde, bazen de ters yönde hareket ediyormuş gibi görünürler.⁵ Dış gezegenler ise Güneş'e Dünyadan daha uzaktırlar ve dönme hızları yavaştır. Dünya bu gezegenlerden daha hızlı hareket ettiğinden dolayı gezegenler geriye doğru hareket ediyormuş gibi görünürler. Gezegenin gök küresi üzerinde referans alınan noktalara göre *döngü (periyot)* tanımlamaları vardır. Herhangi bir yıldız referans alındığında gezegenin o noktadan arka arkaya iki kez geçmesi için geçen süreye *yıldız döngüsü (sideral periyot)*, gezegenin art arda aynı uzanımda bulunması için geçen zamana ise *sinodal döngü*⁶, ilkbahar noktasından gezegenin art arda iki kez geçmesi için geçen süreye ise *dönencel döngü (tropikal periyot)* denir. Dış gezegenlerin dönencel ve sinodal döngülerinin toplamı devir sürelerine eşittir:

$$\text{Devir Süresi} = \text{Dönencel Döngü} + \text{Sinodal Döngü}$$

Örneğin bir dış gezegen olan Mars'ın art arda aynı karşılaşma konumunda bulunması için geçen süre 32 yıldır. Bu süre içinde 15 sinodal döngü ve 17 dönencel döngü yapar.

$$32 \text{ yıl} = 17 \text{ Dönencel Döngü} + 15 \text{ Sinodal Döngü}$$

İç gezegenler tutulumda Güneş ile beraber hareket ettikleri için dönencel döngüleri tam olarak 1 yıldır. Dolayısıyla dış gezegenlerdeki dönencel-sinodal döngü ilişkisi iç gezegenler için geçerli değildir. Bir iç gezegenin art arda aynı karşılaşma konumunda bulunması için geçen süre dönencel döngüye eşittir:

$$\text{Devir Süresi} = \text{Dönencel Döngü} = \text{Sinodal Döngü}$$

Gezegen-Döngü ilişkisi Merkür üzerinden ele alınacak olursa Merkür'ün art arda aynı konumda bulunması için geçen süre, başka bir ifadeyle döngü süresi 46 yıldır. 46 yıl içerisinde 145 sinodal döngü ve 46 dönencel döngü yapar⁷:

$$46 \text{ yıl} = 46 \text{ Dönencel Döngü} = 145 \text{ Sinodal Döngü}$$

⁵ Tüm gezegenler gerçekte Güneş'in etrafında aynı yönde hareket ederler. Gezegenlerin geriye doğru hareket ediyor gibi görünmelerinin sebebi gözlemcinin üzerinde bulunduğu Dünyanın da hareket etmesinden kaynaklanan bir yanılsamadır.

⁶ Evans sinodal döngüyü iki geriye doğru hareket arasında geçen süre olarak tanımlar. Bkz: J. Evans, **The History and Practice of Ancient Astronomy**, Oxford University Press, s. 295.

⁷ Devir süresinin dönencel döngüye eşit olması yalnızca Merkür'e has bir durumdur. Venüs için bu formül geçerli değildir. Venüs 8 yıllık devir süresince 5 sinodal döngü ve 13 dönencel döngü yapar.

Gezegen-Döngü ilişkileri aynı zamanda dış gezegenlerin dönencel ve sinodal döngülerinin sürelerinin hesaplanmasına imkân verir. Tablo 1.2’de Mars için dönencel ve sinodal döngü süresi şöyle de hesaplanabilir:

$$\frac{\text{Devir Süresi}}{\text{Dönencel Döngü}} = \frac{32 \text{ yıl}}{17 \text{ yıl}} = 1,8823 \text{ yıl} \cong 687 \text{ gün}$$

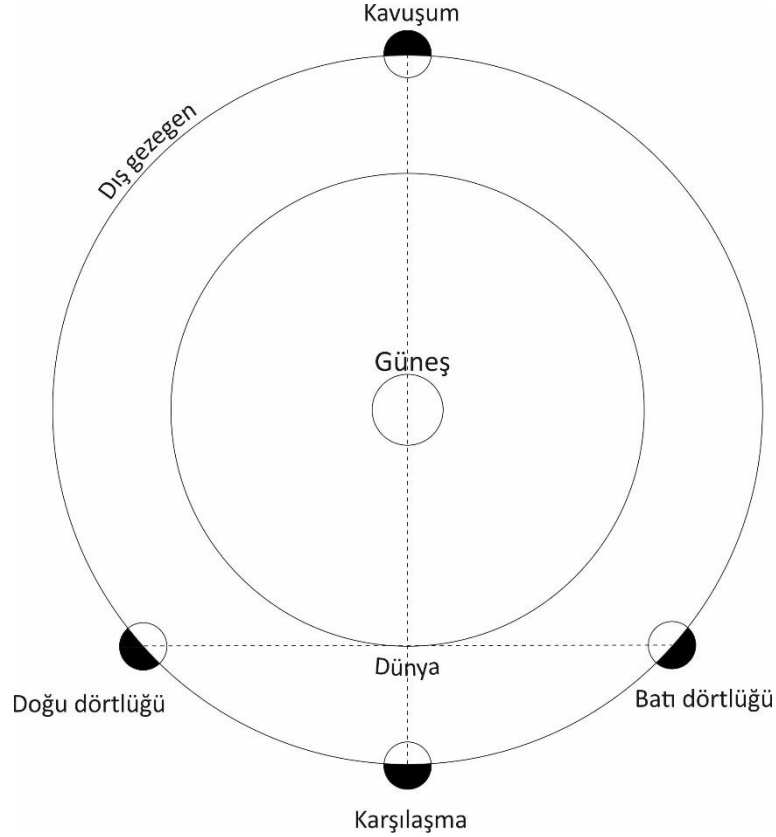
$$\frac{\text{Devir Süresi}}{\text{Sinodal Döngü}} = \frac{32 \text{ yıl}}{15 \text{ yıl}} = 2,13 \text{ yıl} \cong 780 \text{ gün}$$

Gezegen	Dönencel Döngü (gün)	Sinodal Döngü (gün)
Merkür	87,96	116
Venüs	224,69	584
Mars	686,97	780
Jüpiter	4333,28	399
Satürn	10759,22	378

Tablo 1.2. Gezegenlerin Dönencel ve Sinodal Döngüleri

Dış Gezegenler

Gök cisimlerinin Güneş’e olan açılal uzaklığı *uzanım (elongasyon)* olarak tanımlanır. Dış gezegenler Güneş’e göre herhangi bir konumda bulunabildiklerinden dolayı uzanımları 0° ve 360° arasında değişir.

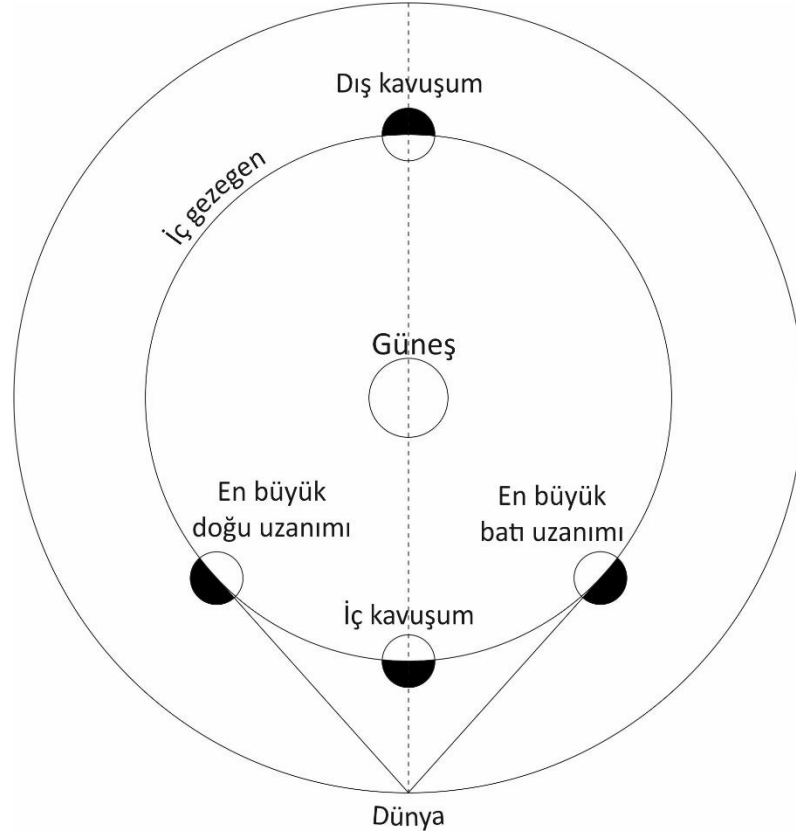


Şekil 1.3. Dış gezegenlerin uzanım açılarına göre durumları

Gezegenlerin kavuşum noktalarından art arda iki kez geçişi arasındaki süreye sinodal döngü adı verilir. Dış gezegenler için sinodal döngü uzanımın 0° olduğu *kavuşum* (*konjünksiyon*) konumundan başlar. Bu konumda gezegen Güneş'in arkasında olduğundan gözlemlenemez. Doğuya doğru hareketine devam ettiğinde Güneş'in doğusuna geçer ve sabah yıldızı olarak gözlenir. Doğu uzanımı 90° olduğunda ise *batı dörtlüğü* (*batı kuadrantürü*) konumuna ulaşmış olur. Daha sonra gezegen geriye doğru hareketine başlar ve bu hareketin ortasında uzanımın 180° olduğu *karşılaşma* (*opozisyon*) konumuna gelir. Bu konumda gezegen akşam yıldızı olarak gözlenir. Dünya'ya en yakın konumdur. Dolayısıyla gezegenin en net gözlemlenebildiği konumdaki akşam yıldızdır. Bu konumdan sonra gezegen Güneş'in doğusuna geçer ve batı ufkunda gözlemlenmeye başlanır. Batı uzanımı 90° *doğu dörtlüğüne* (*doğu kuadrantürü*) ulaşmadan geriye doğru hareketi sona erer. Uzanım 180° olana dek gezegen batı ufkunda gözlenir. Kavuşum konumuna geldikten sonra tekrar yeni bir çevrime başlar.

İç Gezegenler

İç gezegenlerin uzanımları 90° 'den küçüktür. Alabilecekleri en büyük doğu ve batı uzanım değerleri, Dünya'dan Güneş'e çizilen doğru ile gezegen yörüngesine çizilen teğet arasında kalan açılarıdır⁸. Venüs'ün en büyük uzanımı 48° , Merkür'ün ise 28° 'dir. Bu nedenle karşılaşma veya dörtlük durumunda bulunamazlar, yalnızca *kavuşum* konumunda bulunabilirler.



Şekil 1.4. İç gezegenlerin uzanım açılarına göre durumları

İç gezegenlerin sinodal çevrimleri, uzanımın 0° olduğu dış kavuşum konumundan başlar. Gezegen daha sonra Güneş'in doğusuna geçer ve batı ufkunda akşam yıldızı olarak gözlenir. *En büyük doğu uzanımına* ulaştığında geriye doğru hareketine başlar. Uzanım yeniden 0° olduğunda iç kavuşum durumuna gelir ve bu konumda gezegenlerin gözlenebilmesi mümkün değildir. Bu konumdan sonra Güneş'in batısına geçer ve sabah yıldızı olarak gözlemlenir. Gezegenin geriye doğru hareketi *en büyük batı uzanımına* ulaşmadan önce sona erer. İç gezegenler kavuşum noktasına ulaşmadan önce son kez görülür ve yeni bir sinodal döngüye başlar.

⁸ H. N. Russell, *Astronomi*, (Çev. Ballı-Kıral-Hotinli) İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1962, s.249.

Venüs'ün en net görüleceği zaman ya gün batımından hemen sonra ya da gün doğumundan hemen önceki zaman dilimidir. Venüs batı uzanımında iken, Güneş doğmadan önce gözlem yerinin doğusunda sabah yıldızı olarak, doğu uzanımında iken Güneş battıktan sonra gözlem yerinin batısında akşam yıldızı olarak gözlemlenir.

Merkür gezegeninin uzanımı Venüs'ten daha küçük olduğundan gözlemlenmek nispeten daha zordur. İlkbaharda Merkür en büyük doğu uzanımında bulunduğu zaman Güneş battıktan sonra gözlem yerinin batısında en iyi şekilde gözlemlenebilir. Sonbaharda ise en büyük batı uzanımında iken Güneş doğmadan önce gözlem yerinin doğusunda kolayca gözlemlenebilir.

Tarih	$\lambda_{\text{Güneş}}$	$\lambda_{\text{Merkür}}$	Uzanım
1 Ocak	280°,01	274°,38	5°,63 B
11 Ocak	290°,2	290°,41	0°,21 D
21 Ocak	300°,38	307°,16	6°,78 D
31 Ocak	310°,55	324°,31	13°,76 D
10 Şubat	320°,69	292°,53	18°,17 D
20 Şubat	330°,8	314°,13	11°,33 D
2 Mart	342°,87	331°,88	10°,99 B
12 Mart	351°,87	328°,38	23°,49 B
22 Mart	1°,82	334°,16	27°,66 D
1 Nisan	11°,72	345°,28	26°,44 D
11 Nisan	21°,56	359°,68	21°,88 D
21 Nisan	31°,35	16°,78	14°,57 B
1 Mayıs	41°,08	36°,55	4°,53 B
11 Mayıs	50°,76	58°,05	7°,29 D
21 Mayıs	60°,4	77°,83	17°,43 D
31 Mayıs	70°,01	92°,91	22°,9 D
10 Haziran	79°,58	102°,23	22°,65 D
20 Haziran	89°,13	94°,65	5°,52 D
30 Haziran	98°,67	100°,41	1°,73 D
10 Temmuz	108°,2	95°,71	12°,49 B
20 Temmuz	117°,74	98°,11	19°,63 B
30 Temmuz	127°,3	109°,38	17°,92 B
9 Ağustos	136°,87	127°,56	9°,31 B
19 Ağustos	146°,47	147°,9	1°,43 D
29 Ağustos	156°,12	166°,75	10°,63 D
8 Eylül	165°,8	183°,46	17°,66 D
18 Eylül	175°,53	198°,21	22°,68 D

28 Eylül	185°,32	210°,76	25°,44 D
8 Ekim	195°,16	219°,7	24°,54 D
18 Ekim	205°,06	220°,63	15°,57 D
28 Ekim	215°,02	210°,06	4°,96 B
7 Kasım	225°,03	206°,83	18°,2 B
17 Kasım	235°,09	217°,53	17°,56 B
27 Kasım	245°,19	232°,5	12°,69 B
7 Aralık	255°,33	248°,08	7°,25 B
17 Aralık	265°,5	263°,75	1°,75 B
27 Aralık	275°,68	279°,63	3°,94 D

Tablo 1.3. Güneş ve Merkür'ün 2020 yılında tutulumsal boylamları

Tablo 1'de 2020 yılında Güneş ve Merkür'ün tutulumsal boylamları verilmiştir. Birinci sütunda 10 gün aralıklarla tarihler yer alır. İkinci ve üçüncü sütun sırasıyla Güneş ve Merkür'ün belirtilen tarihlerdeki tutulumsal boylamlarını verir. Dördüncü sütunda ise Merkür'ün belirtilen tarihteki uzanım açıları mevcuttur. Güneş'in tutulumsal boylamı Merkür'ün tutulumsal boylamından büyük ise Merkür Güneş'in batısındadır. Bu durumda uzanım açısı tabloda B simgesi ile gösterilmiştir. Eğer Merkür'ün tutulumsal boylamı Güneş'in tutulumsal boylamından büyük ise Merkür Güneş'in doğusundadır. Bu durumda uzanım açısı tabloda D simgesi ile gösterilmiştir.

Daha önce belirtildiği gibi iç gezegenlerin sinodal çevrimleri dış kavuşum konumunda başlar. Bu konumda uzanım 0°'dir. Tablo incelendiğinde Merkür'ün 2020 yılı içerisinde 3 tam sinodal çevrim yapar. Bir sinodal çevrimin bitişinin bir diğerinin başlangıcı olduğu göz önünde bulundurulduğunda ilk sinodal çevrim 11 Ocak civarında başlayıp 4 Mayıs dolaylarında sona erer. İkinci tam sinodal çevrim 4 Mayıs civarında başlar ve 17 Ağustos civarında sona erer. Üçüncü ve yılın son çevrimi ise 19 Ağustos civarında başlayıp 20 Aralık civarında sonlanır. Tabloda yer almayan sinodal çevrim tarihleri lineer interpolasyon yöntemi ile elde edilmiştir.

İç gezegenlerin sinodal çevrim fenomenleri Merkür örneği üzerinden ele alınacaktır. Merkür 2020 yılında ilk sinodal çevrimine 11 Ocak'ta dış kavuşum konumunda iken başlar. Bu tarih tabloda da görüldüğü gibi Merkür'ün Güneş'in doğusundan batısına geçişini ifade eder. En büyük doğu uzanımına 7 Şubat tarihinde ulaşır. Bu tarihte Merkür akşam yıldızı olarak gözlem yerinin batısında en iyi şekilde gözlemlenebileceği konuma ulaşmıştır. 17 Şubat geriye doğru hareketin başladığı tarihtir. Tablo incelendiğinde bu tarihte Merkür'ün tutulumsal enleminin

azaldığı görülür. 26 Şubat uzanımın 0° olduğu konumu ifade eder. Bu tarihler civarında Merkür bir süre gözlenemez. Bu konumdan sonra Merkür Güneş'in doğusundan batısına geçiş yapar ve sabah yıldızı olarak gözlenmeye başlar. 10 Mart geriye doğru hareketin bittiği tarihi belirtir. Bu tarihten itibaren tutulumsal enlemin arttığı gözlenir. 12 Nisan'da Merkür en büyük batı uzanımına ulaşır. Bu tarihte doğuda en yüksek enlemde bulunmaktadır. 4 Mayıs tarihinde sinodal çevrim sona erer ve bir sonraki çevrim başlar. Merkür'ün sinodal çevriminin ortalama süresi 116 gündür. Yukarıda örneği verilen çevrim ise 114 gün sürer. Aşağıdaki tabloda Merkür'ün ilk sinodal çevriminin fenomenleri tarihleri ile beraber verilmiştir.

Fenomen	Tarih
Sinodal çevrimin başlangıcı	11 Ocak
En büyük doğu elongasyonu	7 Şubat
Geriye doğru hareketin başlangıcı	17 Şubat
İç kavuşum	26 Şubat
Geriye doğru hareketin bitişi	10 Mart
En büyük batı elongasyonu	12 Nisan
Sinodal çevrimin bitişi	4 Mayıs

Tablo 1.4. 2020 yılında Merkür'e ait sinodal fenomen tarihleri

Dış gezegenler geriye doğru hareketi karşılaşma konumu civarında yaparken iç gezegenler geriye doğru hareketleri iç kavuşum civarında yaparlar. O halde gezegenler geriye doğru görünen hareketlerini yaparken Dünyaya en yakın konumda bulunurlar.

1.2. ANTİK YUNAN EVREN MODELLERİ

İnsanın evreni tasavvur etme, anlama ve anlamlandırma çabaları sonucu ortaya çıkmış olan *evren bilimi (kozmoji)* evrenin bir bütün olarak yapısını ve işleyişini inceler. Antik Dünyadaki evren tasavvurunu anlayabilmek ve astronominin temelinde yatan ilkeleri kapsamlı bir şekilde ele almak için ilkin dönemin hâkim evren görüşleri kısaca ele alınacaktır.

Kozmoz evreni ifade etmek için kullanılır ve Antik Yunanca'da düzen anlamına gelir. Bu terimi ilk defa antik Yunan filozoflarından Pisagor (ö. M.Ö. 495) kullanmıştır⁹. Pisagor ile evren ilk kez geometrik bir form halinde düşünülmüştür. Dünyanın hareket ettiği bir evren modeli

⁹ J. Dye, **BAE**, s. 1776.

önerir ve evrenin merkezine *Merkezi Ateş* koyar. Gök cisimleri bu ateşin etrafında döner¹⁰. Dünya üzerindeki yerleşim yerleri her zaman Merkezi Ateş'ten ters yönde bulunduğu için Merkezi Ateş gözlenemez. Dünya'nın tam karşısında Merkezi Ateş'in arkasına saklanmış *Karşı Dünya (antichthon)* konumlandırılır. Merkezi Ateş'e göre gök cisimlerinin dizilimi sırasıyla; Karşı Dünya, Dünya, Ay, Güneş, 5 gezegen ve sabit yıldızlar küresi şeklindedir. Doğudan batıya bu ateşin etrafında 10 tane gök cismi saydam kürelerin içerisinde dairesel hareket ederler. Bu sisteme göre Merkezi Ateş etrafında Ay devinimini 1 ayda, Güneş ise 1 yılda tamamlar. Pisagor evrenin her yerinde olduğu gibi gök cisimlerinde de uyum arar. Ona göre evren ve içerisinde varolan her şey sayılardan oluşmaktadır. Her şeyin temeli sayı, sayının temeli de *sınırlı (peros)* ve *sınırsızdır (apeiron)*. Sınırlı yani tek ateşi, sınırsız yani çok ise havayı temsil eder. Bunların bir araya gelmesiyle de sayı oluşur. Evren sınırlı olan merkezdeki ateş ve sınırsız olan, her şeyi kaplayan havadan oluşur. Evrendeki her şey sayılardan türemiştir, sayılar sayesinde nesnelere özü anlaşılır. Evren, temelinde sayılar olan matematiksel bir harmonidir. Müzikle aritmetiğin bağlantısını kurmuş ve bunu fizik Dünyaya uygulamıştır. Pisagor ve takipçilerinin müzik biliminin (harmoni) kurucuları ve ses kuramının mucitleri olduğu söylenir¹¹. Pisagorcular gök cisimlerinin uzaklıklarının müzikteki tam sekizli (oktav), tam beşli (quint) ve tam dördü (quart) aralıklarla özdeş olduklarını düşünürler. Buna göre gezegenler yörüngelerinde hareket ederken evrene ağırlıklarına ve dönüş hızlarına göre değişen melodilerden oluşan bir müzik yayarlar. Pisagor ve takipçileri evreni sayıların özellikleriyle ve müzik bilimiyle benzerliklerini tespit edip evrenin işleyişi ile ilişkilendirmişler ve herhangi bir boşluk ortaya çıktığında kuramlarına ekleme yapmışlardır. Örneğin 10 sayısı Pisagorcular için sayıların tüm doğasını içinde bulunduran mükemmel sayıdır. Dolayısıyla gök cisimlerinin de sayısı zorunlu olarak 10 olmalıdır. Ancak gözlenebilir gök cisimlerinin sayısı 9 olduğundan (Güneş, Ay, Dünya, Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter, Satürn ve sabit yıldızlar) sistemlerini tutarlı hale getirmek için bu boşluğu doldurmak üzere onuncu gök cismini; yani görünmeyen Karşı Dünya'yı yaratmışlardır¹². İslam dünyasında da müzik ve sayı ile ilgili çalışmalarda Pisagor'un etkilerini görmek mümkündür.

¹⁰ Pisagor evreni Güneş merkezli sistem (*helyosantrik*) olarak nitelendirilemez. Çünkü gök cisimleri Güneş'in değil gözle görülmeyen merkezi bir ateşin etrafında dönmektedir.

¹¹ A. Arslan, **İlkçağ Felsefe Tarihi 1 Sokrates Öncesi Yunan Felsefesi**, İstanbul, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, 2006, s. 148.

¹² A. Arslan, **a.g.e.**, s. 155.

Antik Yunan'da evren tasavvurunda kayda değer bir öneme sahip olan, V. yüzyıl civarında Leukippos (ö. M.Ö. V. yüzyıl) ile ortaya atılan ve öğrencisi Demokritos'un (ö. M.Ö. 370) olgunlaştırdığı *atomcu evren* anlayışına göre evren sonsuz sayıda bölünemez küçük parçalardan veya atomlardan oluşmaktadır. Evren sonsuzdur ve içerisinde var olan nesnelere atom parçacıklarının rastgele bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Evrenin bütün parçaları birbirine benzer; dolayısıyla gök cisimlerini oluşturmak için kümelenen atomlar başka bir yerde toplanıp başka dünyaların teşekkül etmesine sebep olabilirler¹³.

Antik Yunan'ın en etkili filozoflarından, felsefe/bilim tarihinde pek çok tartışmanın temelini atan Platon'a (ö. M.Ö. 347) göre evren kusursuz bir bütündür ve kendi dışında hiçbir şey mevcut değildir. Eş merkezli küreler sistemini ortaya koyan ilk filozoflardan¹⁴ Platon'a göre Dünya evrenin merkezindedir ve şekillerin en kusursuzu, sınırları merkezden hep eşit uzaklıkta olan küre şeklindedir.¹⁵ Gök cisimlerini Ay, Güneş, Venüs, Merkür, Mars, Jüpiter, Satürn şeklinde sıralamıştır¹⁶. Evren ateş, toprak, hava, esir ve su olmak üzere beş temel elementten oluşur. Bu elementlerin dört yüzlü, altı yüzlü (küp), sekiz yüzlü, on iki yüzlü ve yirmi yüzlü olmak üzere beş katı geometrik şekilden meydana geldiğini söylemiştir¹⁷. Sırasıyla dört yüzlü ateşi, altı yüzlü toprağı, sekiz yüzlü havayı, on iki yüzlü esiri ve yirmi yüzlü suyu temsil eder. Platon, Pisagor ve takipçileri gibi evrenin matematiksel bir şekle sahip olduğunu destekler, ancak evrenin sayılardan değil geometrik şekillerden meydana geldiğini düşünür. Platon gezegenler sorununu ilk kez dile getirmiş, gezegenlerin görünen hareketlerini açıklayacak devinim yasalarının henüz açıklanmaması sorununa dikkat çekmiştir.¹⁸

Platon'un öğrencisi ve antik Yunan'ın büyük filozoflarından Aristoteles (ö. M.Ö. 322) yer merkezli evren anlayışını benimsemiştir. Evren anlayışı kendisinden sonraki iki bin yıl boyunca etkili olmuştur. Buna göre;

¹³ T. S. Kuhn, **Kopernik Devrimi: Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezegen Astoronomisi**, İmge Yayınları, s. 85.

¹⁴ P. Whitfield, **Batı Bilimde Dönüm Noktaları: Tarih Öncesi Dönemlerden Atom Çağına**, Küre Yayınları, s. 28.

¹⁵ T. S. Kuhn, **a.g.e.**, s. 67.

¹⁶ Kopernik *Göksel Kürelerin Hareketleri Üzerine* isimli eserinde Platon ve takipçilerinin Merkür ve Venüsü neden Güneşten sonra sıraladığı konusuna şöyle açıklık getirir: "Eğer tersi olsaydı Güneş'ten yansıyan ışıkla yalnızca yarım küre şeklinde görülmeleri ve ara sıra Güneş tutulmasına yol açmaları gerekirdi." Bkz: *Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine*.

¹⁷ P. Whitfield, **a.g.e.**, s. 29.

¹⁸ T. Heath, **Aristarchus of Samos, the Ancient Copernicus: A History of Greek Astronomy to Aristarchus, Together with Aristarchus's Treatise on the Sizes and Distances of the Sun and Moon**, Cambridge University Press, 2013, s. 140.

- i. Evren küreseldir.
- ii. Evrenin merkezinde Dünya vardır.
- iii. Dünya'nın merkezde olması onu devinimsiz yapar.
- iv. Dünya küreseldir.
- v. Gezegenler Dünya'nın etrafında dairesel tekdüze hareket ederler.

Arka planda sabit oldukları için yıldızların Dünya'dan en uzakta, evrenin sınırında yer almaları gerekir. Gezegenler ise hızlarına göre sıralanmışlardır; Dünya'dan en uzak gezegen en yavaş hareket edendir. Sıralama Satürn, Jüpiter, Mars, Merkür, Venüs şeklindedir¹⁹. Evren ve Güneş, Ay, gezegenler yıldızlar dâhil tüm gök cisimleri mükemmel bir şekil olan küre formundadır²⁰. Evren, *ay-üstü* ve *ay-altı* olmak üzere iki küreli bir sistemden oluşmaktadır. İki kürede mevcut olan elementler farklı olduğundan tabii oldukları fizik kuralları da farklıdır. Ay-üstü alemde sabit yıldızlar, Güneş, Ay ve gezegenler bulunmaktadır. Oluş ve bozuluşa tabii olmayan ve dairesel hareketin gerçekleştiği ay-üstü alem beşinci element olan *esir* maddesinden oluşur. Bu alemin en dışında kendisi hareket etmeyen *ilk hareket ettirici (logos) Tanrı* vardır. Eudoksos'un içiçe geçmiş saydam kristal kürelerden²¹ oluşan evren modelini benimseyen Aristoteles'e göre Tanrı bu kürelere ilk hareketini verdikten sonra ay-üstü alemdeki gök cisimleri, mükemmel hareket olan sabit hızla dairesel hareket yapmaya başlamaktadırlar. Oluş ve bozuluşa tabii olan ay-altı aleminin merkezinde hareketsiz olarak Dünya yer alır. Ay-altı alem, içiçe geçmiş dört elementten oluşur. Aristoteles Empedokles'in (ö. M.Ö. 434) dört element öğretisini kendi evren modeliyle birleştirmiştir.²² Geometrik merkezinde en ağır element olan toprak elementi, sonra sırasıyla su, hava ve ateş vardır. Ay-altı bölge devamlı olarak hareket halinde olduğu için elementler saf haliyle değil, değişik oranlarda birbirleriyle karışmış halde

¹⁹ P. Whitfield, **a.g.e.**, s. 46.

²⁰ Hareketinin her anında tam olarak aynı yeri kaplayan ve simetrik yüzeye sahip ve sınırları merkezden aynı uzaklıkta olan şekillerin en kusursuzu küredir. Nitekim Platon *Timaeus* eserinde Tanrı'nın evreni kusursuz bir şekilde yaratmak ve bunun dışında yaratılacak bir parça bırakmamak amacıyla evreni küre formunda yarattığını belirtir. Bkz: T. Kuhn, **a.g.e.**, s. 67.

²¹ Gök cisimlerinin saydam kristal kürelerin içinde döndüğü fikri XVII. yüzyılda Büyük Kuyruklu Yıldızı gözlenene kadar geçerliliğini sürdürmüştür. Tycho Brahe (1573-1601) 1577'de bu kuyruklu yıldızı gözlemlemiş ve paralaksını hesaplayarak Aristoteles kozmolojisinde var olan sert, kırılmaz ve aşılmaz saydam kürelerin varlığı kabulünü sarsmıştır. Bkz: M. A. Granada, *Did Tycho eliminate the celestial spheres before 1586?*, **Journal for the History of Astronomy**, 2, 2006, s. 125-145.

²² P. Whitfield, **a.g.e.**, s. 25.

bulunurlar²³. Aristoteles'e göre gök küresi evrenin tamamını kapsamaktadır. Evrenin içinde herhangi bir oyuk veya boşluk bulunmaz ve evrenin dışında hiçbir şey mevcut değildir²⁴.

1.3. BATLAMYUS ÖNCESİ YUNAN ASTRONOMLARININ GEZEĞEN MODELLERİ

Gezegenlerin gözlem kayıtları Güneş, Ay ve yıldızları kadar eskiye dayanmaz. Babillilerin kehanetlerinde gezegenlere sonradan yer vermesiyle devinimleri kayıt altına alınmaya başlanmıştır²⁵. Helenistik dönemde Yunan astronomların Babil astronomisi ile bağlantı kurmasının ardından tabletlerdeki gözlem kayıtları kullanılarak gezegen hareketlerindeki tutarsızlıklar tespit edilmiş ve incelenmeye başlanmıştır. Bu bağlamda Batlamyus öncesi astronomlardan yaşadıkları dönem yeterince ilgi görmemiş fakat Yunan astronomisinin şekillenmesinde büyük rol oynamış Eudoksos (ö. M.Ö. 350), Heraklides (ö. M.Ö. 310) ve Aristarkos (ö. M.Ö. 230) incelencektir.

1.3.1. Eudoksos ve Eş Merkezli Evren Modeli

Gezegenlerin görünen karmaşık hareketlerini açıklamak amacıyla bilinen ilk modeli Yunan matematikçi ve astronom Eudoksos tasarlamıştır. Öklid'in (ö. M.Ö. 275) *Elemanlar*'ının V. kitabında yer alan oranlar kuramının temelini Eudoksos atmıştır. Arşimet (ö. M.Ö. 212) *Küre ve Silindir Hakkında* başlıklı kitabında yer alan tükenme metodu kullanılarak hacim hesaplama yöntemini Eudoksos'a atfeder²⁶. İtalya ve Sicilya'ya seyahati esnasında geometri ve tıp öğrenme fırsatı bulmuştur. Bir süre Mısırda kaldıktan sonra Kzikos'ta (Erdek) bir okul kurmuş ve daha sonra bu okulu Atina'ya taşımıştır. Mısır'da bulunduğu sırada astronomik gözlemler yapmış ve bu gözlemleri kullanarak gök küre ve üzerinde yer alan takımyıldızların doğuş ve batışlarını içeren *Aynalar* ve *Phenomena* isimli iki eser kaleme almıştır²⁷. M.Ö. 345-340 yılları civarında yer merkezli evrende gezegenlerin görünen hareketlerini açıklayan eş merkezli küreler sistemini içeren eserini kaleme almıştır²⁸. Konik kesitleri keşfi ile bilinen Menaechmos (ö. M.Ö. 320) ve eş merkezli küreler kuramına özgün katkılar sağlayan Callippus (ö. M.Ö. 300) Eudoksos'un takipçilerindendir. Eudoksos'un çalışmaları Yunan matematiksel astronomisinin gelişmesine

²³ T. Kuhn, **a.g.e.**, s. 146.

²⁴ T. Kuhn, **a.g.e.**, s. 141.

²⁵ T. Kuhn, **a.g.e.**, s. 96

²⁶ T. L. Heath, **A History of Greek Mathematics**, C. 1, Oxford, 1921, s. 330-331.

²⁷ O. Neugebauer, **The History of Ancient Mathematical Astronomy**, Springer Science & Business Media, 2012, s. 675.

²⁸ O. Neugebauer, **a.g.e.**, s. 674.

ciddi katkıları sağladığı için, Yunan rasyonel düşüncesinin kurucuları arasında sayılması gerektiği söylenir.²⁹

Eudoksos'un eş merkezli küreler kuramı hakkında yazdığı *Peri Tachōn* (Hız Üzerine) isimli eserinin aslı kayıptır. Teori hakkında mevcut bilgi Aristoteles'in *De Caelo* (Gökyüzü Üzerine) isimli eserine ve Simplicius'un (ö. 560) bu esere yazdığı şerhe dayanır³⁰. Aristoteles eserinde Eudoksos'un evren modeline kısaca yer verip Callipus'un bu modelin eksikliklerini gidermek adına yaptığı değişikliklerden bahseder ve ardından 55 küreden oluşan kendi modelini önerir. Simplicius Aristoteles'in Gökyüzü Üzerine isimli eserine yazdığı şerhte Eudoksos sistemi hakkında daha detaylı bir açıklamaya yer verir³¹. Eudoksos'un eş merkezli küreler sistemi, gezegenlerin sinodal döngüsünü temsil eden *at kösteği* (*hippopede*)³² şeklinin matematiksel analizini yapan Schiaparelli'nin (ö. 1910) XIX. yüzyılda bu kuramı yeniden yorumlamasına kadar çok dikkate alınmamıştır.

Eudoksos, gök cisimlerinin görünen hareketlerini izah etmek amacıyla evreni eş merkezli iç içe geçmiş birçok kürenin bulunduğu bir düzenek şekline getirmiştir. Bu kürelerin eksen eğimleri, dönme yönleri ve büyüklükleri farklıdır ve dairesel harekete sahiptirler. En dışta yıldızlar ile aynı devinime sahip sabit yıldızlar küresi vardır. Güneş, Ay ve gezegenlerin devinimlerini açıklamak için her birine belirli sayıda küre tahsis edilmiştir. Eudoksos gezegenlerin hareketlerini at kösteğine benzetmiş ve bu hareketi üreten bir küresel düzenek geliştirmiştir. Bu şekilde bir gök cisminin belirlenen zamanda nerede olacağını tahmin etme imkânı veren bir model inşa etmiştir.³³ Eş merkezli küreler sisteminde Güneş ve Ay'ın günlük batıya doğru hareketine ve yıllık burçlar kuşağında yaptığı dönencel hareketine karşılık gelen üçer küre tanımlanmıştır. En dıştaki küre sabit yıldızlar küresidir. Bu kürenin hareketi günlük batıya doğru harekete karşılık gelir³⁴. İkinci küre tutulum düzlemindeki hareketi temsil eder. Üçüncü küre Güneş'in dönencel periyoduna karşılık gelir ve doğuya doğru yıllık hareketini

²⁹ O. Neugebauer, **a.g.e.**, s. 677.

³⁰ I. Yavetz, *On the Homocentric Spheres of Eudoxus*, **Archive for History of Exact Sciences**, Springer, 1998, s. 221.

³¹ J. Evans, **a.g.e.**, s. 306.

³² At kösteği; bir küre ile kendisine teğet dönel silindirin (*cylinder of revolution*) kesişimi ile ortaya çıkan hem küresel hem de silindirik bir eğridir.

³³ Y. Unat, *Aristoteles'in Evren Anlayışı ve İslam Astronomisine Etkisi*, s. 2.

³⁴ Aristoteles eserinde kürelerin işlevlerinden, açılarından veya eğimlerinden bahsetmez. Ancak sistemin olabilecek en uygun düzeyde çalışması için parametreler sonradan belirlenmiştir. Bkz: I Yavets, **a.g.m.**, s. 225.

yapar. Aristoteles Güneş'in tam olarak tutulum üzerinde hareket etmeyip enlemsel bir hareketinin olduğunu da açıkça belirtir.³⁵

Gezegenlerin görünen hareketine gelince, günlük ve yıllık hareketin yanı sıra geriye doğru hareketlerinin de göz önünde bulundurulması gerekir. Eudoksos gezegenlerin her biri için dörder küre tahsis etmiştir. Dıştaki iki küre Güneş ve Ay'daki küreler ile aynı işleve ve aynı harekete sahiptir. Birinci küre olan sabit yıldızlar küresi günlük batıya doğru hareketi, ikinci küre ise burçlar kuşağında gezegenin doğuya doğru hareketini temsil eder. Üçüncü kürenin dönme eksenini burçlar kuşağının zıt kutuplarına yerleştirilmiştir, sinodal döngüyü temsil eder. Dördüncü kürenin dönme eksenini ise üçüncü küreye göre belirtilmemiş bir açı ile eğimlidir. Üçüncü ve dördüncü küreler gezegenin sinodal döngüye karşılık gelen hareketi yaparlar. Bu küreler birbirine zıt yönde dönerler ve dönme eksenleri arasındaki açı oldukça küçüktür. Gezegenlerin üçüncü ve dördüncü kürelerinin hareketi neticesinde at kösteği şekli ortaya çıkar. İkinci kürenin doğuya doğru hareketi, içindeki küreler ile birleşince ileri-geri hareket üretilmiş olur. Üçüncü ve dördüncü kürenin dönme hızları doğru oranda belirlendiğinde ise geriye doğru hareket meydana gelmiş olur.

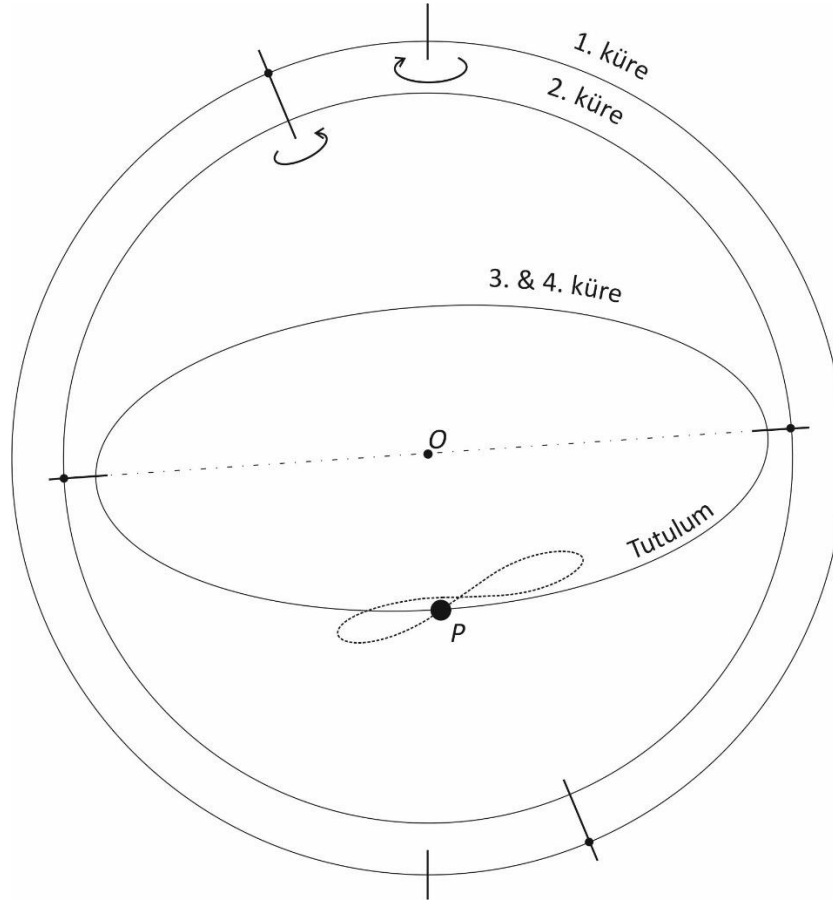
Callippus bu sistemin eksikliklerini gidermek amacıyla bazı değişiklikler yapmıştır. Güneş ve Ay'ın hareketleri için ikişer küre eklemiştir. Simplicius bunun sebebinin Güneş ve Ay'ın burçlar kuşağında görünen hareketinin sabit hızlı hareket olmadığını söyler. Merkür, Venüs ve Mars için ise birer küre eklemiştir. Bunun sebebi açıkça belirtilmemiş olmakla beraber, geriye doğru hareketi daha doğru bir şekilde modellemek için eklenmiş olduğu tahmin edilir³⁶.

Aristoteles dış gezegenlerin kürelerinin iç gezegenlerin hareketlerini etkilememeleri ve bozmamaları için düzeneğe bazı eklemeler yapmıştır. Gezegenin 4. küresinin içinde eş eksenli fakat zıt yönde dönen 4' taşıyıcı küresi mevcuttur. Bu küre 4. kürenin hareketini söndürür. 4' küresinin içinde ise 3. küre ile eş eksene sahip ama zıt yönde dönen ve 3. kürenin görünen hareketini sıfırlayan 3' taşıyıcı küresi eklenmiştir. Aynı işlevde 3' küresinin içine 2' taşıyıcı küresi vardır. Bu şekilde her bir gezegene 3'er küre ekleyerek 55 küreden oluşan bir sistem

³⁵ Bu oldukça hatalı tespit muhtemelen yaz gündönümünde Güneş'in doğduğu noktanın özensiz gözlemlenmesinden kaynaklanmıştır. Eğer o yıl Güneş bir önceki yıla göre biraz daha kuzeyde gözlemleniyse enlemsel hareket yaptığı kanısına varılmış olabilir. Bu durum M.Ö. II. yüzyılda halen geçerli bir kabuldü. Bkz: J. Evans, **a.g.e.**, s. 308.

³⁶ J. Evans, **a.g.e.**, s. 311.

ortaya çıkmıştır³⁷. Aristoteles iç içe geçmiş kürelerin devamlı dönebilmesi için gereken mekanik bağlantıları sağlamak amacıyla sisteme belirli sayıda küre eklemiştir. Aristoteles evreninde boşluk olmadığı için küreler birbirine temas etmekte ve sistemin hareketi kürelerin art arda birbirine sürtünmesiyle sağlanmaktadır. Satürn'e atfedilen 7 küreden en dıştaki ile başlayan bu hareket sistemin en içte yer alan küresi olan Ay'ın en içteki küresine kadar aktarılmaktadır.



Şekil 1.5. Eudoksos'un gezegenler modeli³⁸

Şekilde en dıştaki 1. küre batıya doğru günlük hareket yapar. 2. küre tutulumda doğuya doğru hareketi temsil eder. Eudoksos'un gezegenlerin görünen hareketlerine geometrik temelli bir açıklama getirmek amacıyla bu modeli tasarladığı söylenir. Sayısal değerler yerleştirildiğinde hareketleri açıklamada yetersiz olan bu sistemin yüzyıllar boyu eleştirilmesinin asıl sebebi gezegenlerin parlaklıklarındaki değişimine tatmin edici bir açıklama getirememesidir. Eş

³⁷ Aristoteles'in eş merkezli küreler sistemi üzerinde yaptığı değişiklikler matematiksel açıdan gereksizdir. Bkz: T. Kuhn, **a.g.e.**, s. 142.

³⁸ J. Evans, **a.g.e.**, s. 309.

merkezli küreler sistemi en uygun sayısal değerlerle kullanıldığında Satürn ve Jüpiter'in görünen hareketlerini açıklayan gerçeğe en yakın sonuçlar alınmasının yanı sıra, Merkür, Venüs ve Mars'ın geriye doğru devinim hareketlerini modellemede başarısızdır³⁹. Gezegenlerin saydam küreler içerisinde hareket ettiği görüşü XVII. yüzyılın başlarına dek geçerliliğini korumuş ve sorgulanmamış bir kozmolojik düşünce idi⁴⁰. Eş merkezli küreler sistemi gezegenlerin karmaşık hareketlerini modelleyen bilinen ilk sistem olması bakımından gezegen astronomisinin gelişmesinde rolü büyüktür.

1.3.2. Heraklides

M.Ö. V. yüzyılın başlarında yaşayan Heraklides Dünya'nın kendi etrafında döndüğünü düşünen ilk filozoftur. Atina'da genç iken Plato ve Aristoteles'ten ders alan Heraklides'in yazdığı hiçbir eser günümüze ulaşmamıştır. Aetius (ö. 454) *The Opinions of the Philosophers* isimli eserinde Pontuslu Heraklides'in "Dünyayı, öteleme anlamında değil, dönme anlamında, bir eksene sabitlenmiş bir tekerlek gibi, batıdan doğuya, kendi merkezi etrafında" hareket ettiğini söyler. Simplicius da onun; Dünya, tutulum dairesinin kutupları etrafında batıdan doğuya hareket ederken, her gün bir devir tamamladığını, görüntüyü kurtarmak söz konusu ise bunun gök ve yıldızlar hareketsiz haldeyken de mümkün olabileceğini varsaydığını not etmiştir. Bu bağlamda gök cisimlerinin batıya doğru hareket ediyor gibi görünmesinin aslında Dünya'nın kendi etrafında doğuya doğru hareketinin bir sonucu olduğunu savunur.⁴¹ Ayrıca Merkür ve Venüs'ün Güneş'in etrafında döndüğünü not etmiştir.⁴²

1.3.3. Aristarkos ve Güneş Merkezli Evren Modeli

Sisamlı Aristarkos Güneş merkezli evren modelini savunan Yunan astronom ve matematikçidir. Astronomiye yaptığı 2 büyük katkıyla bilinir: Güneş ve Ay'ın büyüklükleri ve uzaklıklarının hesaplanması ve Güneş'in merkezde ve hareketsiz olduğu evren modeli (*heliocentric system*).⁴³ Öklid ve Arşimet'in çağdaşı olan Aristarkos'un hayatı hakkında pek az şey bilinmektedir. Batlamyus *Almagest*'te yer verdiği Aristarkos'un M.Ö. 280 dolaylarında

³⁹ O. Neugebauer, **a.g.e.**, s. 681.

⁴⁰ T. Kuhn, **a.g.e.**, s. 110.

⁴¹ C. Nitschelm, **BEA**, s. 936.

⁴² A. Willard Turner, **Five Great Greek Astronomers**, *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, C. 29, 1935, s. 203.

⁴³ M. E. Mickelson, **BEA**, s. 102-103.

gözlemediği Güneş tutulması, hayatı ile ilgili tarihini kesin olarak bildiğimiz tek olaydır.⁴⁴ *Peri Megethon Kai Apostematon* (Ay ve Güneş'in Büyüklükleri ve Uzaklıkları) adlı eseri Güneş ve Ay'ın boyutlarını hesaplamaya ilişkin günümüze ulaşan en eski eserdir. Dünya'nın Güneş etrafında döndüğünü savunduğu eseri günümüze ulaşmamıştır. Mevcut bilgi Arşimet *Psammites* (Kum Hesaplamaları) adlı eserinden öğrenilmiştir. Aristarkos için şunları yazmıştır:

“Sisamlı Aristarkos, içinde; öncüllerin, evrenin şu anda bilinenden kat kat daha büyük olduğu gibi bazı hipotezlerden oluşan bir kitap çıkardı. Buna göre sabit yıldızların ve Güneş'in hareket etmediğini ancak Dünya'nın, yörüngenin ortasında yer alan Güneş etrafında bir daire çevresinde döndüğünü ve sabit yıldızların küresinin yaklaşık aynı merkezde yer aldığını varsayar.”⁴⁵

Güneş merkezli evren sisteminde gezegenler merkezdeki hareketsiz Güneş etrafında dönerler. Gezegenlerin sırası şu şekildedir: Güneş, Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn ve sabit yıldızlar küresi. Aristarkos evrenin kendi zamanında farz edilenden çok daha muazzam olduğuna inanmıştır. Eğer Dünya Güneş'in etrafında dönüyorsa paralaks⁴⁶ oldukça büyük olmalıdır. Paralaks Dünya hareket ettikçe yıldızların kayıyor gibi görünmesidir. Yıl boyunca takımyıldızlar gözle görülebilecek herhangi bir yer değişimi göstermezler. Bu yüzden Aristarkos sabit yıldızlar küresinin Dünyanın yörüngesinden kat kat daha büyük olduğunu farketmiştir.

Aristarkos'un Güneş merkezli kozmolojisi, Aristoteles fiziğine aykırı olduğundan dolayı XVI. yüzyılda Kopernik ve sonrasında Kepler (ö. 1630) tarafından dile getirilene kadar pek rağbet görmemiştir.

1.4. BATLAMYUS'UN GEZEĞEN MODELİ

Kinematik-geometrik gezegen modelleri, gezegenlerin karmaşık ve düzensiz hareketlerini öngörülebilir kılmak amacıyla türetilir. Antik Yunan döneminin en önemli astronomlarından Batlamyus, gezegen sorununa önerdiği düzenek evrenin geometrik modellenmesi konusuna ciddi bir katkı sağlamıştır. Çıplak gözle yapılan gözlemler neticesinde elde edilen verilerden tutarlı ve güvenilebilir bir model türetmeye çalışmıştır. Batlamyus'un, Güneş ve Ay dâhil, gezegen

⁴⁴ J. Evans, **a.g.e.**, s. 67.

⁴⁵ M. E. Mickelson, **BEA**, s. 102-103.

⁴⁶ Paralaks, gök cisimlerinin Dünya'dan uzaklıklarını belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Aralarındaki mesafe bilinen iki farklı noktadan belirlenir ve bu noktalardan uzaklığı hesaplanmaya çalışılan gök cisminin görülme açısı ölçülür. Daha sonra uzaklığı bulmak için Öklid geometrisi kullanılır. Bir kenarının uzunluğu ve iki açısı bilinen bir üçgenin diğer kenarlarının uzunlukları hesaplanır.

hareketlerindeki düzensizlikleri sistematik olarak bir modele oturtma çabası, öncü bir hareket olarak kabul edilmiştir. Batlamyus astronomisinde gezegenlerin modellenmesi problemi, mevcut çemberlerin tasarım sorununa dönüşmüştür. Ardılları gezegen kuramını daha güvenilir ve dakik hale getirmek için köklü değişiklikler yapmak yerine, yalnızca Batlamyus modelinde ufak değişiklikler yaparak yetinmek zorunda kalmışlardır.⁴⁷

1.4.1. Batlamyus'un Hayatı ve Eserleri

Yunan biliminde evreni geometrik modelleme çalışmaları M.Ö. IV. yüzyılda başlamış ve Batlamyus ile zirveye ulaşmıştır. Öncüllerinin çalışmalarını derli toplu hale getirip Yunan astronomisini sistematikleştiren ve gök cisimlerinin hareketlerini modelleme ve konumlarını öngörmeye çığır açıcı çalışmalar ortaya koyan, İslam kaynaklarında aktarıldığı şekliyle Batlamyus, M.Ö. II. yüzyılda yaşamış İskenderiyeli matematik, coğrafya, astronomi bilginidir⁴⁸. Batlamyus astronomisi adıyla bilinen yer merkezli evren modeli ile tanınır. Yer merkezli modele göre evrenin merkezinde Dünya vardır. Dünya küresel, sabit ve hareketsizdir. Yıldızlar, Güneş, Ay ve gezegenler Dünya'nın etrafında döner. Yer merkezli evren modeli XVI. yüzyıldan başlayarak Kopernik, Galilei (ö. 1642) ve Kepler'in çalışmaları ile yerini yavaş yavaş Güneş'in merkezde ve hareketsiz olduğu evren modeline bırakmıştır. Batlamyus astronomi, astroloji, coğrafya, matematik, optik, müzik kuramı ve geometri hakkında kendinden önce yapılan önemli çalışmalardan faydalanarak bu konularda dağınık halde bulunan bilgiyi derlemiştir. Astronomiye yaptığı özgün ve yaratıcı katkılar dolayısıyla antik dönemin en büyük astronomi bilgini olarak kabul edilmektedir. Gök cisimlerinin hareketlerini açıklamak amacıyla inşa edilen geometrik modellerin nasıl fiziksel gerçeklikle uyumlu olabileceğini göstermiş ve eserleri yüzyıllar boyu referans alınmıştır. Hayatı hakkında çok az şey bilinir. İskenderiye'de yaşadığı ve astronomide bir başyapıt olarak kabul edilen eserinde yer alan gözlem kayıtlarına İskenderiye kütüphanesindeki eserlerden faydalanarak ulaştığı söylenir.

Batlamyus'un astronomi, astroloji, müzik kuramı, optik ve coğrafya alanında eserleri mevcuttur. Astroloji alanında bin yıldan daha uzun bir süre otorite olarak kabul edilen *Apotelesmatiká (Tetrabiblos)* isimli eseri kaleme almıştır. Gök kürenin yer küre üzerindeki fiziksel etkilerini anlatan kitapta astrolojik doktrinleri Aristotelesçi anlayışla uzlaştırmaya

⁴⁷ T. S. Kuhn, *Kopernik Devrimi: Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezegen Astronomisi*, s. 130.

⁴⁸ N. S. Hetherington, *BEA*, s. 1770.

çalışmıştır⁴⁹. Aynı zamanda büyük bir coğrafya bilgini olan Batlamyus, *Geographike Hyphegesis* (Coğrafya) eserinde o dönemde bilinen Dünya'nın haritasının çıkarılması için gerekli teknik bilgiyi ve bunun için gerekli tüm arka planı içerir. Harita çizmek için gereken mevcut bilgiyi derlemiş, bunu yaparken Tireli Marinos'un (ö. 130) coğrafya bilgisini baz almıştır. Coğrafya alanına yaptığı en önemli katkılardan biri yaklaşık sekiz bin yerleşimin konumu, Kanarya adalarının batı kıyısını sıfır meridyeni olarak seçerek enlem ve boylam ile kayıt altına almasıdır. Fakat bu koordinatların çok azı astronomik hesaplamalarla elde edilmiştir⁵⁰.

Daha çok astronomi alanına yaptığı katkılar ile tanınan Batlamyus, *Hypotheseis tōn planōmenōn* (Planetary Hypotheses) isimli eserinde Batlamyus astronomisi olarak bilinen ve gezegenlerin toplu hareketini gösteren iç içe geçmiş kürelerden oluşan birleşik evren modeline yer vermiştir. Daha önce yalnızca *matematiksel eğriler* olarak nitelendirdiği çemberleri bu eserinde fiziksel varlıklar olarak kabul etmiştir ve bu küreleri matematiksel küreler ile bağdaştırmaya teşebbüs etmemiştir.⁵¹ Evrenin boyutlarına ve gök cisimlerinin uzaklıklarına ilişkin hesaplamalar yaparak evrenin geometrik formda ifade edilmesine de katkıda bulunmuştur.⁵² Astronomi alanında kaleme aldığı bir diğer eseri *Procheiroi kanones* (Handy Tables), Güneş, Ay ve gezegenlerin konumlarını, yıldızların doğuş ve batışlarını, Güneş ve Ay tutulmalarını tespit edebilmek için gereken gözlem kayıtlarını ve astronomik hesaplamaları içerir⁵³. Gözlem kayıtları daha sonra Batlamyus tarafından gözden geçirilerek müstakil bir eser olarak tekrar kaleme alınmış ancak eserin aslı günümüze ulaşmamıştır. İskenderiyeli Theon'un (ö. 405) gözden geçirdiği hali mevcuttur⁵⁴. Batlamyus'un optik alanındaki eserinin ise yalnızca Arapça ve Arapçadan Latinceye yapılmış tercümeleleri günümüze ulaşmıştır. Bu eserde Batlamyus, yansıma, kırılma ve renk açısından ışığın özelliklerini incelemiştir. Hava ve su dâhil birçok kırılma değerlerini çizelgeler haline getirmiştir⁵⁵. Müzik alanında ise müzik kuramı ve müziğin matematiğine ilişkin kaleme aldığı *Harmonika* isimli eseri mevcuttur.

⁴⁹ N. S. Hetherington, **BEA**, s. 1770.

⁵⁰ F. Sezgin, **İslam'da Bilim ve Teknik**, (Çev. Abdurrahman Aliy) *İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kültür AŞ Yayınları*, 2008, C.1, s. 30.

⁵¹ G. Saliba, *The Role of Maragha in the Development of Islamic Astronomy: a scientific revolution before the Renaissance*, **Revue de synthèse**, C. 108, sayı 3, 1987, s. 366.

⁵² A. R. Jones, *Ptolemy*, **Encyclopedia Britannica**, erişim tarihi: 24.09.2020.

⁵³ Yer merkezli evren modelinin kurulmasında temel teşkil eden gözlem kayıtlarına ilk olarak *Almagest* eserinde rastlanır.

⁵⁴ J. Evans, **a.g.e.**, s. 240.

⁵⁵ C. B. Boyer, *The Rainbow: From Myth to Mathematics*, **Philosophy of Science**, sayı 27, 1960, s. 62.

Batlamyus'un matematiksel astronomiye ilişkin yazdığı eseri *Mathematike Syntaxis* bilim tarihinin başyapıtlarından kabul edilir. Grekçe kaynaklarda *Megiste* olarak bilinen eser daha sonra Arapçaya transliterasyonla başına belirtme edatı (ال) eklenerek geçmiştir. Bu nedenle de XII. yüzyılda Arapçadan Ortaçağ Latincesine tercüme edildiğinde Latinceye *Almagest* olarak geçmiştir. Daha erken bir tarihte VIII. ve IX. yüzyıllarda ilk önce Süryaniceye tercüme edilmiş, akabinde revize edilip sistemli tercüme halinde Arapçaya tercüme edilmiştir.⁵⁶ On ikinci yüzyılda bir adet Süryanice tercüme, iki adet Halife Me'mun (ö. 833) döneminde yapılan tercüme ve İshâk bin Huneyn'in (ö. 910) ve Sabit bin Kurre'nin (ö. 901) tercümeleri mevcuttur.⁵⁷

1175 yılında Cremonalı Gerard'ın (ö. 1187) Arapçadan yaptığı çeviri Avrupa'nın matematiksel astronomi ile tanıştığı başlıca eserdir. On beşinci yüzyıldan sonra Grekçe aslının bulunmasının akabinde Grekçeden Latinceye tercüme edilmiştir. 13 bölümden oluşan Almagest yıldızlar, Güneş, Ay ve gezegenlerin görünen hareketlerine ilişkin matematiksel modelleri içeren bir astronomi eseridir. Bölümler ve içerikleri aşağıda verildiği gibidir:

- i. Evrenin kısa bir tanıtımı verildikten sonra yapısını anlamak için gerekli trigonometrik bilgiler verilir,
- ii. Küresel astronomide gözlemcinin konumu ile ilgili olan hususlar ele alınır,
- iii. Güneş kuramı,
- iv. Ay'ın hareketi,
- v. Ay kuramı,
- vi. Güneş ve Ay tutulması,
- vii. Tutulumsal koordinatları içeren yıldız kataloğu,
- viii. Sabit yıldızlar,
- ix. Gezegenlerin dizilimi, boylamsal hareket ve Merkür,
- x. Venüs ve Mars,
- xi. Jüpiter ve Satürn,
- xii. Gezegenlerin geriye doğru hareketleri ve en büyük uzanımları konu edilir,
- xiii. Gezegenlerin enlemsel hareketi ve ona bağlı olgular konu edilir.

⁵⁶ Almagest'in süryanice ve arapça tercümeleri için bkz.: G. Toomer, a.g.e., s 2-3; O. Pedersen, a.g.e., s. 14-15.

⁵⁷ P. Kunitzsch, *Der Almagest: die Syntaxis mathematica des Claudius Ptolemäus in arab.-latein. Überlieferung*, 1974, s. 15-71.

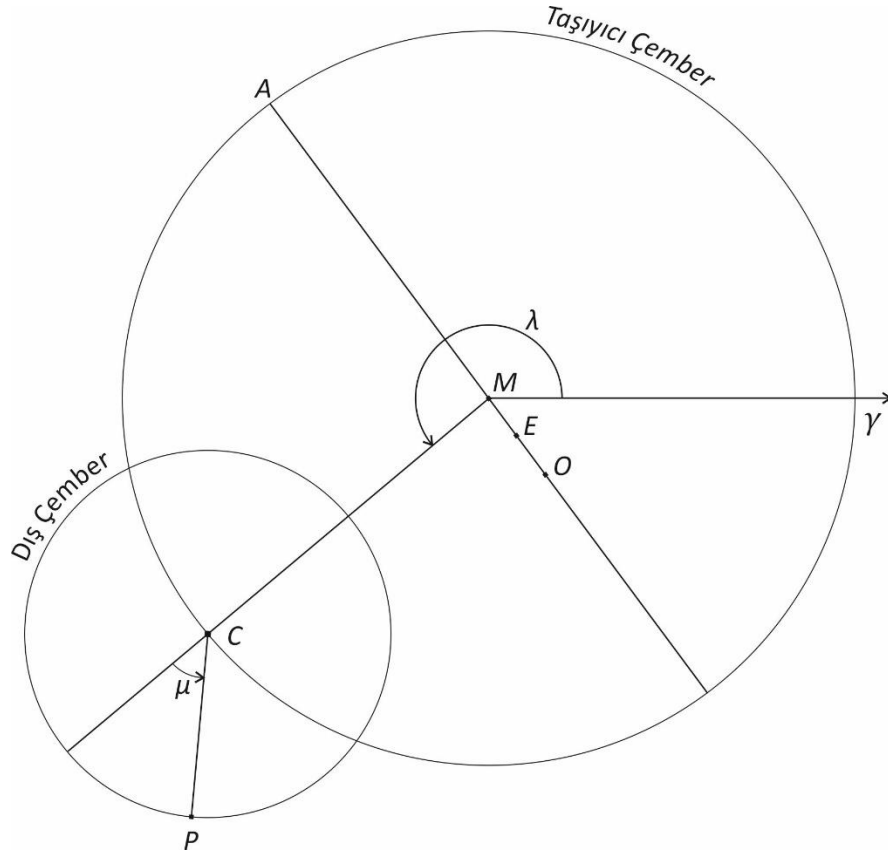
Eserin başında astronominin yapısından bahsedilir ve Aristoteles kozmolojisi ana hatlarıyla ele alınır: içerisinde sabit yıldızlar ve bütün gök cisimlerinin bulunduğu evren küresel bir yapıya sahiptir, merkezinde yer alan Dünya hareketsizdir. Güneş, Ay ve gezegenler Dünya'nın etrafında tekdüze hareket ederler. Sonrasında gerekli matematiksel arka plan ile ilgili kuram ve açıklamalar verilmiş, ardından sırasıyla Güneş ve Ay'ın devinimleri için oluşturulan *dış çember (epicycle)* ve *dış merkezli* modellerden (*eccentric*)⁵⁸, büyüklüklerinden ve Dünya'dan uzaklıklarının hesaplanmasından, tutulmalardan, sabit yıldızların hareketinden ve ekinoksun deviniminden ve 9. bölümden başlayarak yer merkezli evren kuramı ve gezegenler kuramından bahsedilir.

1.4.2. Batlamyus'un Denge Noktası (Ekuant)

Batlamyus Güneş ve Ay'ın hareketindeki görünür düzensizlikleri dış çember ve dış merkezli kuramla açıklamaya çalışır ve bu kuramların birbirlerinden farklı olmasına rağmen aynı neticeyi verdiğini gösterir. Gezegenlerin hareketini açıklamak için bu iki kuramı birleştirerek dairesel hareketin merkezi olarak nitelendirdiği, dairenin merkezinden kaydırılmış bir *denge noktası* tanımlayarak yepyeni bir kinematik yapı kurarak dönemin en iyi gezegen modelini sunar. Batlamyus geriye doğru hareket yaylarının genişliklerini ifade eden dış merkezlik değerini ve bu yayların aralarındaki mesafeye karşılık gelen dış merkezlik değerlerini hesaplar. Sonuçları karşılaştırdığında yay aralıkları için elde edilen değer genişlik için bulunan dış merkezliğin 2 katı olduğunu görür⁵⁹. Dolayısıyla tekdüze hareketin merkezi olan bir denge noktası tanımlar. Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi taşıyıcı çemberin merkezi (*E*) Dünya (*O*) ve denge noktasının (*M*) tam ortasında bulunur.

⁵⁸ Çevresinde gezegenin hareket ettiği çember *dış çember*, tekdüze hareket merkezi Dünya'nın merkezi ile çakışmayan çemberler *dış merkezli* olarak adlandırılır.

⁵⁹ J. Evans, **a.g.e.**, s. 358.



Şekil 1.6. Dış gezegenler ve Venüs Modeli⁶⁰

Şekil 1.6'da Dünya'nın merkezi O ile, taşıyıcı çemberin merkezi E ile, denge noktası M ile, yeröte A ile, dış çemberin merkezi C ile, gezegenin konumu P ile, ortalama boylam λ ile, dış çember aykırılığı ise μ ile ifade edilir⁶¹.

Şekilde görüldüğü gibi P gezegeni taşıyıcı çemberin merkezine göre tekdüze hareket eden CP yarıçaplı dış çember üzerinde hareket eder⁶². Gezegenin hareketi M noktasına göre daireseldir. M denge noktasında bulunan hayali bir gözlemci C noktasının eşit zamanda eşit açılar taradığını görür. C noktasının yerötede en yavaş ve yerberide en hızlı hareketinin gözlemlendiği nokta M yani denge noktasıdır.

Gözlem verileri ile fiziksel gerçekliğin tutarlılığını sağlamak amacıyla inşa edilen bu gezegen modeli Aristoteles ilkelerine zıt düşmesine rağmen Batlamyus tarafından kullanılmıştır.

⁶⁰ J. Evans, **a.g.e.**, s. 355.

⁶¹ *Dış çember aykırılığı* gezegenin dış çember üzerindeki konumunu ifade eder. Merkezi Dünya olan bir çemberin etrafında tekdüze hareket yaptığı farz edilen hayali gök cismi *ortalama Güneş*'in boylamıdır. Bkz.: J. Evans, **a.g.e.**, s. 226,337.

⁶² D. Hill, A. Bir, M. Kaçar, **a.g.e.**, s. 40.

Modelde yer alan bütün dairelerin tekdüze hareket merkezlerinin kendi geometrik merkezleri olması gerektiği ve evrenin merkezinde Dünya'nın bulunması gerektiği ilkesi göz ardı edilir. Yapısı kozmolojik ilkelere uymaması sebebiyle yüzyıllar boyu eleştirilmiştir. Kopernik zamanına kadar başvuru eseri olarak kullanılan *Almagest* Yunan astronomisinin zirvesini teşkil eder. *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (*Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine*) isimli eserinde ise Kopernik yer merkezli evren modeline alternatif olarak Güneş merkezli evren modelini önerir.⁶³ Kitabın kısa bir bölümünü oluşturan Güneş merkezli modeli tanıtıldıktan sonra devamında gelen konular sırasıyla *Almagest*'in içeriği ile paraleldir. Kopernik zamanında dahi evrenin işleyişi Batlamyus'un gözlemleri ve teknikleri kullanılarak ve benzer sırayla açıklanmaya çalışılmıştır⁶⁴. Batlamyus'un evren modeli hem batıda hem de doğuda yoğun ilgi görmüş ve yüzyıllarca geçerliliğini korumuştur.

1.4.3. Apollonius'un Dış Çemberi (Episaykıl)

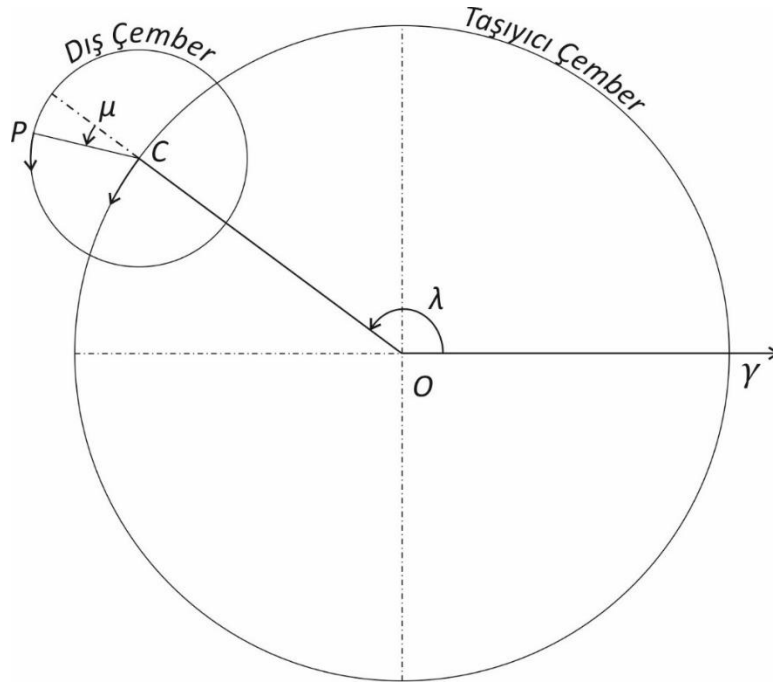
Konik kesitler hakkında yaptığı çalışmalar ile tanınan Apollonius (ö. M.Ö. 190) Öklid ve Arşimet gibi önemli antik Yunan matematikçilerindendir. Perge'de doğmuş ve İskenderiye'de yaşamıştır. Yunan matematiksel astronomisinin ilerlemesinde belirleyici bir rol oynamıştır. Batlamyus *Almagest*'inde Apollonius'un geliştirdiği dış çember ve dış merkezli hareket kuramına yer verir.

Apollonius'un inşa ettiği gezegen modeliyle ilgili yazdıkları günümüze ulaşmadığından, Batlamyus'un kitabında yer verdiği kadarıyla bilinir. Gezegenlerin görünen hareketlerini açıklamak amacıyla dış merkezli ve dış çemberden oluşan iki model önerir. Bu modeller Aristoteles fiziğinin gök cisimleri sabit hızla hareket etmesi ilkesiyle uyum içindedir. Apollonius gezegenlerin günlük ve yıllık hareketini göz önünde bulundurarak inşa ettiği dış çemberli düzenekte taşıyıcı çemberin merkezine Dünya'yı yerleştirir. *Taşıyıcı çember*, üzerinde dış çemberin merkezinin hareket ettiği büyük daire, *dış çember* ise merkezi taşıyıcı çember üzerinde hareket eden ve çevresinde gezegenin hareket ettiği küçük dairedir. Şekil 1.7.'de görüldüğü gibi taşıyıcı çember üzerinde bulunan *C* noktası dış çemberin merkezini temsil eder. Bu nokta daire üzerinde doğuya doğru (saat yönünün tersine doğru) sabit hızla hareket eder. *C* merkezli dış

⁶³ Gingerich Kopernik sisteminin Güneş merkezli olarak değil helyostatik (heliostatic) olarak niteler. Çünkü Güneş, sistemin tam olarak merkezinde değildir. Bkz.: O. Gingerich, **The Eye of the Heaven: Ptolemy, Copernicus, Kepler**, *Masters of Modern Physics*, C. 7, 1993, s 379.

⁶⁴ J. Evans, **a.g.e.**, s. 26.

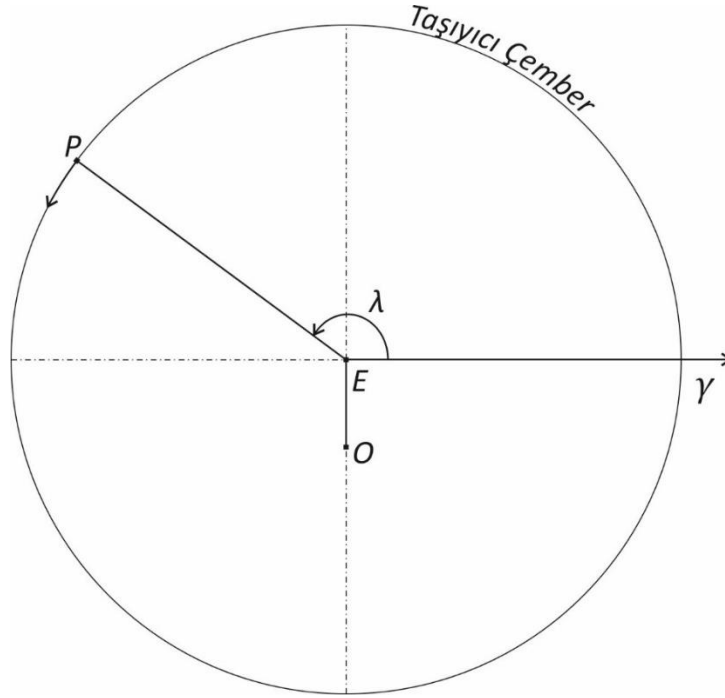
çember üzerinde ise sabit bir hızla gezegenler devinimlerini tamamlarlar. C noktasının taşıyıcı çember üzerindeki hareketi gezegenlerin tutulum civarındaki hareketine karşılık gelir. Yani C noktası taşıyıcı çember üzerinde bir turunu tamamladığında dönencel döngüsünü tamamlamış olur. C merkezli daire üzerinde yer alan P noktası ise gezegeni temsil eder. P noktasının dış çember üzerindeki hareketi gezegenin geriye doğru hareketine karşılık gelir. Gezegen dış çember üzerindeki turunu tamamladığında sinodal döngüsünü tamamlamış olur⁶⁵. Dış merkezli modelde Şekil 1.8’de görüldüğü gibi P ’nin merkezi Dünya’nın merkezi O noktasından kaydırılmış, merkezi E noktası olan dış merkezli çember üzerinde dairesel hareket eder. Apollonius bu iki modelin fiziksel olarak birbirinden ne kadar farklı görünseler de matematiksel olarak eşdeğer modeller olduğunu ispatlamıştır⁶⁶.



Şekil 1.7. Apollonius’un Dış Çember Modeli

⁶⁵ J. Evans, **a.g.e.**, s. 337.

⁶⁶ J. Evans, **a.g.e.**, s. 212.



Şekil 1.8. Apollonius'un Dış Merkezli Modeli⁶⁷

Şekil 1.7'de Dünya'nın merkezi O ile, dış çemberin merkezi C ile, ortalama boylam λ ile, dış çember aykırılığı ise μ ile; Şekil 1.8'de dış merkezli dairenin merkezi E ile ifade edilmiştir. Dış merkezli ve dış çember modelleri sayısal değerler üzerine kurulu olmamasına rağmen, gözlem verileri kullanılarak bunlara uygun değerler verildiğinde bu düzeneklerin geometrik analizini yapmak ve dış çemberin yarıçapı gibi bazı değerlere ulaşmak mümkündür. Nitekim Apollonius'un da incelemesini bu şekilde yaptığı düşünülmektedir⁶⁸. Apollonius'un gezegen modeli geriye doğru hareketi açıklamada fiziksel gerçeklikle tutarlılık göstermesi bakımından Eudoksos'un eş merkezli küreler sisteminden daha başarılı bir modeldir. Bununla beraber Apollonius'un sistemi ile gezegenlerin konumlarını öngörmek olası değildir. Gezegenlerin geriye doğru hareketleri sonucu çizdikleri *düğümler* (*retrograde arcs*) bu modele göre aynı şekil ve büyüklüğe sahip olmalı ve burçlar kuşağında aralarında eşit mesafe bulunmalıdır. Hâlbuki Mars örneğine bakıldığında büyüklük ve aralarındaki uzaklık açısından geriye doğru hareket düğümlerinde farklılık gözlenir, birbirlerinin tıpatıp aynısı değildir⁶⁹.

1.4.4. Hipparkos'un Taşıyıcı Çemberi (Deferent)

⁶⁷ D. Hill, A. Bir, M. Kaçar, **Gökyüzü ve Bilim Tarihi: İslam Bilim ve Teknolojisi**, Boyut Yayınları, 2010, s. 39.

⁶⁸ O. Neugebauer, **a.g.e.**, s. 271.

⁶⁹ J. Evans, **a.g.e.**, s. 339.

Nikea'lı Hipparkos (ö. M.Ö. 120) antik dönemde yaşamış büyük Yunan astronom, coğrafyacı ve matematikçidir. Trigonometrinin kurucusu olarak bilinen ve Yunan astronomisine etkisi yüzyıllar boyu devam etmiş Hipparkos'un hayatı hakkında çok az şey bilinmektedir. Günümüze yalnızca Aratos'un (ö. M.Ö. 240) *Phainomena*'sı üzerine yazdığı şerh ulaşmış olup çalışmaları hakkında bilginin büyük çoğunluğu Batlamyus'un *Almagest* kitabından öğrenilmiştir⁷⁰. Hipparkos kirişler fonksiyonunu kullanarak ilk trigonometrik tabloları oluşturması bakımından trigonometrinin babası olarak kabul edilir. Babillilerin astronomik bilgisini Yunan matematiksel astronomisine uygulamıştır. Hipparkos sayesinde dönemin astronomisi matematiksel ve deneysel hale gelmiştir. Daireyi 360 dereceye bölmüş ve 60 tabanlı sayı sistemini kullanmıştır. Güneş ve Ay'ın hareketlerini ve konumlarını öngörmeyi sağlayan bir kuram inşa edip, Dünyadan uzaklıklarını ölçmeye çalışmıştır. Rodos adasında M.Ö. 147-127 arasında yaptığı astronomik gözlemleri kullanarak yıldızların yer değişimlerini ve birbirleri arasındaki uzaklıkların yer aldığı yıldız kataloğu oluşturmuştur. Peş peşe gelen ekinoksları incelemiş, dönencel ve sinodal yıl uzunluklarının göz önünde bulundurarak ekinoksun yüzyılda yaklaşık 1° hareket ettiği sonucuna varmıştır.⁷¹

Hipparkos'un matematiksel astronomiye en önemli katkılarından biri gök cisimlerinin hareketlerini açıklamak için inşa edilen geometrik modelleri, gözlem verileri ile doğrulama çabasıdır. Apollonius'un modelini Babil gözlem verilerini kullanarak Ay kuramı için kullanmıştır.⁷² Batlamyus'a göre Hipparkos, öncülleri Apollonius veya Eudoksos gibi yenilikçi bir model ortaya koymamıştır. Ancak Hipparkos'un çalışmaları yüzyıllar boyu matematiksel astronominin temeli olarak rol oynamıştır. Yunan astronomlar Hipparkos'tan sonra Batlamyus'a kadar gezegenlerin konumlarını tahmin etmek için geometrik model üretmek yerine aritmetik hesaplamalara yönelmişlerdir⁷³.

Yunan astronomisinin ilkelerine göre gezegenler, Güneş ve Ay, merkezi Dünya olan bir evrende sabit açısal hızda dairesel hareket yaparlar. Fakat gerçekte durum böyle değildir. Güneş ele alınacak olursa, kendi dairesel yörüngesinde bazen hızlı bazen yavaş gidiyor gibi görünür. Callippus döneminde bu durum biliniyordu. Callippus Güneş'in bu düzensiz hareketleri

⁷⁰ A. Kwan, **BEA**, s. 983.

⁷¹ A. Kwan, **BEA**, s. 983.

⁷² A. Kwan, **BEA**, s. 983.

⁷³ J. Evans, **a.g.e.**, s. 344.

sonucunda mevsim uzunluklarının eşit olmadığını fark etmiştir. Mevsim uzunluklarının farklı olması demek Güneş'in sabit hızla hareket etmediğinin göstergesidir. Güneş'in hızındaki görülen bu değişim *Güneş aykırılığı (anomali)* olarak adlandırılır. Hipparkos mevsimlerin uzunluklarını gerçeğe oldukça yakın bir şekilde ölçmeyi başarmıştır ve kendi döneminde en uzun mevsimin ilkbahar olduğunu göstermiştir.⁷⁴ Hipparkos Güneş aykırılığına geometrik modelde yer vermek için pratik bir çözüm bulmuştur. Güneş'in dairesel bir yörüngede sabit açısal hızla hareket ettiği bu modelde merkezde yer alan Dünya bir miktar merkezden uzaklaştırmıştır. Bu şekilde tanımlanan sistemde Güneş'in dairesel yörüngesi dış merkezli'dir. Hipparkos'un modeline göre Güneş sabit hızla dairesel hareket yapar ve yerberide daha hızlı yerötede ise daha yavaş hareket ediyormuş gibi görünür.

Hipparkos'un çalışmaları astronominin geometrikleştirilmesi amacıyla yapılan çalışmaların devamı niteliğindedir. Hipparkos sayesinde Güneş ve Ay'ın hareketleri ve tutulmalar kestirilebilir hale gelmiştir. Babilliler gezegenlerin konumlarını tahmin etmek için aritmetik yöntemler kullanmışlardır. Babillilerin kullandıkları gözlem verileri ve bazı hesaplama tekniklerini Yunan astronomisine başarılı bir şekilde uygulamıştır⁷⁵.

1.5. İSLAM ASTRONOMİSİNDE BATLAMYUSÇU GEZEĞEN MODELLERİ

1.5.1. Almagest'in İslam Astronomisine Girişi

İslam medeniyetinde astronomiye ilişkin ilk eserlerin temeli Hint ve Sasani kaynaklara dayanır.⁷⁶ Mevcut astronomi bilgisinin anlaşılıp özümsemesi, İslam düşünce ve medeniyetinin oluşumunda büyük öneme sahip olan ve Abbasiler döneminde zirveye ulaşan tercüme faaliyetleriyle birlikte başlamış, Yunanca, Hintçe, Pehlevice ve Süryaniceden düşünsel, bilimsel ve kültürel birikimler Arapçaya aktarılmıştır. İslam astronomi geleneğinin şekillenmesi süreci çeşitli eserlerin tercüme edilmesi ile başlamış, yeni gözlem aletlerinin icadı ve matematiğin zamanla gelişip yeni teoremlerin kullanılması ile devam etmiş, İslam coğrafyasında astronomi alanına bilgi birikimini zenginleştiren özgün katkılar sağlanmıştır. Bu birikimin en kıymetli ve etkili eserlerinden biri olan Batlamyus'un hacimli eseri Almagest İslam medeniyetinde kuramsal astronominin şekillenmesinde büyük rol oynamıştır. İlk olarak VIII. yüzyılın sonlarında doğru

⁷⁴ J. Evans, **a.g.e.**, s. 211.

⁷⁵ J. Evans, **a.g.e.**, s. 22.

⁷⁶ D. Hill, A. Bir, M. Kaçar, **a.g.e.**, s. 34.

Yahya bin Halid el-Bermeki tarafından Abbasi halifesi Halife Raşit döneminde Arapçaya tercüme edilmiştir⁷⁷. Yunan matematiksel astronomisinin yayılması, anlaşılması ve özümsemesi, tercüme ve eserin analizi amacıyla kaleme alınmış incelemelerle hız kazanmıştır. Matematiksel astronomi sistemini anlattığı *Almagest* eserinde Batlamyus geometrik-kinematik düzeneğini inşa ederken “*görüntüyü kurtarma*” (*saving the phenomena*)⁷⁸ kaygısı taşımıştır. Oluşturduğu dış merkezli-dış çember düzeneğin merkezini Dünyadan kaydırmıştır. Aristoteles fiziği ilkelerine göre evren tekdüze hareketlere sahip eş merkezli küreler bütününden oluşur ve bunların merkezi evrenin de merkezi olan Dünya ile çakışmaktadır. Batlamyus evren modeli ile bu ilkelerin bağdaştırılamaması sebebiyle bu düzenek on dört yüzyıl boyunca tartışmaların odağı olmuştur. İslam medeniyetinde Batlamyus'a dayanan astronomi geleneği, Müslüman kuramcılar tarafından eleştirilmiştir. Klasik astronomi olarak nitelendirilen Batlamyus astronomisinde reform ihtiyacını gidermek için çalışmalar yapılmış, bu modelin yerini alabilecek alternatif geometrik-kinematik modeller teklif edilmiş ve bunları doğrulayacak gözlemler gerçekleştirilmiştir. Batlamyus evren modelinin tahmin gücünün sorgulanması IX. yüzyılda başlamış⁷⁹, sistemin çok merkezli kozmolojisine farklı yönlerden itirazlar yükselmiştir. İslam coğrafyasının batısında Aristotelesçi anlayışa sahip Endülüslü astronomlar Batlamyus astronomisini felsefi yönden eleştirmiş, İslam coğrafyasının doğusunda ise astronomlar Batlamyus astronomisini dayandığı ilkelerle daha uyumlu hale getirmek ve görüntüyü kurtarmak amacıyla, gözlemlerle matematiksel olarak tutarlı yenilikçi modeller arayışına girmişlerdir⁸⁰. Batlamyus'un evren modelini Aristoteles'in tekdüze hareket ilkesi ile uyumlu hale getirme amacıyla *Almagest*'te yer alan gözlem verilerini kullanarak yeni düzenekler inşa etmeye çalışmışlardır.

1.5.2. Batlamyus Astronomisi Eleştirileri

Bilindiği kadarıyla Batlamyus'un evren kuramına en kapsamlı eleştiri ilk olarak İbnü'l-Heysem getirmiş, hem İslam coğrafyasında hem de Avrupa'da büyük ilgi çekmiştir. İslam

⁷⁷ İbn Nedim, *el-Fihrist*, s. 327.

⁷⁸ Bu terim antik ve ortaçağ matematiksel astronomisini şekillendiren temel etkenlerden biridir. Fiziksel gerçeklikle örtüşmeyen, yalnızca gözlemlenen olguları açıklamak için ortaya atılan matematiksel modellerdir. Simplicius'tan öğrendiğimiz kadarıyla Platon'a aittir. Bkz.: B. Goldstein, *Saving the phenomena: The background to Ptolemy's planetary theory*, **Journal for the History of Astronomy**, 1997, sayı 28, s. 1.

⁷⁹ J. Ragep, *Nasir al-Din al-Tusi's Memoir on Astronomy (al-Tadhkira fi ilm al-hay'a)*, 1993, s. 48.

⁸⁰ G. Saliba, *Critiques of Ptolemaic Astronomy in Islamic Spain*, 1999, s. 2.

kaynaklarında. Şimdiye kadar astronomi alanında yapılan çalışmaların gözlemlerle tutarlılık açısından zayıf kaldığını sorununa dikkatleri çekmiştir: Ona göre:

- i. Gök cisimleri tekdüze hareket eder.
- ii. Bir gök cisimi hiçbir zaman değişik hızlarla hareket etmez. Devamlı surette aynı zamanda aynı mesafeyi kat eder.
- iii. Gök cisimlerinin hareketlerde hiçbir etkisi yoktur.⁸¹
- iv. Boşluk mevcut değildir.⁸²

Batlamyus'un geometrik-kinematik evren modelini Aristoteles kozmolojisinin ilkeleri ışığında inceleyip çelişkilerini gözler önüne sermiştir ve matematiksel olarak ispatı mümkün bir açıklama ortaya koymuştur. Kaleme aldığı *eş-Şukûk alâ Batlamyûs*, Batlamyus'un *Almagest*, *Gezegen Teorileri* ve *Optik* eserlerinde yer alan tutarsızlıklara karşı itirazlarını ve bunlara getirdiği çözümleri içermektedir. Heysem'e göre bu üç kitap arasındaki bağlantı üçünün de makul açıklamalar getirilemeyecek çelişkileri bünyesinde barındırmasıdır⁸³. Eserde Batlamyus'un çalışmalarının profesyonelliği kabul edildikten sonra, astronomisini üzerine inşa ettiği kozmolojik ilkeler ile doğrudan çelişmesi problemini ele alır. Eserde özellikle denge noktası problemi eleştirilmiş⁸⁴, yanısıra Güneş'in görünen büyüklüğü problemi, yer merkezli evrende yön, 1° 'lik kirişin değeri, tutulumun eğimi, mühâzat noktası (the prosneusis point), tutulmalar ve gök cisimlerinin enlemde hareketleri de ele alınmıştır. *Almagest*'in 5. bölümünde yer alan ayın beşinci hareketinin fiziksel olarak imkânsız olduğunu göstermiştir⁸⁵. Ay dış çember üzerinde hareket eder. Ancak dış çemberin hareket merkezi Dünya da değildir, dış çemberi taşıyan taşıyıcı çember de değildir. Batlamyus tarafından *müzahat noktası* olarak isimlendirilen bir noktadır. Bu nokta; Dünya'dan bakıldığında taşıyıcı çember merkezinin çapsal simetriğidir, tam karşısında yer alır⁸⁶. Heysem eserinde şöyle söyler:

Dış çember çapı (*epicyclic diameter*), hayali bir çizgidir ve hayali çizgiler, Dünyada mevcut bir varlığı üreten algılanabilir harekete sahip değildir. Benzer şekilde, tutulum düzlemi de hayali bir

⁸¹ Gezegenlerin hareket kaynağının onları çevreleyen şeffaf küreler olduğu kabul edilir. Şeffaf küreler hareket ettiği için gezegenler devinim yapar.

⁸² F. Sezgin, *İslam'da Bilim ve Teknik*, s. 252.

⁸³ G. Saliba, *Islamic Science and Making of the European Renaissance*, MIT Press, 2007, s. 97.

⁸⁴ A. I. Sabra, *Optics, Astronomy and Logical Studies in Arabic Science*, Routledge, 1994, s. 135.

⁸⁵ A. I. Sabra, *Optics, Astronomy and Logical Studies in Arabic Science*, Routledge, s. 198.

⁸⁶ Dünya-taşıyıcı çember merkezi-nokta arasındaki uzaklıklar aynı olup dış merkezlik değerine eşittir.

düzlemdir ve hayali düzlemler gözlemlenebilir hareket göstermez. Bu Dünyada mevcut olan cisimler dışında hiçbir şey bu Dünyada var olan bir varlığı üreten gözlemlenebilir bir hareketle hareket etmez.⁸⁷

Heysem böyle bir çizgi, düzlem veya cismin varlığını reddeder. Hayali kürelerin gerçek cisimlerin hareketlerine açıklık getirmek için kullanılmayacağını ve bir cisim bir nokta etrafında tekdüze (düzgün dairesel) hareket ediyorsa, bu noktanın dairenin her yerinden eşit uzaklıkta olması gerektiğini açıkça belirtir.⁸⁸ Heysem'e göre bir kuram matematiksel olarak ispatlanamıyorsa, görüntüyü kurtarma başarısını gösterse bile kabul edilemez. İbnü'l-Heyssem Batlamyus'un tutarsızlıklarını eleştirmiş ancak gök cisimlerinin şeffaf gök küreler içerisinde hareket ettiği tasavvurunu kabul etmiştir.⁸⁹

İbnü'l-Heyssem Batlamyus'u Almagest'in IX. bölümünde yer verdiği Merkür modelini düzeneğe eklenen denge noktası kavramı üzerinden eleştirmiştir. Apsis çizgisi üzerine eklediği denge noktasını tekdüze dairesel hareketin merkezi olarak kabul etmiştir. Bu noktanın modele eklenmesiyle kurulan düzenekler gözlem verileri arasındaki tutarsızlık sorunu tam anlamıyla çözülmemiş yine de kayda değer bir ilerleme kaydedilmiştir. Batlamyus modeli gök kürede düzensiz harekete izin vermiştir, dolayısıyla Aristotelesçi fiziğe göre tekdüze hareketin merkezinin Dünya olması ilkesine aykırı bir modeldir. Heysem'e göre Batlamyus, kendi evren kuramının yanlış olduğunu bile bile önermiştir.⁹⁰ Heysem, Batlamyus'un matematiksel modeli ile görünen gerçeklik arasındaki zıtlıkları tespit etmiş ve Yunan astronomisinin sorgulanmasına öncülük etmiştir.

İbnü'l-Heyssem Batlamyus'u yalnızca eleştirmekle kalmamış, *Makâle fî heyeti'l-âlem* isimli eserinde dış çemberin enlemsel hareketine dair bir model de önermiştir. İbnü'l-Heyssem'in önerdiği model Yunan astronom Eudoksos'un gezegen modeline benzer. Günümüze ulaşmamış bu eser hakkında mevcut bilgi Nasîrüddin Tûsî'nin Farsça eseri *Risâle-i Muiniyye*'sinden elde

⁸⁷ G. Saliba, *Arabic planetary theories after the eleventh century AD*, **Encyclopedia of the History of Arabic Science**, C. 1, s. 76.

⁸⁸ G. Saliba, **a.g.e.**, s. 78.

⁸⁹ F. Sezgin, **a.g.e.**, s 43; J. Ragep, *Ibn al-Haitham and Eudoxus: The Revival of Homocentric Modelling in Islam*, **Studies in the History of the Exact Sciences in Honour of David Pingree**, Brill, Leiden, 2004, s. 788.

⁹⁰ A. I. Sabra, *An Eleventh-Century Refutation of Ptolemy's Planetary Theory*, **Studia Copernicana**, C. 16, 1978, s. 121.

edilmiştir.⁹¹ Muiniyye hem bu açıdan hem de bu tezde daha sonra ayrıntılı olarak bahsedilecek olan Tûsî çiftine ilk olarak rastlanan eser olması açısından önemlidir.

Saliba, Heysem'in Batlamyus'u eleştirmenin ötesinde çelişki dolu modelleri için onu kınadığını ve yeni tutarlı modeller için açıkça çağrı yaptığını dile getirir.⁹² Bir astronom evrenin fiziksel formuna ilişkin kozmolojik ilkeleri kabul edip, bununla çelişen bir matematiksel model geliştiremez. Saliba'ya göre bu durum Dünyanın küresel olduğunu kabul edip, üçgen bir matematiksel model inşa etmeye benzer.⁹³ Ragep ise Batlamyus'un bir uzlaşmacı olduğu söyler; inşa ettiği model ile görüntüyü kurtarmak mümkün olmadığı zaman kozmolojik ilkelerle çelişmeye istekli olduğu kadar bu ilkelerden vazgeçmeye de isteksizdir⁹⁴. İslam medeniyetinde astronomlara göre Batlamyus fizik gerçeklikle tutarlı ve uyumlu bir model oluşturamamış, ancak gezegen konumlarının kestirilebilir olması konusunda kayda değer bir başarı göstermiştir.

Astronom, matematikçi, kelim âlimi, fakih Meraga astronomlarından XI. Yüzyılda yaşamış Nasîrüddin Tûsî gezegen hareketlerini modellemek için sonradan *Tûsî çifti* olarak anılacak olan yenilikçi bir mekanizma önermiştir. Batlamyus astronomisindeki kusurları gidermek amacıyla en kapsamlı çalışmayı yapan Tûsî Ay ve gezegenlerin düzensiz hareketlerini başarılı bir biçimde modelleyen ve kozmoloji ilkeleri ihlal etmeyen bir sistem inşa etmiştir⁹⁵. Nasîrüddin Tûsî ilk defa *Tahrîrû'l-Mecistî* eserinde *Almagest*'i incelemiş ve bu kısa risalesinde Batlamyus'un yer merkezli sisteminin yanlışlarını tespit edip ufak düzenlemeler ve eleştirilerde bulunmuştur. Heysem'in Batlamyus modelinde tespit ettiği sorunlar ile ilgili önerilerde bulunmuş, sonrasında astronomi tarihinde en etkili eserlerden biri olarak kabul edilen *et-Tezkire fî 'ilmi'l-hey'e* eserini kaleme alıp bu sorunların detaylı olarak analizini yapmıştır. Ay'ın hareketinin diğer beş gezegenin hareketi ile aynı olduğunu, tek farkının ise boylamsal hareketinin yanı sıra enlemsel hareket yapması olduğunu belirtmiştir. Tûsî, Batlamyus'un Ay modelinde dış çember merkezinin evrenin merkezine yaklaşıp uzaklaşmasına olanak sağlayan bir mekanizma gibi davranması sorununa çözüm arayışına girmiştir⁹⁶. Tûsî çifti olarak adlandırılan ve Ay'ın hareketlerini açıklamak için inşa ettiği bu düzeneği üst gezegenlere de uyarlamıştır. Şekil 1.9'da görüldüğü gibi düzeneğe taşıyıcı çemberin içinde onun çapının yarısı çapa sahip ve

⁹¹ J. Ragep, **a.g.m.**, s. 786-809.

⁹² G. Saliba, *Islamic Science and Making of the European Renaissance*, s. 100-101.

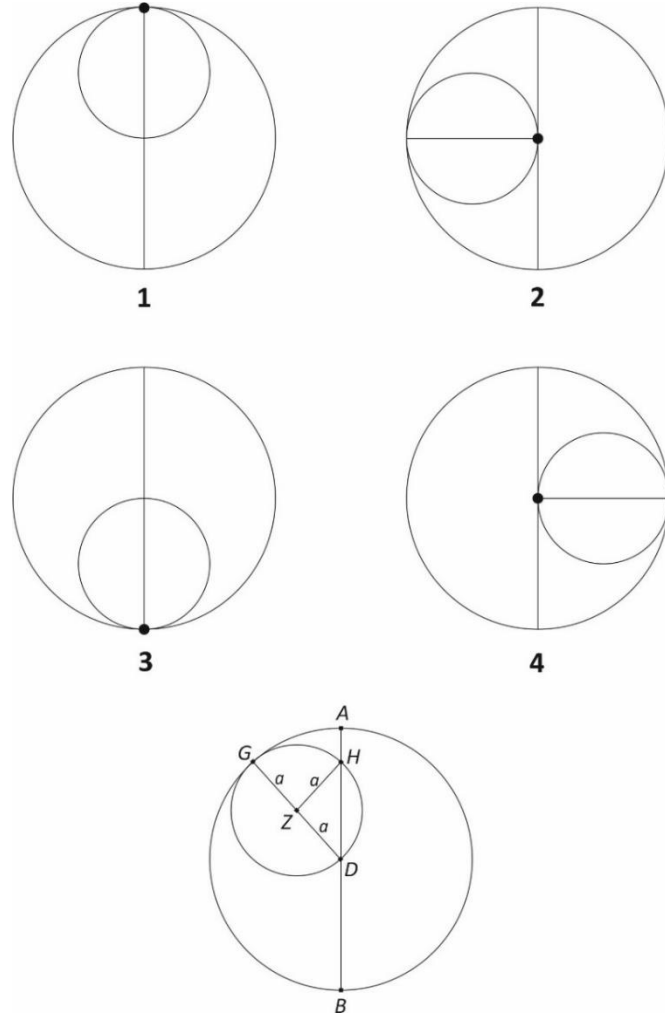
⁹³ G. Saliba, **a.g.e.**, s. 104.

⁹⁴ J. Ragep, **Nasir al-Din al-Tûsî's Memoir on Astronomy (al-Tadhkira fi ilm al-hay'a)**, 1993, s. 48.

⁹⁵ D. Hill, A. Bir, M. Kaçar, **a.g.e.**, s. 40.

⁹⁶ G. Saliba, *Arabic planetary theories after the eleventh century AD*, s. 93.

daireye teğet küçük bir daire mevcuttur. İçteki küçük dairenin hareketi dıştaki kürenin hareketi ile ters yöndedir ve büyük dairenin hızının 2 katı hızla döner. Düzenek hareket ettiğinde küçük dairenin üzerindeki nokta büyük dairenin içerisinde çapı üzerinde ileri ve geri salınım yapacaktır⁹⁷. Böylece farklı hızlara ve büyüklüklere sahip iki daireden oluşan düzenekte dairesel hareketlerin birleşmesiyle *salınımlı hareket (oscillation)* ortaya çıkmıştır. Tûsî Aristoteles ilkeleri ile çelişmeyen bir matematiksel düzenek kullanarak gezegenlerin düzensiz hareketlerini özgün bir şekilde açıklamıştır.



Şekil 1.9. Tûsî çifti⁹⁸

Meraga astronomlarından Nasîrüddin Tûsî'nin öğrencisi Müeyyidüddin el-Urdî Batlamyus astronomisine ilişkin kozmolojik bir problem olan dış merkez-dış çember düzenekleri

⁹⁷ G. Saliba, **a.g.e.**, s. 94.

⁹⁸ G. Saliba, **Islamic Science and Making of European Renaissance**, MIT Press, 2007, s. 153.

yerine denge noktasına odaklanmıştır. Fiziksel olarak çalışması mümkün olmayan üst gezegenler modeline daha başarılı bir alternatif getirmiştir. Saliba *Urdî teoremi* olarak adlandırdığı bu modelin Apollonius'un kuramının genellenmiş haline benzediğini söyler⁹⁹. Urdî teoremini özetle şöyle açıklamıştır:

”Bir taban çizgisi ile eşit açılar oluşturan herhangi iki eşit iç veya dış çizgi (*internally or externally*) bu iki çizginin uçlarını birleştiren çizgi taban çizgisine paralel demektir”.¹⁰⁰

Urdî taşıyıcı çemberin merkezini dış merkezliğin yarısı ($e/2$) kadar denge noktasına yaklaştırmıştır ve dış çemberin yarıçapını dış merkezliğin yarısı olarak belirlemiştir. Dış çember ve taşıyıcı çember aynı yönde, saat yönünün tersinde hareket yapar¹⁰¹. Üst gezegenler ve Venüs için bu teoremi kullandığı bir düzenek oluşturmuştur. Merkür ve Ay'ın hareketlerini açıklamak için ise Batlamyus'un önerdiği modelde yer alan kürelerin yalnızca hızlarını ve dönme yönlerini değiştirmiştir. Merkür'ün gelişmesinde önemli bir rol oynar.

Kutbüddîn-i Şîrâzî; Tûsî ve Urdî'nin teoremlerini kullanarak yeni bir evren modeli oluşturmuştur. *Nihayetu'l-idrak fî dirayeti'l-eflak ve İhtiyârât muzaffarî* adlı eserlerinde Batlamyus'un gezegen kuramlarını eleştirmiş, öncüllerinin çözümlerine yer verip yorumlamış, nihayetinde ise kendi geliştirdiği hareketli *müdir* çemberinin hızını üç katına, taşıyıcı çemberin hızını ise iki katına çıkarmıştır¹⁰². Batlamyus ve Urdî'nin Merkür modeli karşılaştırıldığında Merkür'ün konumunun iki modelde de çakıştığı görülür. Urdî yaptığı ufak değişimlerle Batlamyus'un gözlemleri ile çelişmeden, fazladan taşıyıcı çembere veya denge noktasına ihtiyaç duymadan Merkür ve Ay'ın görünen düzensiz hareketini modellemeyi başarmıştır¹⁰³. Urdî'nin kuramı daha sonra Kutbüddîn-i Şîrâzî, Şemseddin Hafırî, Ali Kuşçu, İbnü's-Şâtır ve Kopernik gibi birçok astronom tarafından farklı birleşimlerle gezegenlerin hareketlerini modellemek amacıyla faydalanılmıştır. Urdî İslam matematiksel astronomisinin gezegen modellerini takdim etmiştir. Daha sonra kendi modellerini de kademeli olarak geliştirdiği ve özgün matematiksel modeller önerdiği *Tuhfetu's-şahiyye fî ilmi'l-hey'e* eserini kaleme almıştır¹⁰⁴. Şîrâzî, Tûsî'yi ileri-

⁹⁹ G. Saliba, **a.g.e.**, s. 152.

¹⁰⁰ G. Saliba, **Muayyad Al-Din Al-Urdî, A History of Arabic Astronomy: Planetary Theories During the Golden Age of Islam**, C. 2, 1994, s. 187.

¹⁰¹ G. Saliba, **a.g.e.**, s. 153.

¹⁰² Urdî'nin Merkür modeli için bkz: A. M. Gamini, **a.g.e.**, s. 181.

¹⁰³ G. Saliba, **a.g.e.**, s. 153.

¹⁰⁴ A. M. Gamini, **a.g.e.**, s. 167.

geri salınım hareketi esnasında kaçınılmaz duraksamanın Aristoteles'in doğa felsefesi ilkeleriyle bağdaşmadığı konusunda eleştirir. Urdî'yi eleştirdiği nokta ise önerdiği modeldeki dış çemberin merkezinin Batlamyus'un dış çemberi ile özdeş olmamasıdır. Merkür için Tûsî bir model önermemiş ve Urdî'nin düzeneği de hassasiyet konusunda yetersiz kalmıştır. Şîrâzî'nin önerdiği modellerin tamamını bu tezde incelemek mümkün olmadığından kısaca bahsedilecektir. Merkür'ün denge noktası ile taşıyıcı çemberinin merkezi arasındaki uzaklık değişken olduğundan önerdiği 9 model vardır¹⁰⁵. Bunların ilkinde Tûsî çiftini kullanmıştır. Kullandığı parametreler Batlamyus'un parametreleri ile bağdaşmaz. Bu modelde denge noktası problemini çözmeyi amaçlamıştır. İkinci modeli taşıyıcı çember ve dış çember sorununu çözmek için inşa etmiştir. Çizdiği üçüncü modelin Batlamyus modelinden farkı taşıyıcı çember ve hareketli taşıyıcı çemberin hızını ortalama Güneş'in hızı ile eşitlemiştir. Dördüncü modelde ise hareketli taşıyıcı çember dairesinin merkezini kaydırmıştır. Boylamsal hareketlerini de modele eklemiştir. Şîrâzî, Urdî veya Tûsî gibi yeni bir kuram önermemiş ancak var olanların bileşimiyle özgün düzenekler inşa etmiştir.

Batlamyus astronomisini çelişkilerden arındırma çabası XIV. yüzyılda İbnü'l Şatır ile devam etmiştir. *Nihayet'ül-Sûl* eserinde Batlamyus astronomisine alternatif Ay, Güneş, gezegenler ve Merkür için tasarladığı geometrik-kinematik modelleri tanıtmıştır. Ay'ın hareketleri için öncüllerinden çok daha başarılı bir model oluşturmuştur. Ayrıca öncüllerinin kuramlarını kendi tasarladığı gezegen sistemlerinde kullanarak Batlamyus astronomisinin problemlerini çözmeyi başarmıştır. Tûsî çifti ve Urdî kuramından faydalanan Şatır'ın düzeneğinde dış merkezlik yoktur ve bütün gezegenlerin tekdüze hareketlerinin merkezi Dünya'dır¹⁰⁶. İslam medeniyeti kuramsal astronomisinin Batlamyusçu alternatif gezegen sistemlerinin etkileri Kopernik'e kadar takip edilir. Nitekim Kopernik'in Merkür modeli, Güneş merkezli olması haricinde Şatır'ın Merkür modeli ile birebir aynıdır.¹⁰⁷ İbnü'l Şatır'ın dış merkezli taşıyıcı çember kullanmadan kurduğu düzenek, kuramsal astronomi tarihinde Batlamyusçu gezegen modellerine getirilen alternatifler arasında reform olarak nitelendirilebilir.¹⁰⁸

¹⁰⁵ G. Saliba, **a.g.e.**, s. 160.

¹⁰⁶ F. Sezgin, **a.g.e.**, s. 252.

¹⁰⁷ S. Nikfahm-Khubravan & F. J. Ragep, **a.g.e.**, s. 2

¹⁰⁸ E. S. Kennedy, **a.g.e.**, s. 368.

İslam coğrafyasında yaşayan astronomi bilginleri Batlamyus modellerinin tahmin gücünü yetersiz bulmuş, gözlem verilerini doğrulayan ve kozmolojik ilkelerle bağdaşan geometrik-kinematik düzenekler arayışına girmişlerdir. Batlamyus astronomisini reform amacıyla icat edilen alternatif modeller standart ders kitaplarında yer almamış ve yaygın bir şekilde kabul görmemiştir.¹⁰⁹ Yine de kuramsal astronominin gelişmesi ve hâkim evren modellerinin gerçeklikle bağdaşmadığı takdirde çürütülebileceğini göstermesi açısından büyük öneme hâizdir. Teorik astronomide Batlamyus sistemine alternatif modeller üretilmesi, İslam coğrafyasında XV. yüzyıl ve sonrasında devam etmiştir. Bu çalışmada da XV. yüzyıl astronomu, Osmanlı ilim dünyasının şekillenmesinde en etkili isimlerden biri olan Semerkand matematik-astronomi okulunun temsilcilerinden Ali Kuşçu'nun Merkür modeli Batlamyus'un Merkür modeli göz önüne alınarak detaylı olarak incelenecektir.

¹⁰⁹ A. M. Gamini, **a.g.e.**, s.202.

İKİNCİ BÖLÜM

2. BATLAMİYUS'UN MERKÜR MODELİ

Dış gezegenler ve Venüs için önerilen geometrik-kinematik modeller oldukça iyi sonuçlar verir, kestirim güçleri yüksektir. Ancak Merkür için durum farklıdır. Merkür Güneş'e oldukça yakın olması, hızlı hareket etmesi ve uzanım açısının küçük olması sebebiyle gözlemlenmesi oldukça zor bir gezegendir. Tıpkı Ay'ın düzensiz hareketinde olduğu gibi, Merkür de yer merkezli modele göre Dünya etrafında bir turunu tamamlayana dek Dünya'ya en uzak olduğu bir konum, en yakın olduğu iki konum mevcuttur¹¹⁰. Batlamyus Almagest'in IX: bölümünde Merkür için inşa ettiği düzeneğe yer vermiş ve düzeneği kurarken benzer devinim karakteristiklerine sahip olduğu için Ay kuramından esinlenmiştir.

Batlamyus gezegen devinimleri ile tutarlı bir model inşası için gözlem verilerinden elde ettiği belirli parametreleri kullanmıştır. Aşağıdaki bölümlerde bu parametrelerin elde edilmesi ve geometrik modelin adım adım çizilmesi ele alınmıştır.¹¹¹

2.1. ALMAGEST'TE KULLANILAN GÖZLEMLER

Tablo 1'de Almagest'te yer alan ve Batlamyus dâhil olmak üzere çeşitli astronomlar tarafından kaydedilmiş 16 adet gözlem listelenmiştir. Batlamyus Merkür modeli tasarlanırken izlenen yöntemlerde kullanmak üzere yeterli sayıda gözlem kaydını özenle seçtiğini belirtir¹¹². Sütunlarda sırasıyla gözlem numarası, Almagest'te yer alan gözlem tarihlerinin Jülyen takviminde karşılığı¹¹³, Merkür'ün gerçek boylamı, ortalama Güneş'in tutulumsal boylamı¹¹⁴ ve Güneş ile gezegen arasındaki açısal uzaklık olan uzanım yer almaktadır:

Gözlem	Jülyen Takvimi	$\lambda_{Merkür}$	$\lambda_{Güneş}$	Uzanım
M ₁	M.Ö. 15 Kasım 265	213°,33	230°,83	17°,5 B
M ₂	M.Ö. 12 Şubat 262	292°,33	318°,16	25°,83 B

¹¹⁰ Yeröteden 120° doğu ve batı noktaları.

¹¹¹ Bu tezde, parametrelerin elde edilmesinde James Evans *The History and Practice of Ancient Astronomy*, Olaf Pedersen *A survey of Almagest* ve Otto Neugebauer *A History of Ancient Astronomy* eserlerinden faydalanılmış, ekseriyetle modern yöntemler tercih edilmiştir. Almagest kitabında yer alan parametre çıkarım sırası gözardı edilmiştir.

¹¹² G. J. Toomer, *Ptolemy's Almagest*, Springer-Verlag, 1984, s. 453.

¹¹³ O. Pedersen, *A Survey of Almagest: With Annotation and New Commentary by Alexander Jones*, Springer Science&Business Media, s. 298.

¹¹⁴ Tabloda yer alan ortalama Güneş boylamları Güneş kuramı ile hesaplanmıştır.

M ₃	M.Ö. 25 Nisan 262	53°,66	29°,5	24°,16 D
M ₄	M.Ö. 23 Ağustos 262	169°,5	147°,83	21°,66 D
M ₅	M.Ö. 28 Mayıs 257	89°,33	62°,83	26°,5 D
M ₆	M.Ö. 19 Kasım 245	212°,33	234°,83	22°,5 B
M ₇	M.Ö. 30 Ekim 237	194°,16	215°,16	21° B
M ₈	4 Haziran 130	126°,33	100°,05	26°,25 D
M ₉	2 Şubat 132	331°	309°,75	21°,25 D
M ₁₀	4 Haziran 134	48°,75	70°	21°,25 B
M ₁₁	3 Ekim 134	170°,2	189°,25	19°,5 B
M ₁₂	5 Nisan 135	34°,33	11°,05	23°,25 D
M ₁₃	4 Haziran 138	97°	70°,5	26°,5 D
M ₁₄	17 Mayıs 139	77°,5	52°,56	19°,93 D
M ₁₅	5 Temmuz 139	80°,05	100°,33	20°,25 B
M ₁₆	2 Şubat 141	283°,5	310°	26°,5 B

Tablo 2.1. Merkür Gözlem Verileri

2.2. TAŞIYICI ÇEMBER VE İLMEK HIZLARI

Dış gezegenlerde döngü süresi dönencel ve sinodal döngü süresinin toplamına eşittir. Fakat iç gezegenlerde durum farklıdır. Merkür ve Venüs için gezegen-döngü ilişkisinde döngü süresi dönencel döngü süresine eşittir. Merkür her 46 yılda bir aynı konumda Güneş ile aynı hizaya, dış kavuşum konumuna gelir. Bu süre içerisinde 145 sinodal döngü, 46 dönencel döngü gerçekleşir. Sırasıyla Merkür'ün taşıyıcı çemberdeki (dönencel döngü) ve dış çember üzerindeki hareketinin (sinodal döngü) açısal hızları temel hız formülü ile hesaplanmıştır ve sırasıyla aşağıda hesaplandığı gibidir:

$$\begin{aligned}
 (\text{dönencel açısal hız}) &= \frac{(\text{dönencel döngü}) \times 360^\circ}{(\text{toplam döngü}) \times (\text{gün})} = \omega_\lambda = \frac{46 \times 360^\circ}{46 \times 365,2425} = 0,985646522 \\
 &= (0^\circ; 59,08, 19, 38, 55, 54)_{60} [^\circ/\text{gün}]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (\text{sinodal açısal hız}) &= \frac{(\text{sinodal döngü}) \times 360^\circ}{(\text{toplam döngü}) \times (\text{gün})} = \omega_\mu = \frac{145 \times 360^\circ}{46 \times 365,2425} = 3,1066929256 \\
 &= (3^\circ; 06, 24, 06, 56, 43, 09)_{60} [^\circ/\text{gün}]
 \end{aligned}$$

2.3. MERKÜR'ÜN YERÖTESİ

Bir gök cisminin Dünyadan en uzak noktası olan *yeröte* (*apoje*) ve Dünyaya en yakın noktası olan *yerberi* (*perije*) arasına çizilen *apsis çizgisi* aynı maksimum doğu ve batı uzanımlarına¹¹⁵ sahip gözlemler kullanılarak bulunur. Uzanımların eşit olması dış çemberin apsis çizgisine simetrik olması durumudur. Yeröteyi bulmak için Batlamyus'un kullandığı iki çift gözlem aşağıda verildiği gibidir: M₉-M₁₀ ve M₁₃-M₁₆ çifti:

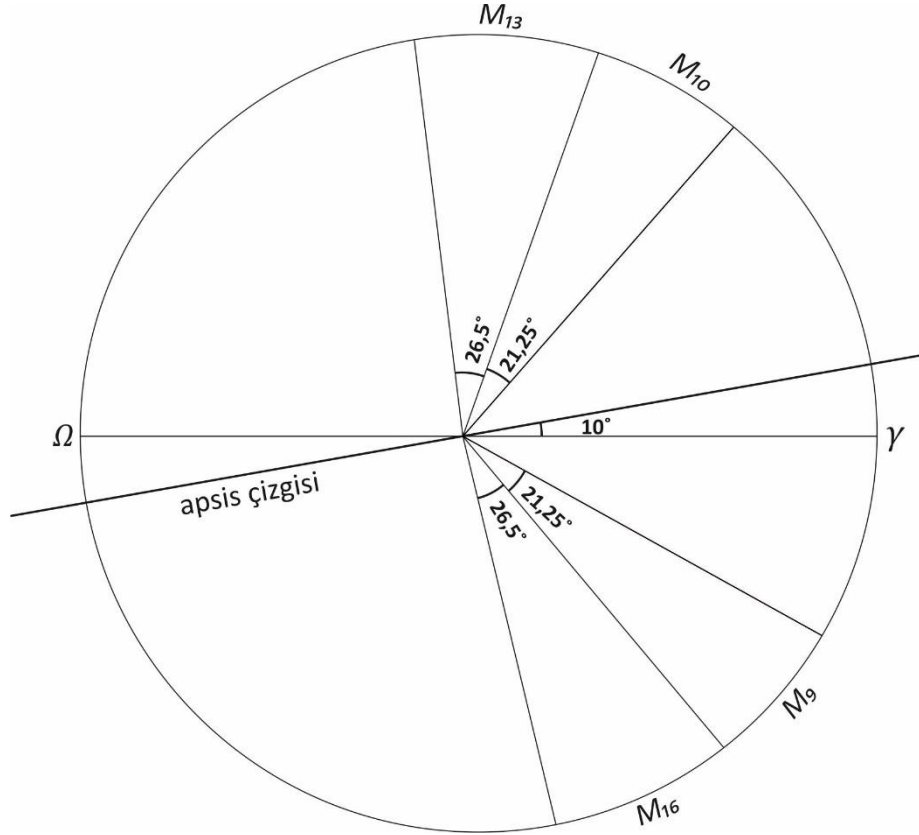
Gözlem	Jülyen Takvimi	$\lambda_{Merkür}$	$\lambda_{Güneş}$	Uzanım
M ₉	2 Şubat 132	331°	309°,75	21°,25 D
M ₁₀	4 Haziran 134	48°,75	70°	21°,25 B
M ₁₃	4 Haziran 138	97°	70°,5	26°,5 D
M ₁₆	2 Şubat 141	283°,5	310°	26°,5 B

Apsis çizgisi bu gözlem noktalarının tam ortasından geçen çizgidir:

$$\frac{\lambda_{m_9} + \lambda_{m_{10}}}{2} = \frac{70^\circ + 309^\circ,75}{2} = \frac{19^\circ,75}{2} = 9^\circ,875$$

$$\frac{\lambda_{m_{13}} + \lambda_{m_{16}}}{2} = \frac{70^\circ,5 + 310}{2} = \frac{20^\circ,5}{2} = 10^\circ,25$$

¹¹⁵ Merkür en büyük doğu uzanımında akşam yıldızı, en büyük batı uzanımında ise sabah yıldızı olarak gözlenir.



Şekil 2.1. Merkür'ün Apsis Çizgisi

Birbirine oldukça yakın bu sonuçlar¹¹⁶ Merkür'ün apsis çizgisinin 10° ve 190° boylamlarından geçtiğini Şekil 2.1'de açıkça gösterir. Bu boylamlardan hangisinin yeröte olduğunu anlamak için gözlem tablosuna başvurulur. Güneş'in apsis çizgisi üzerinde veya çok yakınında olduğu gözlem tarihleri incelenmesi gerekmektedir:

Gözlem	Jülyen Takvimi	$\lambda_{\text{Merkür}}$	$\lambda_{\text{Güneş}}$	Uzanım
M ₁₁	3 Ekim 134	$170^\circ,2$	$189^\circ,25$	$19^\circ,5$ B
M ₁₂	5 Nisan 135	$34^\circ,33$	$11^\circ,05$	$23^\circ,25$ D

¹¹⁶ Batlmyus iki değer farkından ($0,375^\circ$) hiç bahsetmeden bu değeri ihmal ederek apsis çizgisinin doğrudan 10° Aries(10°) ve 10° Libra (190°)'den geçtiğini söyler. Bkz: G. J. Toomer, **a.g.e.**, s. 450.

Maksimum uzanımlar M_{11} gözleminde $19,5^\circ$ iken M_{12} de $23,25^\circ$ 'dir. Dolayısıyla maksimum uzanım değeri nisbeten küçük olduğundan, dış çember M_{11} 'de daha küçük görünür. Bu da demektir ki yeröte boylamı $\lambda_a = 190^\circ$ 'dir¹¹⁷.

Apsis Çizgisinin Hareketi

Apsis çizgisi, sabit yıldız küresi ile aynı hızla hareket eder. Bu hareket 100 yılda 1° 'dir¹¹⁸. Dolayısıyla yüz yıldan daha kısa zaman aralıkları için astronomi hesaplarında bu hareket ihmal edilerek sabit kabul edilir.

Burada $\lambda_a = 190^\circ$ değeri, Batlamyus'un referans aldığı tarihe aittir. Güneş ve diğer dört gezegen gibi Merkür'ün apsis çizgisinin hareket edip etmediği erken gözlem kayıtları karşılaştırılarak anlaşılır. Kayıtlarda aynı uzanıma sahip gözlemler mevcut olmadığından lineer interpolasyon metodu kullanılarak bu değer elde edilir.

Gözlem	Jülyen Takvimi	$\lambda_{Merkür}$	$\lambda_{Güneş}$ (x)	Uzanım (y)
M_2	M.Ö. 12 Şubat 262	$292^\circ,33$	$318^\circ,16$	$25^\circ,83$ B
M_3	M.Ö. 25 Nisan 262	$53^\circ,66$	$29^\circ,5$	$24^\circ,16$ D
M_5	M.Ö. 28 Mayıs 257	$89^\circ,33$	$62^\circ,83$	$26^\circ,5$ D

M_5 ve M_3 uzanım değerleri kullanılarak lineer interpolasyon yöntemi ile M_2 uzanım değeri ile eş değere sahip gözlem hesaplanır. Yukarıda verilen M_3 ve M_5 Güneş uzanım (y) ve boylam (x) değerleri $y = mx + b$ denklemine yerleştirildiğinde;

$$24^\circ,16 = (29^\circ,5)m + b$$

$$26^\circ,5 = (62^\circ,83)m + b$$

denklemlerinden $m = 0,069$ ve $b = 22^\circ,137$ değerleri bulunarak denklemin son hali elde edilir: $y = (0,069)x + 22^\circ,137$. Güneş'in $25^\circ,83$ uzanım değerine karşılık gelen konumu, uzanım değeri denkleme yerleştirildiğinde $25,83 = (0,069)x + 22^\circ,137 = 53^\circ,5$ 'dir. Apsis çizgisinin aynı en

¹¹⁷ Bu değer *Almagest*'te yer alan en hatalı parametrelerden biridir; hata 30° civarındadır. Bkz: O. Gingerich, *The Mercury Theory from Antiquity to Kepler*, **The Eye of the Heaven: Ptolemy, Copernicus, Kepler**, American Institute of Physics, New York, 1997, s. 380.

¹¹⁸ Beş gezegenin apsis çizgisi ekliptik merkezinden burçlar kuşağının tersi yönünde hareket eder. Bu kayma sabit yıldızlar küresi ile aynı hızdadır. Bkz. G. Toomer, **a.g.e.**, s. 453; J. Evans, **a.g.e.**, s. 215.

büyük batı ve doğu uzanımına sahip gözlem noktalarının tam ortasından geçtiği göz önüne alındığında M_2 ve interpolasyon değeri:

$$\frac{\lambda_{m_2} + \lambda_{m_t}}{2} = \frac{318,167 + 53,5}{2} = \frac{11,667}{2} = 5,83'' \text{ dir.}$$

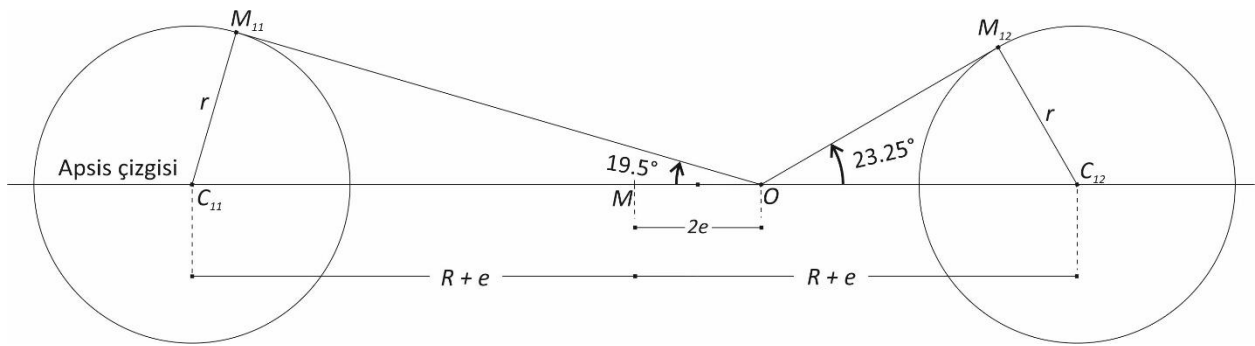
Apsis çizgisi M.S. 140 yılında 10° 'den geçerken yaklaşık 400 yıl önce ise $5,83^\circ$ 'den geçmektedir. 400 yılda $4,16^\circ$ derece hareket etmesi, apsis çizgisini sidereal olarak sabit olduğunun kanıtıdır. Yani ilkbahar ekinoksuna göre 100 yılda 1° hareket eder.

2.4. DIŞ ÇEMBER VE DIŞ MERKEZLİK

Üzerinde dış çember (*episaykıl*) merkezinin hareket ettiği taşıyıcı çember, dış merkezlik (*eksentrisme*) değeri e ve dış çember yarıçapı r hesabı için Batlamyus, Güneş'in apsis çizgisi üzerinde yer aldığı boylamlar kullanır:

Gözlem	Jülyen Takvimi	$\lambda_{Merkür}$	$\lambda_{Güneş}$	Uzanım
M_{11}	3 Ekim 134	$170^\circ,2$	$189^\circ,25$	$19^\circ,5B$
M_{12}	5 Nisan 135	$34^\circ,33$	$11^\circ,05$	$23^\circ,25D$

Şekil 2.2'de referans alınan gözlem tarihlerindeki dış çember merkezleri C_{11} ve C_{12} ile, Dünya O ile, dış çemberin ve taşıyıcı çember dairesinin yarıçapları sırasıyla r ve R ile, denge noktası ise M ile gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Dış Çember ve Dış Merkezlik

Almagest'te kirişler tablosu kullanılarak yapılan uzun hesaplar, modern matematik kullanılarak sadeleştirilmiş ve aşağıdaki trigonometrik formüllere indirgenmiştir¹¹⁹:

$$|OC_{11}| = R + 3e \text{ ve } |OC_{12}| = R - e$$

$$r = (R + 3e).sin(19^\circ, 5) \text{ ve } r = (R - e).sin(23^\circ, 25)$$

Yukarıdaki iki denklem birleştirildiğinde şu oranlar elde edilir:

$$\frac{e}{R} = \frac{\sin(23^\circ, 25) - \sin(19^\circ, 5)}{3 \cdot \sin(19^\circ, 5) + \sin(23^\circ, 25)} \text{ ve } \frac{r}{R} = \frac{4 \cdot \sin(19^\circ, 5) \cdot \sin(23^\circ, 25)}{3 \cdot \sin(19^\circ, 5) + \sin(23^\circ, 25)}$$

R yerine 60^{p120} koyulduğunda dış merkezlik ve dış çemberin yarıçapı sırasıyla $e = 3^p$ ve $r = 22^p, 5$ olarak bulunur.

2.5. MERKÜR'ÜN İKİ YERBERİSİ

Batlamyus bu aşamaya kadar Venüs'ün parametrelerini bulmak için izlediği yolu izler. Ancak Merkür'ün kendine özgü hareketi onu birçok yönden diğer gezegenlerden farklı kılar. Dış gezegenler ve Venüs için apsis çizgisi, üzerinde yeröte ve yerberinin bulunduğu doğrudur. Fakat Batlamyus'a göre bu durum Merkür için geçerli değildir.

Güneş yerberi boylamında iken, gezegen Dünyaya en yakın olduğu konumdadır. Bu konumda diğer gezegenler gibi Merkür'ün de maksimum uzanımına sahip olması beklenir. Yerberi olarak varsayılan noktada en büyük uzanımına sahip gözlem M_{12} 'dir:

Gözlem	Jülyen Takvimi	$\lambda_{Merkür}$	$\lambda_{Güneş}$	Uzanım
M_{12}	5 Nisan 135	$34^\circ, 33$	$11^\circ, 05$	$23^\circ, 25$ D

Yerberideki iki uzanımın toplamı $46,5''$ 'dir. Bu değer yerberi boylamında dış çemberin merkezine karşılık gelen açıdır. Almagest'te mevcut gözlemlerden Güneş'in yeröteden 120° uzaklıkta bulunduğu 2 çift gözleme dikkat çekilmiştir:

Gözlem	Jülyen Takvimi	$\lambda_{Merkür}$	$\lambda_{Güneş}$	Uzanım
M_9	2 Şubat 132	331°	$309^\circ, 75$	$21^\circ, 25$ D

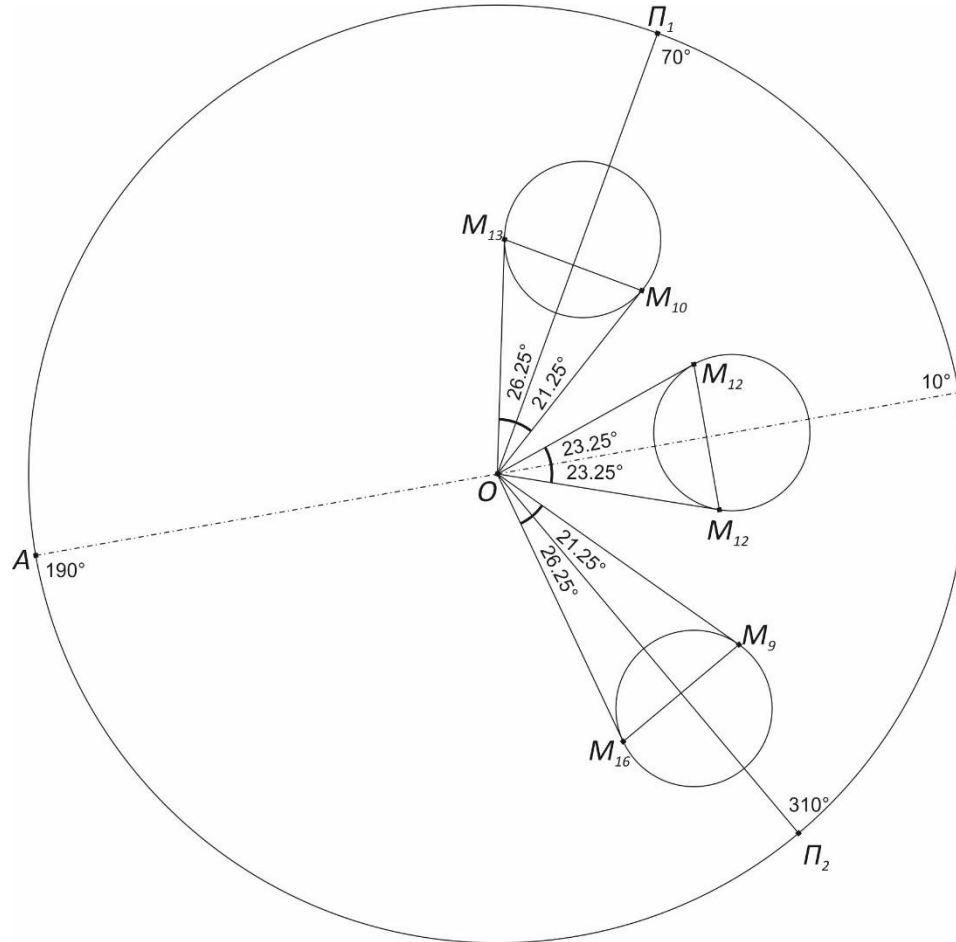
¹¹⁹ O, Pedersen, **a.g.e.**, s.313-314.

¹²⁰ Parts. $R = 60^p$ standart kabuldür. Batlamyus kirişler tablosunu buna dayanarak kurmuştur. Bkz: G. Toomer, **a.g.e.**, s. 8.

M ₁₆	2 Şubat 141	283°,5	310°	26°,5 B
M ₁₀	4 Haziran 134	48°,75	70°	21°,25 B
M ₁₃	4 Haziran 138	97°	70°,5	26°,5 D

M₉ ve M₁₆ göz önüne alındığında karşılıklı iki uzanım toplandığında (21,25° + 26,5°) = 47,75° elde edilir. Aynı işlem M₁₀ ve M₁₃ için de tekrarlandığında aynı sonuca ulaşılır: 47,75°

Bulgular karşılaştırılıp incelendiğinde yerberi olarak varsayılan M₁₂ gözleminde dış çember merkezine karşılık gelen açı 46,5°, yeröteden 120° uzaklıkta bulunan 47,75° değerinden küçüktür. 10°'de dış çember yarıçapına karşılık gelen 23,25°'lik açının, 70° ve 310°'de yarıçapa karşılık gelen 23,875°'den küçük olduğu aşikârdır. Oysa yerberide gezegen Dünyaya en yakın konumdadır ve dolayısıyla dış çember açısının en büyük olması beklenir. Bu işlemler ışığında Merkür'ün yeröteden ± 120° uzaklıkta iki yerberisi olduğu anlaşılır: Π₁ = 70°, Π₂ = 310°

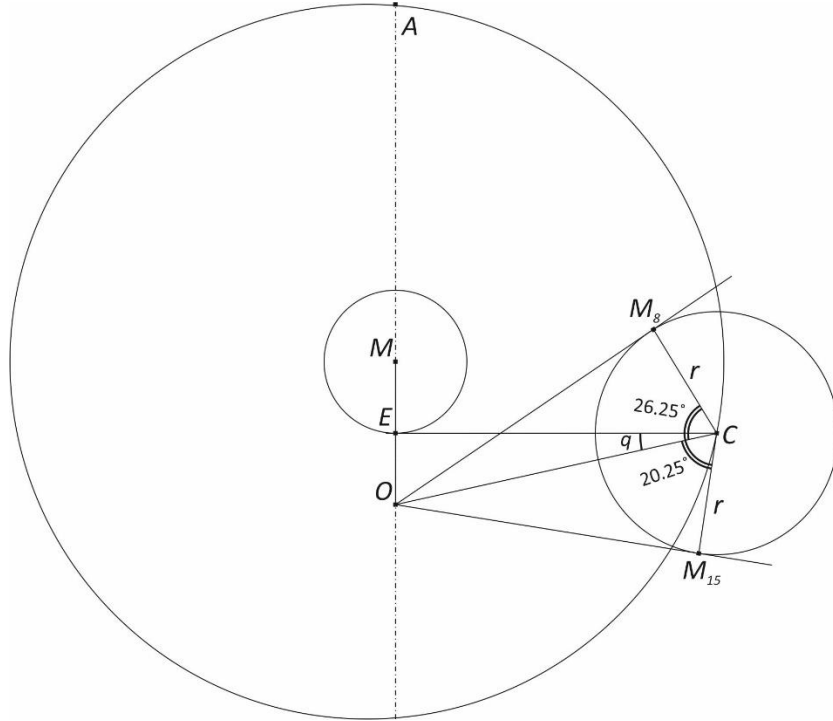


Şekil 2.3. Merkür'ün iki yerberisi

2.6. DENGİ NOKTASI

Merkür hariç bütün gezegen modellerinde dairesel hareketin merkezi olan *E denge noktası (ekuant)* ile Dünya arasındaki uzaklık $2e$ iken, Merkür modelinde e 'dir. Dairesel hareketin merkezini tespit etmek için Batlamyus Güneş ile yeröte arasındaki mesafenin yaklaşık 90° olduğu M_8 ve M_{15} gözlemlerinden yararlanmıştır:¹²¹

Gözlem	Jülyen Takvimi	$\lambda_{\text{Merkür}}$	$\lambda_{\text{Güneş}}$	Uzanım
M_8	4 Haziran 130	$126^\circ,33$	$100^\circ,05$	$26^\circ,25D$
M_{15}	5 Temmuz 139	$80^\circ,05$	$100^\circ,33$	$20^\circ,25B$



Şekil 2.4. Denge Noktası

Denge noktasının Dünya'dan uzaklığını OE elde etmek için q açısı¹²² ve Dünya-dış çember OC uzaklığını hesaplamak yeterlidir. Modelde denge noktasının Dünyaya uzaklığı dış merkeziğe eşittir: $e = 3^p$.

¹²¹ Bu şekilde dış tekerleme dairesi merkezi denge noktasının tam karşısında yer alır.

¹²² q açısını hesaplamak için bkz: Pedersen, **a.g.e.**, s. 304.

$$\sin(23,25) = \frac{22^p,5}{|OC|} \rightarrow |OC| = 22^p,5 \times \sin(23,25) = 56,98$$

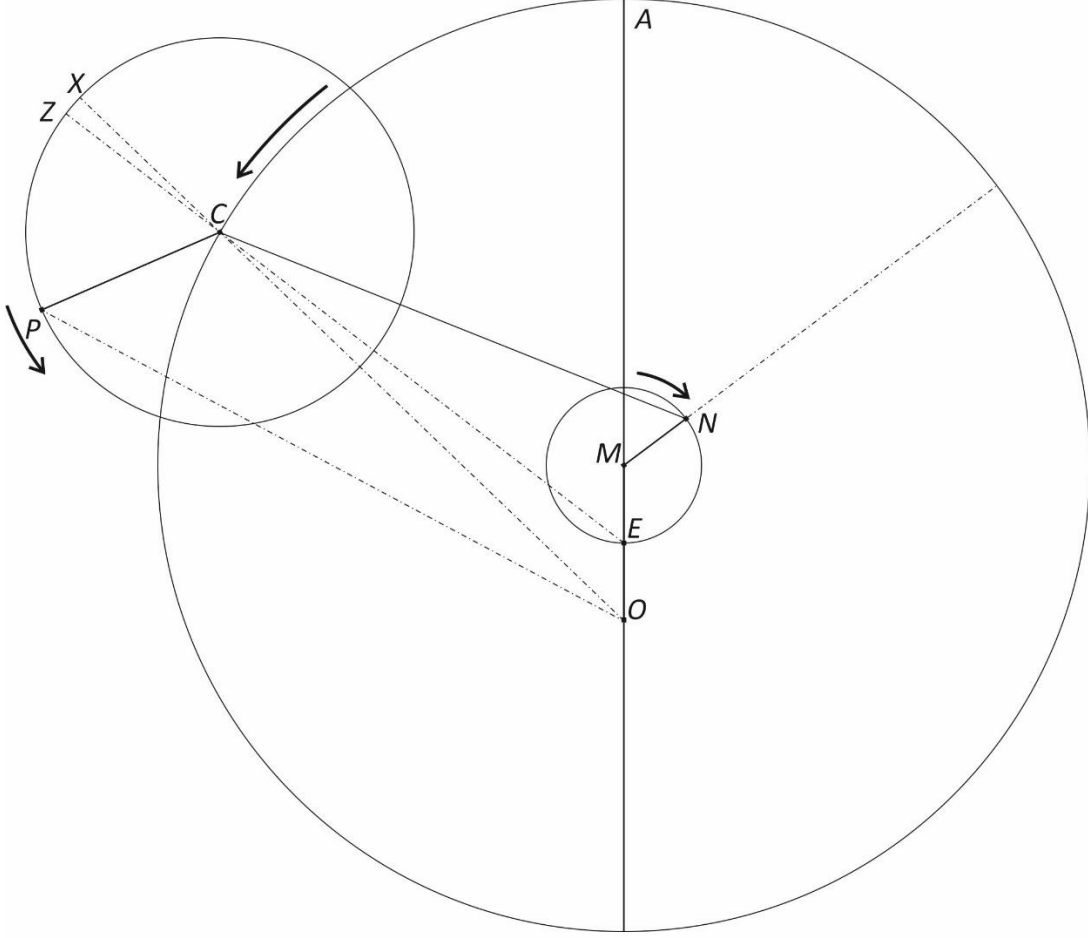
$$\angle q = \frac{1}{2} \cdot \{(\lambda_{\text{Merkür}} - \lambda_{\text{Güneş}})_{M_8} - (\lambda_{\text{Merkür}} - \lambda_{\text{Güneş}})_{M_{15}}\} = \frac{1}{2} \times \{26,25 - 20,25\} = 3^\circ$$

$$|OE| = OC \cdot \sin(3) = 2,983^p \approx 3^p$$

2.7. GEOMETRİK MODEL

Batlamyus'un dış gezegenler ve Venüs için önerdiği model, yeröte ve yerberiden geçen apsis çizgisi referans alınarak inşa edilmiştir. Merkür ise 1 yeröte ve 2 yerberiyeye sahiptir. Batlamyus benzer bir problemle daha önce Ay kuramında da karşılaşmış ve bu kuramdan esinlenerek bir çözüm üretmiştir: tutulum ile eş merkezli olan ve taşıyıcı çemberin merkezini taşıyan N merkezli hareketli bir daire eklenmiştir¹²³.

¹²³ Pedersen bu daireyi "hareketli bir taşıyıcı çemberin kinematik düzeneği" olarak tanımlar. Bkz: O, Pedersen, **a.g.e.**, s.315.



- M: Denge Noktası
 E: Taşıyıcı Çemberin Merkezi
 O: Dünya'nın Merkezi
 N: Hareketli Taşıyıcı Çemberin Merkezi
 A: Yeröte
 C: Dış Çember Merkezi
 X: Dış Çemberin Gerçek Yerötesi
 Z: Dış Çemberin Ortalama Yerötesi
 P: Gezegen

Şekil 2.5. Merkür Modeli¹²⁴

Merkezi N hareketli taşıyıcı çember batı-doğu yönünde dış çember merkezi ile aynı hızda devinim yapar. Dairenin üzerinde taşıyıcı çemberin merkezi N noktası yer alır. Dış çember doğu-batı yönünde 0,985556 hız ile taşıyıcı çember üzerinde hareket eder. Merkür ise dış çember üzerinde doğu-batı yönünde $\omega_m = 3,106667$ hız ile devinim yapar.

¹²⁴ O. Pedersen, **a.g.e.**, s. 316.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ALİ KUŞÇU'NUN YENİLİKÇİ MERKÜR MODELİ

3.1. HAYATI ve ESERLERİ

Kelam, matematik, astronomi bilgini olan Kuşçu-zâde Ebû'l-Kâsım Alâüddîn Ali b. Muhammed XV. yüzyıl Semerkand alimidir. Semerkand matematik-astronomi okulunu Osmanlıdaki en önemli temsilcilerindendir. Kuşçu lakabıyla ilgili iki rivayet vardır: babası, Uluğ Bey'in doğancıbaşısı olduğu için Kuşçu lakabıyla tanınmıştır. Diğer bir rivayette ise aralarındaki yakın ilişkiden dolayı Uluğ Bey'in bazen kuşunu Kuşçu'nun koluna kondurmasından kaynaklıdır.

Zamanının Batlamyus'u olarak bilinen¹²⁵ Kuşçu'nun ilmi birikimi Semerkand'da şekillenmiş, temel matematik-astronomi bilgilerini Uluğ Bey, Kadızâde-i Rûmî ve Gıyâseddin Cemşîd el-Kâşî'den (ö. 1429) almıştır. Meraga'dan sonra kurulan en büyük rasathane olan Semerkand Rasathanesi, İslam dünyasındaki astronominin gelişiminde önemli bir yer teşkil eder. Cemşîd el-Kâşî'nin babasına yazdığı mektuplardan anlaşıldığı kadarıyla Timur hükümdarı Uluğ Bey küçük yaşlarda Nasîrüddin Tûsî'nin kurduğu Meraga Rasathanesi'ni (1259) gezmiş ve çok etkilenmiş, Semerkand rasathanesini kurması da bu ziyaretin etkisi neticesinde gerçekleşmiştir.¹²⁶ Mektuplarda işaret edilen bir diğer husus Semerkand'da güçlü bir alim kadrosunun varlığıdır. Hem Uluğ Bey'in matematik-astronomiye yakın ilgi göstermesi hem de orada bulunan alimler; Semerkandda ilimlerin bu derece gelişmesinin kanıtı niteliğindedir.¹²⁷ Temelde İbnü'l-Heysemci anlayışı benimseyen Semerkand matematik-astronomi okulunda verilmiş en önemli eserlerden olan *Zîc-i Uluğ Bey* eserinin mukaddimesinde ismi zikredilen Cemşîd el-Kâşî, Semerkand medresesinin baş hocalığını yapmış Kadızade ve 'faziletli oğlum' ve 'sırdaşım' dediği Ali Kuşçu'nun *Zîc*'e katkısının büyük olduğu düşünülmüştür.¹²⁸ Uluğ Bey'in oğlu tarafından öldürülmesinin ardından ilmi faaliyetler kesintiye uğramış ve alimler çeşitli coğrafyalara göç etmişlerdir. Verdikleri eserler ve yetiştirdikleri öğrenciler bu coğrafyaları da aşmış ve İslam dünyasının yanında Hint, Çin ve Avrupada da ilmi faaliyetlerin gelişmesine

¹²⁵ V. V. Barthold ve V. and T. Minorsky, *Ulugh-Beg, Four Studies on the History of Central Asia*, C. 2, 1963, s. 131.

¹²⁶ A. Sayılı, *Uluğ Bey*, s. 80.

¹²⁷ İ. Fazlıoğlu, *a.g.m.*, s. 20.

¹²⁸ İ. Fazlıoğlu, *a.g.m.*, s. 17.

kayda değer bir katkıda bulunmuşlardır.¹²⁹ Semerkand ekolü Fethullah eş-Şirvânî (ö. 1486) ve Ali Kuşçu vasıtasıyla Osmanlı bilim dünyasının şekillenmesinde belirleyici isimlerinden olmuştur.

Kuşçu, Semerkand'da ilim tahsilini tamamladıktan sonra gizlice Kirman'a gidip oradaki alimlerden ders almış ve tekrar Semerkand'a dönünce *Risale fi Hall Eşkâl Muaddil li'l-Mesîr* eserini Uluğ Bey'e sunmuş ve beğenisini kazanmıştır.¹³⁰ Uluğ Bey'in Semerkand rasathanesinin inşa ettirmesinin ardından *Zîc-i İlhânî*'nin tashihi için kısa bir süre rasathanede çalışmıştır. Uluğ Bey'in oğlu tarafından öldürülmesinden sonra hacca gitmek bahanesiyle Timur sarayından ayrılmış ve Herat'a gitmiştir. Burada *Şerhu't-Tecrîd* eserini kaleme almış ve İlhanlı hükümdarı Sultan Ebu Said Bahadır Han'a takdim etmiştir. Sultan'ın Akkoyunlu hükümdarı Uzun Hasan'a yenilgisinden sonra Tebriz'e gitmiş ve Uzun Hasan'dan ilgi ve itibar görmüştür. İstanbul'a elçi olarak gönderildiğinde II. Mehmed'in hizmetinde çalışması teklifi üzerine görevini tamamladıktan sonra tekrar İstanbul'a dönmüş ve büyük törenlerle karşılanmıştır. Beraberinde getirdiği eserler ve yetiştirdiği talebelerin Osmanlı biliminin şekillenmesindeki rolü büyüktür. İstanbul'a geldiğinde Fatih'in huzurunda, ona ithâfen kaleme aldığı eseri *Risâle el-muhammediye fi-hisâb*'ı sunmuştur. Sahn-ı Seman Medresesi'nde ders vermiş, Otlukbeli muharebesinden sonra Ayasofya Medresesine müderris tayin edilmiştir. 1474 yılında İstanbul'da vefat eden Kuşçu'nun kabri Eyüp Sultan Türbesi haziresindedir.¹³¹

Ali kuşçu kelam, dil, astronomi, matematik gibi birçok alanda eserler kaleme almıştır. Astronomi alanında onun yazdığı kesin olan yedi çalışması vardır, iki eserin Kuşçu'ya aidiyeti net değildir:

- i. Salih Zeki'ye göre Kuşçu'nun en önemli astronomi eseri *Şerh-i Zîc-i Uluğ Bey*'dir.¹³² Kuşçu şerhte Zîc'deki yanlışları tashih etmiş, mukaddimesinde yer alan problem ve teoremlerin ispatını yapmıştır. Şerhin on iki adet nüshası tespit edilmiştir.
- ii. 1458 yılında Semerkand'da Farsça yazılmış *Risâle der ilm-i Hey'e* ders kitabı niteliğinde bir eser olup dünya üzerinde seksenden fazla kopyası bulunmaktadır. Bir

¹²⁹ İ. Fazlıoğlu, **a.g.m.**, s. 21.

¹³⁰ C. Aydın, *Ali Kuşçu*, **DİA**, C. 2, s. 408-410.

¹³¹ İ. Fazlıoğlu, *Ali Kuşçu*, **İslam Düşünce Atlası**, <https://www.islamdusunceatlasi.org>, Erişim tarihi:21.04.2021.

¹³² S. Zeki, **Âsâr-ı Bakiye**, C. 1, 1913, s. 198.

mukaddime ve iki makaleden oluşan risaleye yazılan iki şerhten biri *Muşlihiddîn el-Lârî*'ye aittir ve bu şerh Osmanlı Medreselerinde okutulmuştur.¹³³

iii. *Şerh ale't-tuhfeti's-şâhiyye fi'l-hey'e* Kutbüddîn-i Şîrâzî'nin kuramsal astronomi konulu *el-Tuhfetü's-şâhiyye fi'l-hey'e* adlı eserine yazılan şerhtir.

iv. Yer ve Güneş'in hareketlerini konu alan *Risâle fi asli'l-hâric yumkin fi el-sufliyyeyn* adlı eserinde, konu üzerinde çalışmış Batlamyus ve öncülleri olan İslam astronomlarının fikirlerinin incelenmesi yer alır.

v. 1473'te kaleme alınan astronomi eseri *el-Fethiyye fi ilmi'l-hey'e*, Otlukbeli galibiyetinin ardından Fatih'e takdim edilmiş, Osmanlıda ders kitabı olarak okutulmuştur. Torunu Mîrim Çelebi (ö. 1525) ile talebesi Sinanuddin Yusuf (ö. 1506) eseri ayrı ayrı şerhetmişlerdir. Muinuddin el-Huseynî tarafından farsçaya ve Seydî Ali Reis (ö. 1563) tarafından Türkçe'ye tercüme etmiştir. Eser ikinci kez Seyyid Ali Paşa (ö. 1846) tarafından muhtasar olarak Türkçe'ye aktarılmıştır. Kuşçu, *Şerh el-Tecrîd*'de ortaya koyduğu ilkeleri takip etmiş ve diğer eserlerinden farklı olarak Aristoteles fiziği üzerine bir giriş yazmamıştır.

vi. Merkürün hareketleri hakkında *Fâ'ide fi Eşkâli Utarid* isimli eseri Arapça kaleme almıştır. Batlamyus'un Merkür'e ilişkin çalışmalarını ele alıp, görüşlerinin bir kısmını eleştirir.

vii. 1420 -1449 yılları arasında kaleme alındığı düşünülen *Risâle fi Hall Eşkâl Muaddil li'l-Mesîr*¹³⁴ adlı eser tezin odak noktasını oluşturmaktadır. Kuşçu, Batlamyus'un Merkür'ün hareketleri konusunda fikirlerini eleştirmiş ve gözlemler ile uyumlu yenilikçi bir model önermiştir. Bu risale Semerkand matematik-astronomi okulunun kuramsal astronomi alanındaki nadir çalışmalardan¹³⁵. İbnü'l-Heysen ile başlayan tenkid geleneğinin XV. yüzyıl ve sonrasında devam ettiğinin kanıtıdır. Eserin nüshaları aşağıdaki tabloda verilmiştir.¹³⁶ Topkapı nüshası hariç tüm nüshaları incelenmiştir.

¹³³ C. Aydın, **a.g.m.**, s. 408-410.

¹³⁴ Taşköprülüzade kuşçunun biyografisinde bu eserin Ay'ın problemlerinin çözümüne ilişkin olduğundan bahsetmiştir. Fakat risalede aydan bahsedilmemektedir. Saliba taşköprüzadenin ufak bir yanlışlık yapmış olabileceğini belirtir. Bkz.: G. Saliba, *Al-Qushjî's reform of the Ptolemaic model for Mercury*, s. 164.

¹³⁵ İ. Fazhoğlu, *Ali Kuşçu, İslam Düşünce Atlası*, <https://www.islamdusunceatlasi.org>, Erişim tarihi:21.04.2021.

¹³⁶ Saliba'ya göre Kalküta'da Library and Museum of the Asiatic Society A-1482'de tanımlanmamış bir kopyası daha mevcuttur. Bkz.: G. Saliba, **a.g.m.**, s. 163.

Kütüphane	Koleksiyon	Numara
Beyazıt Yazma Eser Kütüphanesi	Veliyüddin Efendi	3226/2
Bursa İnebey Yazma Eser Kütüphanesi	Hüseyin Çelebi	751/7
Süleymaniye Yazma Eser Kütüphanesi	Carullah	2060/6
Süleymaniye Yazma Eser Kütüphanesi	Fatih	5396/4
Süleymaniye Yazma Eser Kütüphanesi	Fatih	3401/4
Topkapı Sarayı Müzesi Yazma Eser Kütüphanesi	III. Ahmed	3483/24

Tablo 3.1. Risale fi Hall Eşkâl Muaddil li'l-Mesîr Nüshaları

3.2. RİSALE Fİ HALL EŞKÂL MUADDİL LİL-MESÎR METNİ

3.2.1. Analiz

Ali Kuşçu *Risâle fi Hall Eşkâl Muaddil li'l-Mesîr*¹³⁷ (denge noktası probleminin çözümüne ilişkin risale) adlı eserinde sultana övgü içeren uzun bir giriş yaptıktan sonra Batlamyus'un Merkür'ün hareketlerine ilişkin tespitlerine yer verir, daha sonra modeldeki yanlışlıkları tespit edip kendi önerdiği düzeneğin detaylı anlatımını yapar. Risalenin analizi yapılırken önemli noktaların açıklığa kavuşturulması hedeflenmiştir. Bu bağlamda tırnak işareti içindeki ifadeler Ali Kuşçu'nun risalesinden özetlenerek alıntılanmış, sonra alıntılanan kısımlar ayrıntılı bir biçimde yorumlanmıştır.

Risalenin giriş kısmı Allah'a hamd ve Rasul'üne salavatın ardından Uluğ beyi övmeye ayrılmıştır. Dostluklarının ve aralarındaki yakın ilişkinin mahiyeti Uluğ Bey'in Zîc'in mukaddimesinde Kuşçu'dan 'faziletli oğlum' ve 'sırdaşım' olarak bahsettiğinden anlaşılabilir.¹³⁸ Kirman'a gizlice seyahatinden sonra Semerkand'a döndüğünde Sultan'a sunmak üzere, onu onurlandırmak için bu eseri takdim ettiğini anlaşılır. Ardından Batlamyus Merkür modelini anlatmaya başlar:

“Batlamyus Merkür'ün Güneş'in yükselmesi (doğuşu) ve alçalması (batışı), ileriye ve geriye doğru hareketi, iki kez durması, hızı, ve ortalama ve yavaşlama hareketi gibi oluşumlarına göre

¹³⁷ Bu tezde risalenin Carullah nüshası göz önünde bulundurularak tercüme ve analiz yapılmıştır.

¹³⁸ İ. Fazlıoğlu, *Osmanlı Felsefe-Biliminin Arkaplanı: Semerkand Matematik-Astronomi Okulu, Dîvân: Disiplinlerarası Çalışmalar Dergisi*, C. 14, s.17.

değişen halleri, yayların çeşitli büyüklükleri ve orta ve küçük hale gelmesi için geçen zaman gibi, uzun zaman aralıkları dışında ayrılmadıkları burçların belirli bölgeleri ile ilişkili değişen halleri olduğunu buldu.”

Burada Batlamyus'un Merkür'ün hareketlerine ilişkin tespitlerine yer verilmektedir;

- i. Merkür Güneşten en fazla 28° uzaklaşabildiği için ancak Güneş doğmadan hemen önce Güneşin batısında yükseldiğinde *helyak doğuş* yapar. Güneş battıktan hemen sonra Güneşin doğusunda yer aldığına *helyak batış* yapar.
- ii. Gezegenin batı-doğu yönünde hareket etmesi ileriye doğru hareket (*prograd*), sonra kısa bir süreliğine doğu-batı yönünde hareket etmesi geriye doğru hareket (*retrograd*) olarak isimlendirilir.
- iii. İleriye doğru hareketten geriye doğru harekete geçiş esnasında bir süre duruyormuş gibi görünürler, bu durum geriye doğru hareketten ileriye doğru harekete geçiş esnasında da geçerlidir. Sonuç olarak gezegen bir geriye doğru hareketi tamamlarken toplamda iki kez duruyor gibi görünür. Bu noktalar durak noktaları (*stationary points*) olarak isimlendirilir.
- iv. Gezegen denge noktasına göre tekdüze hareket eder fakat Dünyadaki bir gözlemciye göre gezegen bazen hızlı bazen yavaş hareket ediyormuş gibi görünür ve hızına göre aldığı yol değişir¹³⁹. Gezegen burçlar kuşağında hareket ederken yerberide daha hızlı yerberide ise daha yavaş hareket ediyormuş gibi görünür.

“İlk kategorideki ihtilafları/aykırılıkları dış çembere (episaykıl) dayandırdı.”

Kuşçu gezegen hareketlerinde var olan iki eşitsizlikten (*anomali*)¹⁴⁰ bahsetmiştir. Bir gezegenin tekdüze/sabit hareketten ayrılması *anomali* veya *eşitsizlik* olarak adlandırılır. Batlamyus bu eşitsizliklerin ilkinin sebebini dış çemberin hareketine, ikincisinin sebebi ise dış merkezliğe dayandırmıştır. Merkür gezegeninin hız-zaman ilişkisi 2020 Merkür gözlem verileri üzerinden ele alındığında Merkür'ün dönencel döngüsünü 1 Ocak-24 Aralık tarihleri arasında, yani 358

¹³⁹ Kepler'in 2. kanununa göre gezegenler yörüngeleri etrafında eşit zaman aralıklarında eşit alanlar tararlar. Kütle çekim yasaları da göz önüne alındığında Merkür elips yörünge üzerinde tekdüze değil, farklı hızlarla hareket etmektedir. Güneş'e yaklaştıkça hızlanır, uzaklaştıkça yavaşlar.

¹⁴⁰ Evans iki eşitsizlik (two inequalities) olarak zodyaksal ve geriye doğru hareket eşitsizliğinden bahseder. Bkz: J. Evans, *a.g.e.*, s. 340.

günde tamamladığı görülmüştür. 358 günde ortalama hız 360° için günde yaklaşık $0,995^\circ$ derecedir. Tablo 1.2 incelenecek olursa Merkür'ün 1 yıl içerisinde 228 gün hızlı ve 130 gün yavaş hareket ettiği görülür. Yani Kuşçunun da ifade ettiği gibi ortalama hareket ve en hızlı hareket arasında geçen zaman daima ortalama hareket ve en yavaşı arasında geçen zamandan büyüktür. Batlamyus ilk eşitsizlik, *Güneş anomalisi* ya da *zodyaksal anomali* olarak bilinen bu durumun dış çemberden kaynaklandığını ifade etmiştir. İkinci eşitsizlik ise dış merkezlikten kaynaklı olarak dış çemberin üzerinde gezegenin hareket etmesi ile ortaya çıkar. Dış çemberin ve gezegenin hareketinin toplamı hem ileriye doğru hem de geriye doğru hareket ürettiği için gezegenin deviniminde tekdüzelik söz konusu değildir.

“Peşpeşe gözlemlerini inceledikten sonra, yeröte noktasının tıpkı sabit yıldızların hareket ettiği gibi burçlar kuşağında ilerlediğini buldu.”

Dünya'nın şekli tam bir küre olmadığından dolayı dönüşü esnasında yalpalama (*precession*) meydana gelir. Bir topacın kendi eksenini etrafında yaptığı dönüşü sırasındaki devinim gibidir. Bu devinim Dünya için 26.000 yılda bir tamamlanır.¹⁴¹ Bu bağlamda ilkbahar noktası tutulum dairesi üzerinde, sabit yıldızlara göre batı yönünde sürekli olarak ilerler. Batlamyus'a göre apsis çizgisi de ekliptik merkezinden burçlar kuşağının tersi yönünde tıpkı sabit yıldızlar gibi yalpalama ile aynı oranda hareket eder; 100 yılda 1° .

“Yerberi noktalarının ikizler burcunun 10° ve kova burcunun 10° , yeröte noktasının terazi burcunun 10° olduğu bilinir.”

Burçlar kuşağını her biri 30° uzunluğunda 12 bölgeye ayırıp bu bölgelere takımyıldızların isimlerinin verilesi ile oluşan sistem *zodyaksal koordinat sistemi* olarak bilinir.¹⁴² Mezopotamyalıların oluşturduğu bu sistemde¹⁴³ derecelendirme her takımyıldız ile 0° 'den başlar. Takımyıldızlar sırasıyla koç, boğa, ikizler, yengeç, aslan, başak, terazi, akrep, yay, oğlak, kova ve balık şeklindedir. Kuşçu da risalede bu sistemi kullanmıştır. Yerberi noktalarının ikizler burcunun 10° ve kova burcunun 10° geçtiğini ifade ederken 70° ve 310° dan geçtiği kastedilir. Apsis çizgisinin ise koç burcunun 10° ve terazi burcunun 10° 'sinden, yani 10° ve 190° dan

¹⁴¹ Bu yalpalama hareketinin sonucu olarak yaklaşık olarak 13000 yıl sonra kutup yıldızı Polaris iken yarım tur presesyon hareketi sonrasında yerini Vega yıldızına bırakacaktır.

¹⁴² J. Evans, **a.g.e.**, s. 39.

¹⁴³ V. yüzyılda Yunan, Roma, Hindistan ve Helenistik Mısır'a aktarılmıştır.

geçtiğini belirtir. Merkürün bu boylamlardan geçtiği gözlemler incelenip bu konumlarda uzanım değerleri karşılaştırıldığında dış çemberin en küçük görüldüğü konum olan yeröte noktasının 190° olduğu çıkarımı yapılmıştır. Taşıyıcı çemberin merkezinin apsis çizgisinin üzerinde değil, dış çemberin merkezinin Dünyaya en yakın olan yerberi noktalarından ve yeröte noktasından geçebilecek şekilde hareketli bir merkezi olması gerektiğini ifade eder. Sonuç olarak taşıyıcı çemberin merkezini *Müdür* adı verilen bir dairenin üzerine yerleştirir. Dış çemberin hareketinin tekdüze olduğu nokta olarak ifade edilen denge noktasının ise Dünya'nın ve Müdür'in merkezinin arasında olmalıdır. Aşağıdaki tabloda Batlamyus modelinin özellikleri ve sayısal verileri yer almaktadır:

BATLAMYUS MERKÜR MODELİ				
	Hız	Yön	R	Tekdüze
Taşıyıcı Çember	2.0,98= 1,96	Batıdan doğuya (burçlar yönünde)	60	Denge Noktası
Dış Çember	3,10	Batıdan doğuya	22,5	Taşıyıcı Çember merkezi
Müdür	0,98	Doğudan batıya	3	Kendi merkezi
Pareklipitik			91,5	

Tablo 3.2. Batlamyus Merkür modelinin parametreleri

Kuşçu Batlamyus'un Merkür'ün devinimini modellemek için gereken parametrelerin çıkarımından ve düzeneğin karakteristiğinden bahsettikten sonra, sisteme hangi açılardan itirazların yükseldiğini anlatır.

“İtirazların ilki bir gök cisminin kendi devini merkezi dışında bir nokta etrafında tekdüze hareket etmesidir.”

İlk problem bir cismin tekdüze hareket merkezinin kendi devinim merkezinin dışında bir nokta olmasıdır. Merkür modelinde taşıyıcı çember kendi geometrik merkezine göre bazen yavaş bazen hızlı hareket ediyor gibi görünür. Batlamyus bu sorunu ortadan kaldırmak için sisteme bir *denge*

noktası ilave etmiştir. Denge noktası çemberin kendi merkezinden kaydırılan ve tekdüze hareketin merkezi olan noktadır.

“İkinci itiraz gezegenin hareket merkezine ilişkindir.”

Gezegen hareketlerinde gözlenen düzensizlikleri geometrik olarak modellemek için sisteme yeni çemberler eklenmiş, ya da çemberler merkezden kaydırılmıştır (*dış merkezlik*). İkinci itiraz taşıyıcı çemberin hareketi denge noktasına göre, Müdür’in hareketi ise kendi merkezine göre tekdüze olmasıdır. Dış çember ve bu çemberlerin hareketlerinin toplamı gezegenin hareketinden sorumludur. Fakat bunların hareket merkezi çakışmamaktadır.

Kuşçu’nun metinde yer verdiği itirazlar, kurulan düzeneğin gözlemlerle tutarsızlığı ve görünen hareketleri açıklamak için inşa edilen düzeneklerin matematiksel hassaslığı sağlamaması üzerinedir. Risalede de görüleceği gibi Kuşçu, Batlamyus astronomisine Aristoteles fiziğine uyumlu olup olmaması açısından bakmaz. Nitekim bu risaleyi Uluğ Bey’e takdim etmeden önce Kirmandayken Tûsî’nin *Tecrîdü’l-keîâm*’ına şerh olarak kaleme aldığı *Şerhu’-t-Tecrîd el-Akâid* eserinde astronominin felsefeye ihtiyacı olmadığını, evren modeli için gerekli olan tüm küreler düzeneğinin sadece geometri, makul varsayımlar, uygun hükümler ve geçici hipotezler kullanılarak inşa edilebileceğini söylemiştir.¹⁴⁴ Hatta Aristoteles ilkeleri ile sınırlı bir evren kurma zorunluluğu olmadığı için Dünya’nın dönmesi konusunu da tartışmış ve gözlemler neticesinde Dünya’nın hareket edip etmediğinin anlaşılamayacağı, fakat döndüğünü farzetmekte bir yanlışlık olmadığını belirtmiştir.¹⁴⁵

Batlamyus sistemine getirilen itirazlardan bahsettikten sonra Kuşçu bu itirazlara karşı Merkür’ün modellenmesindeki sorunlara çözüm olarak kendi inşa ettiği modeli öne sürer:

“Düzeneğe iki dış çember ekleyerek ve feleklerin merkezini değiştirerek bu itirazları çürütmek mümkündür.”

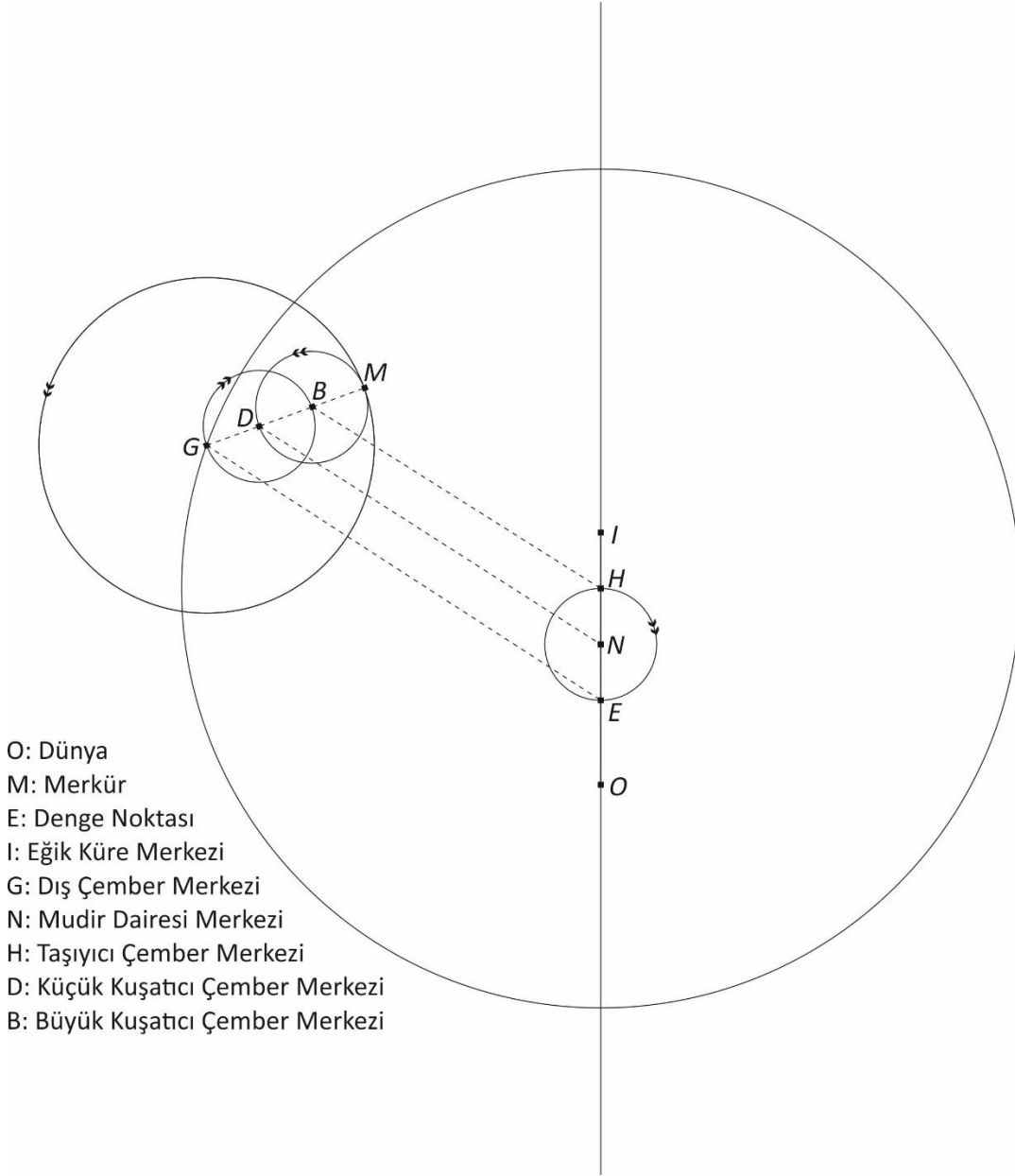
¹⁴⁴ F. J. Ragep ve Alî al-Qūshjī, *Freeing Astronomy from Philosophy: An Aspect of Islamic Influence on Science*, *Osiris*, C. 16, 2001, s. 62. Kuşçu’nun doğa felsefesinden bağımsız astronomi kavramı, *Risale el-Fethiyye*’de de görülür; Eserinin giriş kısmında doğa felsefesinden bahsetmez, yalnızca kuramsal astronomi çalışmak için gerekli geometrik bilgiye yer verir. Bkz.: H. Umut, *Theoretical Astronomy in the Early Modern Ottoman Empire: ‘Alî al-Qūshjī’s Al-Risāla al-Fathīyya*, Montreal, 2019, s. 545-546.

¹⁴⁵ F. J. Ragep, *a.g.e.*, s. 62.

Bu bağlamda Kuşçu Müdür küresinin merkezini Batlamyus'un modelinde varolan konumdan 1,5 birim aşağıya taşımış ve yarıçapını 1,5 birim olarak değiştirmiştir. Bu şekilde Dünya ile Müdür merkezi arasındaki uzaklık 4,5 birim olarak belirtilir. Taşıyıcı çemberin yerötesi üzerinde ise *büyük kuşatıcı çember* ve *küçük kuşatıcı çember* olarak isimlendirdiği iki dış çemberin merkezi yer alır. Bu daireler Batlamyus'un modelinde yer alan dış çemberin içine yerleştirilmiştir. Dış çemberin merkezi küçük kuşatıcının yerötesinde (*apex*), küçük kuşatıcının merkezi büyük kuşatıcının yerötesinde, büyük kuşatıcının merkezi ise taşıyıcı çemberin yerötesinde bulunur. Düzenekte yer alan çemberlerin birimlerinin taşıyıcı çemberin 60 birimlik yarıçapı cinsinden olduğu ifade edilir. Dış çemberin yarıçapı Batlamyus'un kurduğu düzenekte 22,5 birim iken Kuşçu'nun düzeneğinde bu yarıçap 4,5 birim büyüklüğündedir¹⁴⁶. Küçük kuşatıcı çemberin merkezinin eğik kürenin (*inclined*) üstünde yer aldığı, eğik kürenin ise merkezi taşıyıcı çemberden, onun yerötesi yönünde 1,5 birim uzaklıkta olan bir küre olduğu belirtilmiştir. Eğik küre Kûşyâr ibn Labbân'ın (ö. 1029) astronomi sözlüğünde 'merkezi, ekliptik kürenin merkezi ile aynı olan ve düzlemi ekliptiğin düzlemine göre eğimli küre' şeklinde tanımlanır.¹⁴⁷ Kuşçunun Merkür modeli aşağıdaki şekilde gösterilmiştir:

¹⁴⁶ Kuşçu bu değeri vermemiş, metinde yer alan bilgiler ışığında çıkarım yapılmıştır.

¹⁴⁷ M. Bagheri, *Kushyar ibn Labban's Glossary of Astronomy, Sources and Commentaries in the Exact Sciences (SCIAMVS)*, C. 7, s. 149.



Şekil 3.1. Kuşçu'nun Merkür Modeli

Bütün bu değerler göz önüne alındığında yerötenin hareketinden sorumlu olan paralelğin¹⁴⁸ uzunluğu;

$$ON + NH + HG + GM = 4,5 + 1,5 + 60 + 4,5 = 70,5 \text{ birimdir.}$$

¹⁴⁸ Kuşyar sözlüğünde ise paralel, tutulum düzleminde yer alan tutulum merkezli bir daire olarak tanımlanır. Bkz.: M. Bagheri, a.g.e., s. 149.

Kuşçu'nun sisteminde yer alan çemberlerin yerleşim düzeni ve uzaklıklarının ardından hareketlerinin özellikleri ile ilgili bilgi verilir. Risalede verilen bilgiler ışığında aşağıdaki tablo oluşturulmuştur:

KUŞÇU MERKÜR MODELİ					
	Hız	Yön	Yarıçap	Tekdüze Hareket	Merkez
Taşıyıcı Çember	2x0,98= 1,96	Batıdan doğuya (burçlar yönünde)	60	Kendi merkezine göre	H
Dış Çember	1,96	Doğudan batıya	4,5	Kendi merkezine göre	G
Müdür	0,98	Doğudan batıya(sağ)	1,5	Kendi merkezine göre	N
Küçük Kuşatıcı çember	0,98	Doğudan batıya	1,5	Kendi merkezine göre	B
Büyük Kuşatıcı çember	2x0,98= 1,96	Batıdan doğuya	1,5	Kendi merkezine göre	D
Parekliptik			70,5		

Tablo 3.3. Ali Kuşçu'nun Merkür modelinin parametreleri

“Kuşatıcı Küre Prensibinde açıklandığı gibi taşıyıcı çember ve büyük kuşatıcının merkezlerinin hareketi, denge noktası ve dış çember merkezinin hareketi, Müdür ile küçük kuşatıcının merkezinin hareketi birbirine göredir.”

Kuşatıcı Küre Prensibi olarak bahsedilen teorem Urdî'nin kuramıdır. ¹⁴⁹ Kuşçu bu teoremi Merkür modeli üzerinde eklediği kuşatıcı çemberler ile uygulamıştır. Bu bağlamda Şekil 3.1'de verildiği gibi D N 'ye göre tekdüze hareket ederken B H 'ye göre tekdüze hareket eder. Büyük

¹⁴⁹ Saliba Şîrâzî'nin *Nihayetü'l-idrak fî dirayetü'l-eflak ve el-Tuhfeti's şahiyye* eserlerinde Urdî'nin teoreminden Kuşatıcı Küre Prensibi olarak bahsettiğini söyler. Bkz.: G. Saliba, *Al-Qushjî's reform of the Ptolemaic model for Mercury*, **Arabic Sciences and Philosophy**, c. 3(2), s. 184.

kuşatıcının hareketi taşıyıcı çemberin hareketi ile aynı yönde ve aynı hızdadır. Küçük kuşatıcı ise 3 birim yarıçaplı (dış çember-kendi merkezi) bir dairesel yörüngede hareket eder. Urdî kuramına göre $D N$ 'ye göre tekdüze hareket ediyorsa G de E 'ye göre tekdüze hareket etmektedir.

“...cumhur bu daireye taşıyıcı çemberin ekvatoru demiştir.”¹⁵⁰

Kuşçu taşıyıcı çemberin *ekvator dairesini* tanımlar. Tanıma göre bu dairenin merkezi Müdür'in merkezinden yerötesi yönünde 1,5 birim uzaklıktadır. 3 birimlik yarıçapta doğu-batı yönünde hareket eden bu dairenin çevresi boyunca bir ekvatoru üzerinde ise dış çember merkezi hareket eder. Taşıyıcı çemberin ekvator dairesi H merkezli ve 3 birim yarıçapa sahiptir¹⁵¹. Anlaşıldığı kadarıyla ekvator dairesi olarak tanımlanan daire taşıyıcı çemberin merkezinin hareket ettiği dairedir.

“Küçük kuşatıcı çemberin üzerinde, dış çember ile aynı hızda ve ters yönde hareket eden, çemberin yerberi ve yeröte noktasına ulaşmasıyla dış çember merkezi ile kesişen bir nokta farzediyoruz.”

Ekvator dairesi küçük kuşatıcı çember örneği ile anlatılmaya çalışılmıştır. Merkezi 3 birimlik çap boyunca hareket eder.

“Dış çemberin merkezi yeröte ve yerberi noktaları dışında taşıyıcı çemberin ekvator dairesinden sapar. En büyük sapma $4'$ dir.”

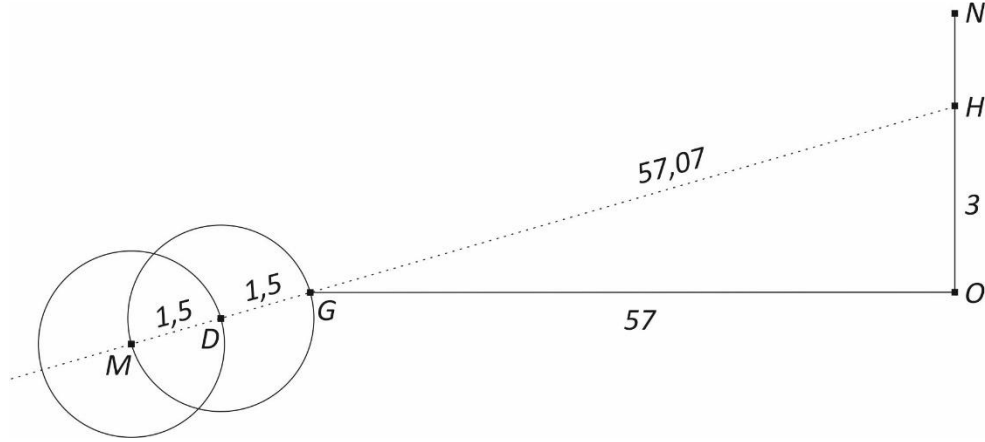
Dış çemberin merkezi Müdür'in yerötesi ve yerberisi üzerinde iken taşıyıcı çemberin ekvator dairesi üzerinde olacaktır. Merkezi yeröte ve yerberi hariç bu daireden sapar. En büyük sapma ise yeröteden 90° uzaklıkta iken gerçekleşir. Bu dairenin merkezi ile dış çemberin merkezi arasındaki uzaklık o dairenin yarıçapından daima büyüktür. Bu miktar küçük kuşatıcının kirişlerinden birinin karesi miktarıdır. Dörtlüğe ulaştığında bu miktar zaten r^2 dir.

“Merkür'ün uzaklığı hesaplanırken dış çember ve denge noktası arasındaki uzaklık göz önünde bulundurulmalıdır.”

¹⁵⁰ Risalede geçen *mintaka* terimi *ekvator* ile eşdeğerdir. Tûsî bir kürenin ekvatorunu, o kürenin kutuplarına eşit uzaklıkta olan büyük daire olarak tanımlamıştır. *Mintaka* ekvator ile eşmerkezli ve eşdüzlemlidir fakat aynı yarıçapa sahip değildir. Ekvator dairesi taşıyıcı çemberi taşıyan saydam kürenin içindedir. Saydam küreler belirli bir kalınlığa sahip oldukları için yarıçapı deferentin yarıçapından küçük olmalıdır. Bkz.: F. J. Ragep, *Nasir al-Din al-Tusi's Memoir on Astronomy (al-Tadhkira fi ilm al-hay'a)*, C. 2, 1993, s. 435.

¹⁵¹ Batlamyus'un modelindeki Müdür dairesi.

Kuşçu Merkür'ün konumundan net olarak bahsetmemiştir. Urdî'nin kuramı ve modele eklenen dış çemberler göz önünde bulundurulduğunda Merkür'ün büyük kuşatıcı çember üzerinde olduğu farzedilebilir. Bu durumda Merkürün uzaklığı dörtlük durumunda iken $57^2 + 3^2$ 'nin¹⁵² kareköküne küçük kuşatıcı çemberin çapının eklenmesiyle 60,07 olarak bulunur.¹⁵³



Şekil 3.2. Merkür'ün Taşıyıcı Çember Merkezinden Uzaklığının Hesaplanması

“Küçük kuşatıcı çemberin hem Dünyaya göre hareketinin hem de kendi günlük hareketinin neticesinde Güneşin merkezinin hareketine eşit olması gerekir.”

Küçük kuşatıcı çemberin Dünyaya göre hareketi dış çemberin de hareketi hesaba katıldığında aynı yönde hareket ettikleri için $0,98 \times 2 = 1,96$ 'dır. Üst yarıda kendi özel hareketi doğudan batıya Güneşin merkezi ile aynı hızda 0,98'dir. Kuşçu burada küçük kuşatıcının göreceli ve özel hareketinin farkının Güneşin hareketine eşit olması gerektiğini söyler.

“Dış çember, merkezinin kendi günlük hareketi ve Dünyaya göre hareketi miktarınca devinim yapar.”

Benzer şekilde dış çember de Dünyaya göre hareketi küçük kuşatıcı çember aracılığıyla hareket eder. Dış çemberin hareketi, anomali hareketi ile merkezdeki hareketinin farkına eşittir; ki özel ve göreceli hareketinin toplamı miktarınca hareket eder.

Ali kuşçunun düzeneğinde yer verdiği teknik detaylar ile *pygame* kullanılarak bir simülasyon yapılmış ve düzeneğin çalışıp çalışmadığı test edilmiştir. Kuşçu'nun inşa ettiği

¹⁵² Tezde kullanılan Risalede ve tüm nüshalarında bu değer 47 olarak geçer. Ancak Kuşçu'nun 60 birimlik yarıçapa sahip taşıyıcı çember ile modelini inşa ettiği göz önüne alındığında uzaklık 57 alınarak işlem yapılmıştır.

¹⁵³ Batlamyus'un kirisler tablosuna göre 60p'nin karşılığı 60 derecedir. Bkz.: G. Toomer, *Ptolemy's Almagest*, s. 57.

düzeneğe göre dış çember-denge noktası, küçük kuşatıcı-Müdür ve büyük kuşatıcı-taşıyıcı çember arasına çizilen çizgilerinin paralel olması beklenmektedir. Kuşçu'nun risalesinde düzenek için verdiği yön, yarıçap ve hız değerleri kullanılarak Merkür modeli çalıştırıldığında Urdî'nin kuramının kaçınılmaz sonucu olan paralelliğin sağlanmadığı görülmüştür. Paralelliği sağlamak için gereken değerler denemeler sonucu bulunmuştur ve aşağıda verildiği gibidir:

	Taşıyıcı Çember	Dış Çember	Müdür	Küçük Kuşatıcı	Büyük Kuşatıcı	Merkür
Hız(A)	1,96	1,96	0,98	0,98	1,96	1,96
Hız(B)	1,96	0,196	1,96	0,98	1,96	1,96

Tablo 3.4. Ali Kuşçu ve Simülasyon Değerlerinin Karşılaştırılması

3.2.2. Tercüme

İçerisinde O'nun dilediği yöne [dönen] güneşlerin bulunduğu zaptedilemez feleklerin yöneticisi, hareketlerinin düzenleyicisi, felekleri hareketli ve sabit gök cisimleri(kevâkib) ile süsleyen, sâlih amel kazanma yükünü taşıyan herkese nimetini tamamlayan, kötülük dairesinden uzak olan, hayrat ve müberrata meyleden herkesin fazîletlerini arttırmakla muhassas olan Allah'a hamdolsun. Salât, doğuşu ile mucize güneşlerini doğdurtan ve olağanüstülüklerin dolunayı Rasul Muhammed'e, düşmanla karşılaştığında zafer, üstünlük ve galibiyete kavuşan âline ve ashâbına olsun. Allahu Teala'nın bana verdiği en büyük lütuf, ihsan ettiği en büyük fazilet beni, melik unsurunda Allahu Teala'nın kendisine verdiği, kudret-güç sahibi hakanların tabiatlarında nâdir bulunan en değerli ilim ve hikmeti barındıran, ilim, kerem, şan sahibi hakan, yüce sultan hazretlerinin halkının en hâkiri ve hizmetkârların en küçüğü olma saadetine erdirmesidir. Ona güç sahibi bir grubun belini bükebilecek makul ve menkulun kıymetli sırlarını bahşetti. Halkına göstermesi için o kadar çok rahmet ve rafet/şefkat ihsan etti ki, eğer sert bakışlı vahşi hayvanlar bunun kalanından işse kaçaklara bile hoşgörülü olur ve en keskin diş ve pençelerini sökerler.

Parlak bir gülen yüz ki neredeyse,

Batarken güneşin makamı çıkar ortaya yüzünde.

Onun hilafeti döneminde halk rahatlığa ve onun merhamet beşiğindeki mahlukat yüksek hâl durumuna ulaştı.

*Şahin bile güvercine saldırmıyor,
Adalet kanatlarını insanların üzerine yaymış/açmış.*

Hakan, kemal ve ilim sahiplerine fazlaca verdi. Makul ve menkul ilim sahiplerine nazik ikramlarda bulundu. Herkesin kesesi güvenlikle dolmaya başladı, dolup taşan cep nimetine teşekkürlerini dilleriyle ve erkânıyla ifade ederler.

*Elden çekilmeyen cömertlikler için,
Dilden çekilmeyen bir teşekkür vardır.*

Sultanlar yüzlerini eşikte temizlerler, Hakanlar cömert tahtın eşiginde alınlarını eğerler. Bir sultanı övmek güneşe ne kadar parlak olduğunu söylemek gibiyken onu nasıl övebilirim? Bir hakanın lütfunu tarif etmek denize ne kadar bereketli olduğunu söylemek gibiyken onu nasıl tarif edebilirim? O yüce sultan , arapların sığınağı, dünyada Allah'ın halifesi, arap ve acemin sığınağı, iman edenlerin vatanının koruyucusu, küfrün ve zulmün izlerini ortadan kaldıran, peygamberî şeriatı duyuran, din ilimlerinin sancaklarının destekçisi, adalet ve insafın kucağı, haksızlık ve zulmün temellerinin yok edicisi, topraklarında hüküm bayrağının gözeticisi ve halifelik tahtının haklı efendisi, barış ve güvenlik çadırını yaymada gayretli, Allah'ın adaleti ve sadakati emreden sözlerine itaatkar, Allah'a verdiği sözleri tutmada samimi, peygamberî geleneği canlandırmada sadık iken. Allah'ın dünyadaki gölgesi, suyun ve toprağın kahramanı, din ve dünyada hakkın savunucusu, İslam'ın kurtarıcısı ve müslümanların refah kaynağı Uluğ Bey Cürcan, Allah yeryüzündeki halifelik halısını genişletsin, kıyamet gününe kadar kuzey yıldızlarının üstündeki tahtında otursun. Sağımı solumdan ayırt etmeye başladığım zamandan beri O'nun refakati ile said oldum. Kudret makamında gece gündüz saltanatının şefkati ile şerefledirildim ve hakanlık desteğine mazhar oldum. Bu desteklerden biri felsefi ilimler taliminde hizmetkarları arasından beni tercih etmesi ve kendisiyle birlikte meşhur matematik eserlerini okumama izin vermesiydi. Neticede Allah'ın yardımıyla ilimlerin küllerini ve cüzlerini öğrenmeye başladım, desteği ile sayısız kâr elde ettim, cömertliğinin denizlerinden sayısız mücevher topladım. Ondan duyduğum her kelimeyi başımın üstünde tuttum, ne zaman kâr elde etsem dişlerimi sıktım. Hatta göğsümün sığınağına bile yerleştim, gözümün beyazlığına siyahla yazdım. Beni bütün taksimlerin en iyilerini elde etmeye yöneltti. Her ilimden toplamda ve bölüm bölüm çok büyük bir pay aldım. Zor soruların cevabını aradım ve özenli araştırmanın zaferini kazanan en iyilere muhteşem

sorular sordum. İncilerden sonra sorgulama denizine dalmış parlak/zeki olanlara katıldım, sonuç olarak kıskanılan bir kişi haline geldim ve mutluluk kuşu aklımdan uzaklaştı. Hakanın huzurundan uzakta hayal kırıklıklarının fırtınasına kapıldım ve yoksunluk beni kötü talihle tokatladı.

*Zaman dertlerini üzerime attı,
Kalbim oklarla perdelenene kadar,
Öyle ki oklar bana çarpmaya devam ettiğinde,
İpuçları diğer ipuçlarının üstüne çıkmaya başladı.*

Fesat kalpli insan şeytanlar tarafından büyülendim, bu yüzden kendimi sürekli seyahate verdim, ve hepsi dağıldı. Seyahate çölleri geçerek, bir diyardan diğerine atılarak, yüceltilip alçaltılarak, hiçbir seyahat hikayesinde görülmemiş, hiçbir kitapta anlatılmamış felaketlerle karşılaşınca kadar devam ettim.

*Beni üzen şeyler yüzünden,
Şaşkına döndüm felaketlerden.*

Sesimi yükselterek ve Gafur olan Rab'den temiz bir ülke isteyerek zehirlenmiş ya da ateşlenmiş gibi ağlamaya başladım. Endişeler ve düşünceler denizinde boğulmuşken, acı ve başarısızlık alevlerinde yanmışken, neredeyse boğulmuş, silip süpürülmüştüm, sonra güzel zamanlar geldi ve talih beni çekti. Dualarım kabul oldu ve karanlık gece yerini yeni bir şafağa bıraktı. Rabbim bana üstün bir güç ve başarı verdi, müjdeyi aldığımda:

*Süleyman krallığında bir hüdhüd aradı,
Hüdhüd tüm kuşların en düşüğü iken.*

Üzüntümü gideren, bizi felaketlerden esirgeyen, zamanın aldatmacasından kurtaran, bizi ızdırıp ve aşağılamadan kurtaran Rabbime şükrettim. Yüzümü merhamet ve şefkatin yurdu olan halifeliğin merkezine çevirdim. Kendime sordum: Sultan hazretlerine teklifim ne olabilir, ona hangi hediyeyi sunabilirim? Şöyle cevap verdim:

Verebilecek ne bir atım var ne de servetim

Durum memnun etmiyorsa zihin memnun etsin

Daha sonra çok çalışmaya ve zihnimi bu konuyu araştıran herhangi biri için erişilemez olduğu kanıtlanmış olmasına rağmen Merkür'ün denge noktası sorununun çözümü üzerinde yoğunlaştırmaya karar verdim. Cömert olan Allah'ın yardımıyla bu sorunun tamamen çözülebileceği bir yönteme rastladım. Ekin biçen herkes için bir bahçe, korkuya kapılan herkes için bir sığınak, zamanın alimleri için etrafında dönecekleri bir Kâbe/gözlerini dikecekleri bir odak noktası gibi olan Sultan hazretlerini onurlandırmak için bu konuya ilişkin bir risale yazdım.

Alimler zirvenin etrafında dönüyorlar tıpkı

Hacıları Allah'ın evinde dönerken gördüğün gibi

Sultan hazretlerine hediye olarak böyle bir risale getirmenin Kirman'a tarçın ve Umman'a mantar getirmek gibi olduğunu bilmeme rağmen, benim herşeyde mazeretim şöyle:

Arz gününde bir tarlakuşu verdi Süleyman'a

Ağzındaki çekirge bacağıının yarısını

Latif sesiyle terennüm etti ve özür diledi

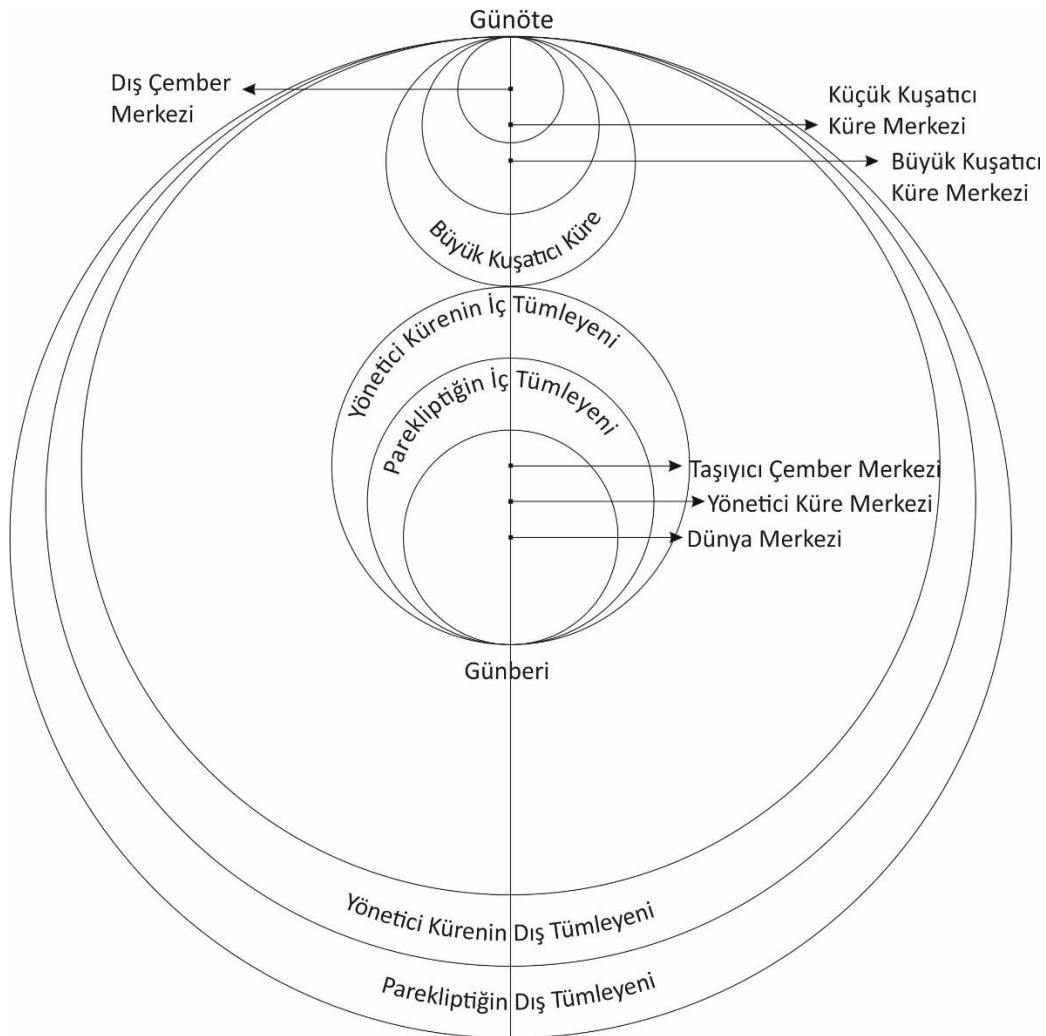
Hediyeler onları verenlere göredir

Samed olan Rabbe güvenerek maksadımı gerçekleştirmeye başladım ve dedim ki: Batlamyus Merkür'ün; Güneş'in yükselmesi ve alçalması, ileriye ve geriye doğru hareketi, 2 kez durması, hızı, ve ortalama ve yavaşlama hareketi gibi oluşumlarına göre değişen halleri, yayların çeşitli büyüklükleri ve orta ve küçük hale gelmesi için geçen zaman gibi, uzun zaman aralıkları dışında ayrılmadıkları burçların belirli bölgeleri ile ilişkili değişen halleri olduğunu buldu. İlk kategorideki ihtilafları(*anomali*) dış çembere dayandırdı ve dedi ki bunlar gözlemlerin ortalama hareket ve en hızlı hareket arasında geçen zamanın daima ortalama hareket ve en yavaşı arasında geçen zamandan büyük olduğunu doğrulaması nedeniyle dış merkezlik ile ilişkilendirilemez. Dış merkezlik prensibine göre durum tam tersi olacağı için bu mümkün değil. Ancak durum Batlamyus'un söylediği gibi değil. Dış merkezlik prensibine göre de ortalama hareket ve en hızlı hareket arasında geçen zamanın daima ortalama hareket ve en yavaşı arasında geçen zamandan uzundur. Bunun için hendesi deliller mevcut, fakat bunu açıklamanın yeri burası değil. Sonraki

kategoriyi dış merkezlik prensibine dayandırdı ve dedi ki: Bu kategorideki ihtilaf iki prensipten biri ile gerçekleşebilir, ancak dış çember prensibi ilk kategoriye girdiği için dış merkezlik prensibine dayandırmak daha uygundur. Sonra iki ihtilafın sonucunda oluşan belirli hareketlerin peşpeşe gözlemlerini inceledikten sonra, biri diğeri ile karşılaştırıldığında, en uzak mesafenin (yeröte) tıpkı sabit yıldızların hareket ettiği gibi burçlar kuşağının belirli bölgelerinde ilerlediğini buldu. İkizler burcunun 10°'sinde sabah ve akşam Güneşten uzanımlarının toplamının Kova burcunun 10°'sine eşit olduğunu buldu. Sonra yeröteyi ve yerötenin karşısında bulunanın bu iki konum arasında olması gerektiğini bildi. Sonra Terazi burcunun 10°'sinde akşam uzanımını gözlemledi. Birincinin ikinciden çok daha büyük olduğunu buldu. Sonra yerötenin Koç burcunun değil de Terazi burcunun 10°'sinde olduğunu bildi. Sonra bu iki sabah ve akşam uzanımdan yeröte ve ona karşılık gelen noktanın (yerberi) ortasını buldu. Ve dedi ki orta noktanın taşıyıcı çemberin merkezi olması mümkün değil. Eğer öyle olsaydı Koç burcunun uzanımı diğer uzanımlardan daha büyük olurdu. Ancak yeröteden bu üç uzanım arasından en büyük olanların 10° İkizler ve 10° Kova olduğunu buldu. Bu nedenle dış çemberin merkezinin en yakın mesafeye(yerberi) bir devirde iki kez ulaşması için orta noktanın, taşıyıcı çemberin merkezinin burçlar kuşağının tersi yönde ve hareket merkezi ile aynı hızda etrafında döndüğü Müdür'in (*Director*) merkezi olması gerekiyor. İki sabah ve akşam uzanımlarının toplamı gözlemlendiğinde, dış çemberin ortalama konumu yeröte ile dörtlük (*kuadratür*)¹⁵⁴halindeyken, dış çember merkezinin hareketinin tekdüze (*uniform*) olduğu noktanın konumunun belirlendi. Bu noktanın Dünya'nın merkezi ile Müdür'in merkezi arasında olması gerektiğini buldu. Buna iki açıdan itirazlar yükseldi: Bunlardan biri (bir cismin) kendi devinim merkezi dışında bir nokta etrafında tekdüze hareket etmesidir, bu nedenle bu noktanın hareket merkezine göre konumu onunla kesişerek, sonra ondan belirli bir uzaklığa ulaşana kadar uzaklaşarak, sonra ise kesişmek için geri dönerek değişebilir. Bunların ikincisi hareket merkezindeki ihtilaf, yani dış çember merkezinin burçlar kuşağı yönünde Güneş merkezinin günlük hareketi miktarınca yeröteden uzaklaştığı hareketi kastediyorum. Bunun sebebi taşıyıcı çemberin hareketinin denge noktasının hareket merkezine göre tekdüze, Müdür'in hareketinin de kendi merkezine göre tekdüze olmasıdır. Bu ikisinin arasındaki fark hareket merkezinin, gözlemlerin de doğruladığı gibi aslında tekdüze hareket yapması gerekirken, denge noktasının merkezine göre tekdüze olmamasıdır. Allah'ın yardımı ve tevfiğiyle gözlemlerle tutarlı ve prensiplerle uyumlu bir şekilde

¹⁵⁴ Yerötenin dörtlüğü

açıklayacağım. Bu iki itiraz bilinen düzeneğe iki dış çember eklenerek ve feleklerin merkezinin konumu değiştirilerek çürütülebilir. Ve bu bilinen dış çember merkezini, aynı şekilde yarıçapı 1,5 birim olan diğer dış çemberin apsis çizgisine yerleştirildiği farzedilerek gerçekleştirilebilir. Buna küçük kuşatıcı (*encircling*) daire olarak isimlendirelim. Ve küçük kuşatıcı çemberin merkezi, yarıçapı 1,5 birim olan diğer dış çemberin apsis çizgisinde olsun. Bunu büyük kuşatıcı çember olarak isimlendirelim. Büyük kuşatıcı çemberin merkezi taşıyıcı çemberin yerötesinin üzerindedir. Küçük kuşatıcının merkezi eğik kürenin (*inclined*) üstünde olsun. Taşıyıcı çemberin merkezi Müdür'in merkezinden yerötesi yönünde 1,5 birim uzaklıktadır. Eğik kürenin merkezi taşıyıcı çemberin merkezinden yerötesi yönünde 1,5 birim uzaklıktadır. Ve taşıyıcı çemberin merkezi Müdür'in merkezine yeröte yönünde 1,5 birim uzaklıktadır. Ve Müdür'in merkezi Dünya'nın merkezinden 4,5 birim uzaklıktadır. Bütün bunlar taşıyıcı çemberin 60 birimlik yarıçapı cinsindedir.



Müdür'in hareketini burçlar kuşağının tersi yönünde ve Güneş'in merkezi ile aynı harekete sahip olarak farzettığımızda, ve taşıyıcı çemberin burçlar kuşağındaki yönündeki onun 2 kat hareket ettiğini, büyük kuşatıcı çemberin taşıyıcı çemberin hareketi ile uyumlu; onun üst yarısında ve hareket yönü ve miktarı olarak aynı olduğunu farzettığımızda, küçük kuşatıcı çemberin merkezinin hareketinin Müdür'in merkezine göre tekdüze olması gerekir: taşıyıcı çemberin merkezinden onun yerötesi yönündeki noktaya göre uzaklıkları tıpkı Kuşatıcı Küre Prensibi'nde açıklandığı gibi her zaman taşıyıcı çember merkezinin kuşatıcı¹⁵⁵ merkezine olan uzaklığına eşittir. Küçük kuşatıcının merkezi, büyük kuşatıcının ve eğik (*inclined*) kürenin hareketi toplamı miktarınca ve merkezi yarıçapı 3 birim olan dairesel bir yörüngede Müdür'in hareketine göre hareket eden taşıyıcı çemberin ekvatoruna eşit bir daire boyunca hareket eder. Sonra Müdür'in merkezine göre tekdüze ve burçlar kuşağı yönünde hareket eden küçük kuşatıcının hareketinin, kendi merkezinin hareketinin ve burçlar kuşağının ters yönünde hareket eden Müdür'in hareketinin farkına eşit miktarda farzettığımızda, yani Güneş'in merkezinin hareketi ile eşit olarak, Kuşatıcı Küre Prensibi'nde açıklandığı gibi dış çember merkezinin hareketinin denge noktası merkezinin hareketine göre tekdüze olması gerekir. Kuşatıcının merkezinin Müdür'in merkezine yaklaşması ve uzaklaşmasından dolayı hiçkimse Kuşatıcı Küre Prensibi'nin delilinin cüzlerini eleştirmemeli. Dış çemberin merkezinin taşıyıcı çemberin ekvatoruna eşit olan, merkezi burçlar kuşağının tersi yönünde ve hareketi Müdür'in dairesel bir yol boyunca hareketine eşit harekete sahip ve cumhurun görüşüne göre merkezi Müdür'in merkezinin yerötesi yönünde 1,5 birim uzaktadır ve yarıçapı 3 birim olan dairenin çevresi boyunca hareket etmesi gerekir. Cumhura göre bu daire taşıyıcı çemberin ekvatorudur. Bunu göstermek için küçük kuşatıcının ekvatorunun üzerinde, ekvator boyunca, dış çemberin merkezinin hareketi miktarınca ve onun tersi yönde hareket eden, küçük kuşatıcının apsisine veya yerberilerine ulaşması ile kesişen bir nokta farzediyoruz. Bilmelisin ki bunlar teemmül (derin düşünme) ile ortaya çıkan hendesî delillerdir. Dış çemberin merkezi Müdür'in yeröte veya yerberilerinde iken o dairenin üzerinde olacaklardır. Bu iki noktadan başka diğer konumlarda daireden saparlar. Ancak bu sapma oldukça küçük bir miktardadır. En büyük sapma ise [dış çember merkezinin] yerötenin ortalama dörtlüğüne ulaştığında gerçekleşir. Bu o dairenin merkezine ulaşan doğru ve dış çemberin merkezinin daima o dairenin yarıçapından küçük kuşatıcının kirişlerinden birinin karesine eşit olacak şekilde büyük olması nedeniyle böyledir. En büyük sapma 4 dakika miktardadır.

¹⁵⁵ Büyük kuşatıcı çember

Cumhura göre, dış çemberin merkezinin, merkezi hareketli olan taşıyıcı çemberin ekvatorundan ayrılmaz olduğunu farzederseniz, Merkür'ün uzaklığını hesap ederken dış çember ve denge noktası merkezlerinin arasındaki uzaklık yerötenin ortalama dörtlüğüne ulaştığı, yani 47 birim olduğu, ve Dünyanın merkezinden uzaklığı 47 ve 3'ün karelerinin toplamı olduğu zaman [göz önünde bulundurulur]. Bunlar da diğerleri gibi prensibe dayanır. Bu prensip onun taşıyıcı çember merkezinden uzaklığının 60 birim ve 4' dk olmasını gerektirir. Bu nedenle prensibe bağlı kalındığında, cumhurun görüşünden farkı olmayacaktır. Burada dikkat edilmesi gereken bir nokta var. Küçük kuşatıcı, büyük dairenin içinde Güneşin merkezinin günlük hareketinin iki katına eşit olarak Dünyaya göre hareket ediyor. Üst yarısında kendi hareketinin burçlar kuşağının tersi yönünde ve Güneş merkezinin günlük hareketine eşit olarak hareket ettiğini farzetmemiz gerekir. Dediğimiz gibi Dünyaya göre hareketinin ve kendi hareketinin Güneşin merkezinin hareketine eşit olması gereklidir. Dediğimiz gibi olması gerekir. Bunun gibi dış çember de küçük kuşatıcı çember hareketi vasıtasıyla Dünyaya göre hareket yapar. Onun Dünyaya göre ve kendi günlük hareketi ihtilafli hareketi miktarınca olduğu için, kendi hareketini hareket merkezinin üzerindeki ihtilafli hareketine eşit olduğunu farzetmemiz gerekir. Allah'ın yardımıyla risaleyi tamamladım.

3.2.3. Tıpkıbasım

رسالة في حلّ إشكال المعدّل للمسير

لعلي القوشجي

بسم الله الرحمان الرحيم

الحمد لله المدير لأعنة الأفلاك ذوات الشمس إلى ما شاء من الجهات، المعدّل لمسيرها، والمزيّن لأجرامها بالكواكب الثواقب الثابت والسيّارات، المتمّم نعمه على كل حامل كسب الأعمال الصالحات، المخصّص بمزيد الأفضال كل خارج عن دائرة السوء مايل إلى الخيرات والمبرّات. والصلوة على رسوله محمد الطالع من مطالع عنصره شمس المعجزات، وبدور خوارق العادات، وعلى آله وأصحابه الفائزين عند مقابلة الأعداء بمقارنة النصر والظفر والغلبة الظاهرات. وبعد فإنّ من أجل نعم أمعمها الله تعالى عليّ، وأفضال أيادي أسبغها إليّ، أن أسعدني بدولة الانخراط في سلك الأقلّ والأحقر من عبيد حضرة السلطان الأعظم، والخاقان العليّ الشأن الأكرم الأعلم، الذي جمع الله تعالى في عنصره الملكيّ من نفائس العلوم والحكم، ما يعز وجوده في طينة الخواقين ذوي السطوة. وأعطاه من أعلاق أسرار المعقول والمنقول ما أنّ مفاتحة لتنوء بالعصبة أولى القوة. ومنحه على عباده رحمة ورأفة، لو شرب من سور إنائها الكواسر العُبس لمكنتها رقة على الشوارد الغفر، وقلعت عنها أخشنى الباب والظفر.

و أبلج بسّام يكاد جبينه

يقوم مقام الشمس إبان تغرب

أصبح الرعايا في عهد خلافته فارغ البال وظل البرايا في مهد رأفته رافع الحال.

فعلی الحمامة لا يصول الأجل

فالعديل مدّ على الأنام جناحه

أدرّ على ذوي العلوم والكمال صلات دارّة. وأفاض على ملاك أزمة المعقول والمنقول أطفافاً بارّة. فأصبح الكلّ محشوّ الصرّة على فراغ الجنان، مملوّ الحقيبة شاكرين لنعمائه بجار حتي اللسان و الأركان.

لئن حاز جوداً لا يفارقه يد

لقد حاذ شكرياً لا يفارقه فم

السلطين يمسحون الوجوه من صعيد عتبه الفيهاء، والخواقين يعفرون الجباه في وصيد ساحة سدته القعساء. وكيف أمدح سلطاناً يكون المقول في مدحه كالقول لذكاء ما أنورك. وكيف أصف خاقاناً يكون القريض في وفور رفته كالقول لخضارة ما أغزرك. وهو السلطان الأعظم، مالك رقاب الأمم، خليفة الله في العالم، ملاذ سلطين العرب والعجم، حامي بلاد أهل الإيمان، ماحي آثار الكفر والطغيان، رافع منار الشريعة النبوية، ناصب رايات العلوم الدينية، باسط مهاد العدل والانصاف، هادم أساس الجور والاعتساف، والي لواء الولاية في الآفاق مالك سرير الخلافة في الاستحقاق، المجتهد في نصب سرادق الأمن والأمان، الممثل لنصّ أنّ الله يأمر بالعدل والإحسان، الخالص طويته في إعلاء كلمة الله، الصادق نيته في إحياء سنة رسول الله. ظلّ الله في الأرضين، قهرمان الماء والطين، ظهير الحق والدنيا والدين، غياث الإسلام ومغيث المسلمين¹⁵⁶ الغ بيبك كوركان، بسط الله بساط خلافته على بسيط الغبراء مدى الايام، ومهدّ فوق فرق الفرقدن مهاد خلافته إلى يوم القيام. فإني منذ كنت عرفت اليمين من اليسار، مستعداً بمشراكة. سدته بالليل والنهار، ملحوظاً بعين العواطف السلطانية، منظوراً بنظر العناية الخاقانية. ومن جملة تلك العناية أن خصّني من بين عبيده بتعليم الحكميات، ورخص لي في القراءة عليه الكتب المعتمدة من الرياضيات. فاطلعت ممّا ألقى إليّ الحضرة الخاقانية من مسائل كل فن، على الكليات والجزئيات منه بهداية الله ذي المن، واستفدت بعون عاطفته فوائد لا يحصرها الاستقصاء، والتقطت من تيار بحار فضائله فرائد لا يدركها الإحصاء. وكنت متى أسمع منه كلمة أضعها على رأسي، ومتى أخذ منه فائدة أعضّ عليها بأضراسي. وأجعل مسكنها ومأواها حريم الصدر، وأكتب سوادها على بياض العين بالتبر. فال أمرى إلى أن فزت من قداح العلوم بالقدح المعلى. وظفرت بقيد الأوابد من كل فن جمعاً وشئى. وصرت أحفى عن المسائل العويصة، وأستكشف عن مرعدات الفريضة، أفاضل الفضلاء الذين حازوا قصب السبق في مضمار التحقيق. وأساهم الأذكيا الذين غاصوا على غرر الفرائد في بحار التدقيق، فحسدّ عليّ الدهر الغيور، وأطار عن وكر خلدي طائر السرور. ولفظني بعواصف الخذلان عن تقبيل وصيد حضرة الخاقان، ولطمني بأكف تراجع الطالع لطمه الحرمان.

رماني الدهر بالأرزاء حتى

فؤادي في غشاء من نبال

وصرت إذا أصابتنى سهام

تكسرت النصال على النصال

واستهوتني شياطين من الأنس أقندتهم بلواء، على أن اقتعدت غارب الاغتراب ثم تفرّقوا أيدي سباء. فلزمت السفار، وقطعت الفغار، وما زالت تلفظني أرض إلى أرض، ويجريني رفع إلى خفض، حتى رأيت شدائد لم يرها الراوون في تصاريح الأسفار، ومنيت ببلايا ما رواها الراوون في تصانيف الأسفار.

فحار لي لما منيت به

¹⁵⁶ Sayfa sonu

من البلايا وصرفها عجب

وصرت أبكي متنهداً كالسموم والحرور، رافعاً عقيرتي قائلاً أين بلدة طيبة ورب غفور. فبينما أنا غريق في بحار الهموم والأفكار، وحريق بلهبات نار المحنة والإدبار، وقد جاوز الحزام الطُبِّيَّين، وبلغ السيل الزبي. سعد الزمان وساعد الإقبال. فأجابت المنى واقتر ليلى البهيم عن صبح. وظفرت من فاتحة ألطاف ربِّي بفتح، وذلك أن بُشّرت بأن

سليمان ذا ملك تَقَدَّ هدهداً

وَأَنَّ أَحْسَنَ الطَّائِرَاتِ الْهَدَاهِدِ

فقلت الحمد لله الذي أذهب عنّا الحزن، وصرف عنّا المحن، ونجّانا من كيد الزمان، وخلصنا من المحنة والهوان¹⁵⁷. وتوجّهت تلقاء مدين الخلافة، ووجهة مصر الرحمة والرافة. فحدثني نفسي أنّ عراضك لتلك الحضرة ما هي وهديتك إليها ما يكون؟ فاجبتها بما قيل

لا خيل عندي أهديها ولا مال

فليسعد الذهن إن لم يسعد الحال

فاشتغلت بإتباع الفكرة وإدآب الرؤية في حل إشكال معدّل المسير لعطارد، مع تعاليه عن أن يكون شريعة لكل وارد. فسنح لي حضرته التي هي للخارف بعون الله ذي المن والإفضال وجه يزول وينحلّ به تمام هذا الإشكال. فعملت فيه رسالة لإتحاف والجاني في جنة، ولخايف والحاني جنة، ولفضلاء الدهر قبلة يتوجهون نحوها، ولعلماء العصر كعبة يحومون حولها.

يحوم حول ذراه العالمون كما

ترى الحجيج ببيت الله معتركا

مع علمي بأنّ إتحاف تلك الحضرة بهذه الرسالة كمثّل جلب الكمّون إلى كرمان، والإتيان بالفطرة إلى عمان، ولكن عذري في ذلك ما قيل،

أهدت سليمان يوم العرض قبرة

بنصف رجل جراد كان في فيها

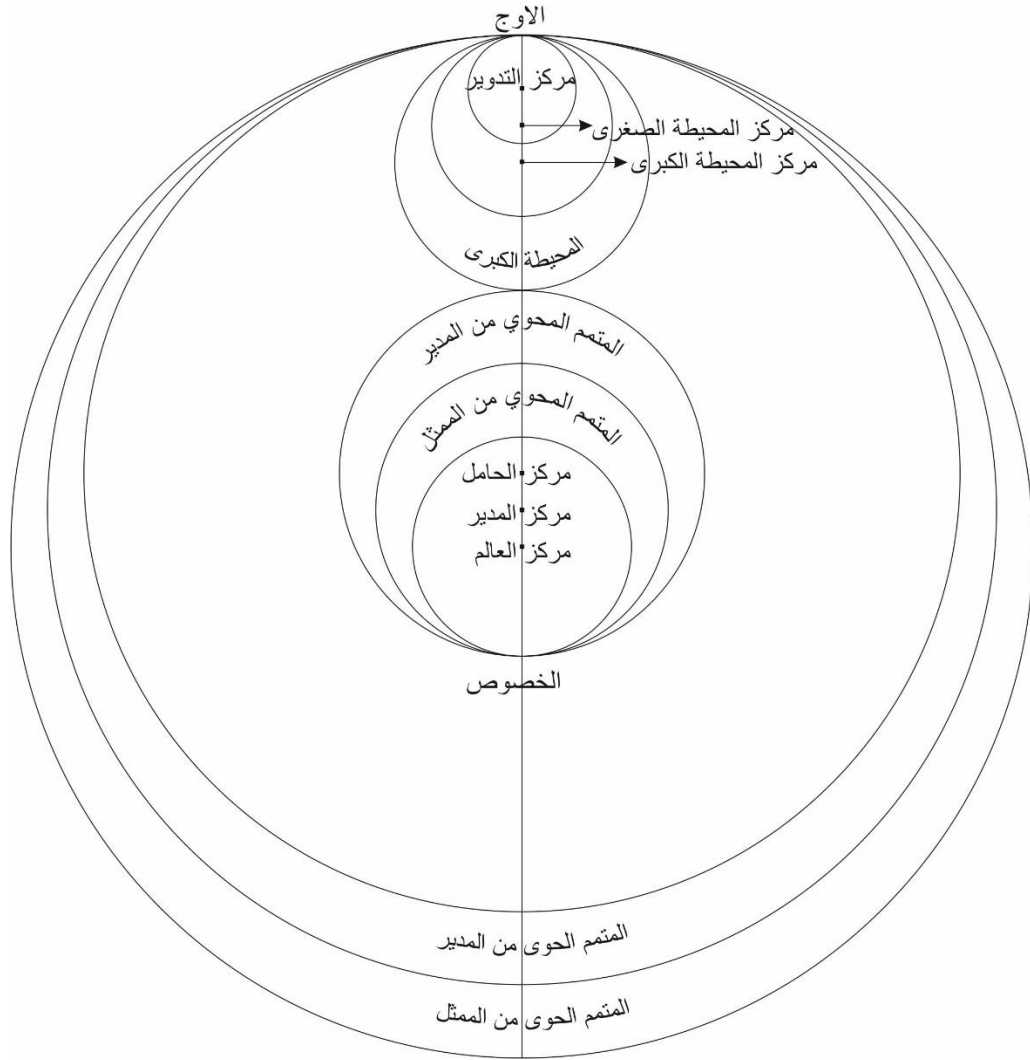
ترنّمت بلطيف الصوت واعتذرت

أنّ الهدايا على مقدار مهديها

¹⁵⁷ Sayfa sonu

وها أنا أشرع في المقصود متوكلاً على الصمد المعبود. فأقول: إن بطليموس وجد لعطارد أحوالاً مختلفة تابعة لتشكلاتها من الشمس، وهي كالظهور والخفاء والاستقامة والرجوع والوقوفين والسرعة والتوسط والإبطاء، وأحوالاً مختلفة تابعة لأجزاء من البروج بأعيانها لا تنتقل عنها إلا في مدة طويلة، وهي كعظم القسي والأرمنة التي تقع فيها تلك الأحوال وصغرها وتوسطها. فاسند الصنف الأول من الاختلاف إلى التدوير. وقال لا يمكن إسناده إلى الخارج، معللاً بأن الأرصاد شهدت على أن زمان ما بين أسراع سيره وأوسطه يكون أبداً أعظم من زمان ما بين أوسطه وأقله. وذلك لا يمكن أن يقع على أصل الخارج لأن الأمر فيه بالعكس. وليس الحال كما قال بطليموس. فإن زمان ما بين أسراع السير وأوسطه على أصل الخارج أيضاً يكون أبداً أعظم من زمان ما بين أوسطه وأقله. ولي على ذلك برهان هندسي ليس هنا موضع بيانه. وأسند الصنف اللآخر منه إلى أصل الخارج، وقال: ذلك الصنف من الاختلاف يمكن أن يقع على كل واحد من الاصلين، إلا أنه كان أليق وأخص بأصل الخارج، إذ ذهب أصل التدوير للصنف الأول. ثم إنه بتأمل الأرصاد المتوالية للمسيرات الجزئية المركبة من الاختلافين، واعتبار البعض بالبعض، وجد البعد الأبعد ينتقل في أجزاء البروج انتقال الثوابت. ثم إنه وجد مجموع غايته بعديه من الشمس الصباحي والمساوي في الدرجة العاشرة من التوأمن مساوياً لمجموعهما في عاشره الدلو. فعلم أن موضع الأوج، وما يقابله، في منتصف ما بين هذين الموضعين. ثم إنه رصد البعد المساوي في عاشره الميزان، فوجد الأول أعظم بكثير من الثاني. فعلم أن الأوج في عاشره الميزان لا الحمل. ثم إنه استخرج من مقدار هذين البعدين: المساوي والصباحي، منتصف ما بين الأوج وما يقابله. وقال لا يمكن أن يكون هذا المنتصف مركز الحامل. إذ لو كان مركز الحامل لكان البعد الحلمي أعظم الأبعاد. لكننا نجد أعظم الأبعد في تثليثي الأوج، وهما عاشرتا الدلو والتوأمن. فإذن هذا المنتصف مركز المدير الذي¹⁵⁸ يدور حوله مركز الحامل إلى خلاف التوالي بقدر حركة المركز، ليلزم وصول مركز التدوير إلى البعد الأقرب في دورة مرتين. ثم إنه برصد مجموع غايته بعديه: الصباحي والمساوي، حيث يكون الوسط على تربيع الأوج، استخرج موضع النقطة التي يتشابه حركة المركز حولها. فوجده في منتصف ما بين مركزي العالم والمدير. فانتفض عليه الإشكال من وجهين: أحدهما تشابه حركة المتحرك حول نقطة غير مركز مداره فتتبدل أوضاعها بالنسبة إلى مركز المدار من الانطباق عليه، ثم الافتراق منه، إلى أن يبعد عنه قدرًا ما، ثم العود إلى الانطباق. وثانيها لزوم الاختلاف في حركة مركزه، أعني الحركة التي يبعد بها مركز التدوير عن أوج المدير إلى التوالي كل يوم بقدر مركز الشمس. وذلك لأن حركة حامله متشابهة حول مركز المعدل للمسير، وحركة المدير متشابهة حول مركزه. فالفضل بينهما، وهو حركة مركزه، لا يكون متشابهاً حول مركز المعدل للمسير، مع وجوب تشابهه حوله، كما شهدت به الأرصاد. وأنا بعون الله وحسن توفيقه أبين جهاً يوافق الأصول ويطباق الأرصاد. ويندفع هذان الإشكالان بزيادة تدويرين على الهيئة المشهورة، وتغيير مواضع مراكز الأفلاك. وهو أن يفرض مركز التدوير المشهور على ذروة تدوير آخر نصف قطره جزء ونصف. ولنسمه الحبيطة الصغرى. ومركز الحبيطة الصغرى على ذروة تدوير آخر نصف قطره أيضاً جزء ونصف. ولنسمه المحيطة الكبرى. ومركز المحيطة الكبرى على أوج الحامل. ومركز الحامل على بعد جزء ونصف من مركز المدير في جهة أوجه. ومركز المدير على بعد أربعة أجزاء ونصف من مركز العالم. كل ذلك بما به نصف قطر الحامل ستون.

¹⁵⁸ Sayfa sonu



فإذا فرضنا حركة المدير إلى خلاف التوالي بقدر حركة مركز الشمس¹⁵⁹، وحركة الحامل إلى التوالي بقدر ضعفها، وحركة المحيطة الكبرى موافقة لحركة الحامل قدرًا وجهة في النصف الأعلى، لزم تشابه حركة مركز المحيطة الصغرى حول مركز المدير: أبعاده بالنسبة إلى نقطة بعدها من مركز الحامل في جهة أوج الحامل أبدأً كبعد مركز الحامل عن مركز المدير، لما تبين في أصل المحيطة. فمركز المحيطة الصغرى يتحرك بمجموع حركتي المحيطة الكبرى والمائل على دائرة مساوية لمنطقة الحامل، يتحرك مركزها بحركة المدير حول مركزه على مدار نصف قطره ثلاثة أجزاء. ثم إذا فرضنا حركة المحيطة الصغرى بقدر فضل حركة مركزها المتشابهة حول مركز المدير إلى التوالي على حركة المدير إلى خلافه، أغني بقدر حركة مركز الشمس، لزم تشابه حركة مركز التدوير حول مركز المعدل للمسير، لما تبين في أصل المحيطة. ولا يقدر في أجزاء برهان أصل المحيطة هناك تقارب مركز المحيطة إلى مركز المدير وتباعده عنه. ولزم تحرك مركز التدوير على محيط دائرة مساوية لمنطقة الحامل، متحرك مركزها إلى خلاف التوالي بقدر حركة المدير على مدار، مركزها نقطة بعدها من مركز المدير، في جانب أوجه، جزء ونصف، أغني مركز المدير عند الجمهور، ونصف قطرها ثلاثة أجزاء. وتلك الدائرة منطقة

¹⁵⁹ Sayfa sonu

الحامل على رأي الجمهور. وبيان ذلك أننا لو فرضنا على منطقة المحيطة الصغرى نقطة تتحرك عليها بقدر حركة مركز التدوير، وفي خلاف جهتها، وتكون معه عند وصوله إلى ذروة المحيطة الصغرى أو حضوضها، كان تلك النقطة تلازم أبداً محيط تلك الدائرة. فاعرفه. فإن له برهاناً هندسياً يظهر بالتأمل. ومركز التدوير عند كونه في أوج المدير أو حضوضه على تلك محيط الدائرة. وفي غير هذين الوضعين يخرج عنه. ولكن لا يخرج إلا بقدر يسير، غايته عنه وصوله إلى تربيع الأوج الوسطي. وذلك لأن الخط الواصل بين مركز تلك الدائرة ومركز التدوير يقوى أبداً على نصف قطر تلك الدائرة بزيادة مربع وتر من أوتاد منطقة المحيطة الصغرى وهناك بزيادة مربع قطرها. وغاية الخروج بمقدار أربع دقائق. والجمهور مع فرضهم مركز التدوير ملازماً لمنطقة الحامل التحرك المركز اعتبروا في حساب أبعاد عطارده بعد مركز التدوير عن مركز المعدل للمسير، عند وصوله إلى تربيع الأوج الوجودي، مقدار سبعة وأربعين جزءاً، وبعده عن مركز العالم بقدر جذر مجموع مربعي سبعة وأربعين جزءاً وثلاثة أجزاء، كما أنهما على هذا الأصل كذلك. ويلزم أن يكون بعده عن مركز الحامل ستين جزءاً وأربع دقائق موافقاً لما لزم من هذا الأصل. فلو لزم الأصل لا يخالف ما هو المشهور عند الجمهور بشيء البتة. وههنا / نكتة يجب التنبيه لها، وهي أن المحيطة الصغرى تتحرك بالعرض بحركة المحيطة الكبرى كل يوم ضعف حركة مركز الشمس. فينبغي أن نفرض حركتها الذاتية في النصف الأعلى إلى خلاف التوالي كل يوم بقدر حركة مركز الشمس. ويلزم ما قلنا لتفضل حركتها العرضية على حركتها الذاتية بقدر حركة مركز الشمس. ويلزم ما قلنا. وكذلك التدوير يتحرك بالعرض بحركة المحيطة الصغرى. فينبغي أن نفرض حركة الذاتية بقدر فضل حركة الاختلاف على حركة المركز ليجمع له في حركته الذاتية والعرضية كل يوم مقدار حركة الاختلاف. تمت الرسالة بعون الله.

SONUÇ

Astronomi tarihinde otorite olarak kabul edilen Batlamyus'un gök cisimlerinin görünür hareketlerini açıklamak amacıyla inşa ettiği geometrik-kinematik sistem, Heysem'in meşhur eseri Şukûk ile geniş kapsamlı inceleme ve sorguların odağı olmuş, yüzyıllarca sürececek uzun soluklu bir eleştiri hareketinin önünü açmış ve neticede soruna farklı yaklaşımlarla pek çok alternatif çözümler üretilmiştir.

Batlamyus astronomisini çelişkilerden arındırmak amacıyla İslam coğrafyasında farklı bakış açıları ile çözüm arayışları gerçekleştirilmiştir. Batı İslam coğrafyasında astronomlar Batlamyus evrenini Aristoteles'in doğa felsefesi ilkeleriyle bağdaştırmaya çalışmış, İslam coğrafyasının doğusunda ise gözlemler ile geometrik düzenek arasındaki tutarsızlığı gidermek amacı güdülmüş ve matematiksel modellerin tadil edilmesi üzerinde kafa yorulmuştur. Çalışmada yer verilen alternatif modellerin ustalıkla kurgulanmış çember bileşimleri oldukları ve dakik tahminlere bir miktar daha yaklaştıkları gözler önüne serilmiştir. Bu çember bileşimlerinin en önemlilerinden olan Ali Kuşçu'nun Merkür için kurduğu düzenek, Batlamyus astronomisine getirilen eleştirileri çözüme kavuşturmak konusunda başarılı addedilebilir. Kuşçu'nun *Risale fi Hall Eşkâl Muaddil li'l-Mesîr* adlı eseri tercüme edilip incelenmiş ve gezegen astronomisine sağladığı katkıya dikkat çekilmiştir. Nitekim Kuşçu Merkür için toplamda beş çember kullandığı düzenekte bütün çemberler kendi geometrik merkezlerine göre tekdüze hareket yapacak şekilde konumlandırılmıştır. Ayrıca Kuşçu'nun astronomiyi felsefeden bağımsızlaştırma düşüncesi de risalede dikkat çeken konulardan biridir. Herhangi bir felsefi düşünce çerçevesi ile sınırlandırmadan yalnızca matematiksel olarak tutarlı bir model inşa etme çabasından anlaşılır.

Çalışmamız gezegen kuramının en çetrefilli konularından biri olan Merkür problemini Batlamyus modelinin çıkarımını ayrıntılı açıklamalarla anlatıp bu model temel alınarak getirilen alternatiflerden birini anlaşılır bir biçimde ele alması ve Batlamyus modeli ile mukayesesinin yapılması bakımından önemli bir katkı sağlamıştır.

Bilim ve düşünce tarihi incelendiğinde İslam medeniyetinde bilgi, kendinden önceki medeniyetlerin birikiminin tercümeler yoluyla intikal etmesi, eserlerin dikkatle incelenip özüksendikten sonra farklı yaklaşım ve metodların geliştirilmesi sonucu oluşmuş, bilim ve felsefe birikimine kayda değer katkılar yapılmıştır. Tezimiz, bilimsel üretimin oluşmasında rol

oyunayan sosyal, ekonomik ve entellektüel koşulları arka plana atan bilim tarihi yazımında yaygın ama yanlış kanaatin aksine İslam coğrafyası için duraklama olarak nitelendirilen dönemin aslında bilimsel katkıların sürdürüldüğü bir dönem olduğu açıkça göstermesi bakımından önemlidir. Ümit edilir ki çalışmamız kuramsal astronomi alanında araştırma yapacaklara ufak da olsa bir katkı sağlasın.

KAYNAKÇA

- Arslan, A. (tarih yok). *İlkçağ Felsefe Tarihi* (Cilt 1). 2006: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Aydın, C. (1994). Ali Kuşçu. *DİA* (Cilt 2, s. 408-410). içinde
- Bagheri, M. (2006, December). Kushyar ibn Labban's Glossary of Astronomy. *Sources and Commentaries in the Exact Sciences (SCIAMVS)*, 7, 145-174.
- Barthold, V. V. (1963). Ulugh-Beg. *Four Studies on the History of Central Asia* (Cilt 2). içinde Leiden.
- Boyer, C. B. (1960). The Rainbow: From Myth to Mathematics. *Philosophy of Science*, 27(2), 207-208.
- Burnett, C., Hogendijk, J. P., Plofker, K., & Yamo, M. (2004). *Studies in the History of the Exact Sciences in Honour of David Pingree*. Leiden: Brill.
- Cebbar, A. (2016). *İslam Bilim Tarihi (İslam Coğrafyasının Bilim Mirası Üzerine Konuşmalar)*. İstanbul: Küre Yayınları.
- Evans, J. (1998). *The History and Practice of Ancient Astronomy*. Oxford : Oxford University Press.
- Fazlıoğlu, İ. (2003). Osmanlı Felsefe-Biliminin Arkaplanı: Semerkand Matematik Astronomi Okulu. *Dîvân: Disiplinlerarası Çalışmalar Dergisi*(14), 1-66.
- Gamini, A. M. (2017). Qutb al-din al-Shirazi and the Development of non-Ptolemaic Planetary Modeling in the 13th Century. *Arabic Sciences and Philosophy*, 27(2), 165-203.
- Gingerich, O. (1993). The Eye of the Heaven: Ptolemy, Copernicus, Kepler. *Masters of Modern Physics*, 7.
- Goldstein, B. R. (1997). Saving the Phenomena: The Background to Ptolemy's Planetary Theory. *Journal for the History of Astronomy*, 28(1), 1-12.
- Granada, M. A. (2006). Did Tycho Eliminate the Celestial Spheres Before 1586? *Journal for the History of Astronomy*, 2, 125-145.
- Güneş, O. (2016). MEZOPOTAMYA MATEMATİKSEL ASTRONOMİSİNDE GEZEĞEN-PERİYOT İLİŞKİLERİ VE HESAPLAMA SİSTEMLERİ. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Felsefe Anabilim Dalı.
- Hartner, W. (1955). The Mercury horoscope of Marcantonio Michel of Venice: A study in the history of Renaissance astrology and astronomy. *Vistas in astronomy*, 84-138.

- Heath, T. (tarih yok). *A history of Greeek Mathematics* (Cilt 1).
- Hetherington, N. S. (tarih yok). Ptolemy. *The Biographical Encyclopedia of Astronomers(BEA)* (s. 1770-1772). içinde
- Hill, D. R., Bir, A., & Kaçar, M. (2010). *Gökyüzü ve Bilim Tarihi: İslam Bİlim ve Teknolojisi*. Boyut Yayınları.
- Hockey, T. (2014). *The Biographical Encyclopedia of Astronomers(BEA)*. New York: Springer.
- Jones, A. R. (tarih yok). Ptolemy. *Encyclopedia Britannica*. içinde 9 24, 2020 tarihinde <https://www.britannica.com/biography/Ptolemy> adresinden alındı
- Karaali, S. (1985). *Genel Astronomi I*. İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Kennedy, E. S. (1966). Late Medieval Planetary Theory. *ISIS*, 57(3), 365-378.
- Kennedy, E. S., & Roberts, V. (1959). The planetary theory of Ibn al-Shāṭir. *ISIS*, 50(3), 227-235.
- Kuhn, T. (2007). *Kopernik devrimi: batı düşüncesinin gelişiminde gezegen astronomisi*. İmge Yayınları.
- Kunitzsch, P. (1974). *Der Almagest: die Syntaxis mathematica des Claudius Ptolemäus in arab.-latein*.
- Kwan, A. (tarih yok). Hipparchus of Niceaea. T. Hockey içinde, *The Biographical Encyclopedia of Astronomers(BEA)* (s. 982-985).
- Mickelson, M. E. (tarih yok). Aristarchus of Samos. *The Biographical Encyclopedia of Astronomers(BEA)* (s. 102-103). içinde
- Neugebauer, O. (2012). *The History of Ancient Mathematical Astronomy* (Cilt 1). Springer Science & Business Media.
- Nitschelm, C. (tarih yok). Heraclides of Heraclea. *The Biographical Encyclopedia of Astronomers(BEA)* (s. 936-937). içinde
- Pedersen, O. (2010). *Survey of the Almagest: with annotation and new commentary by Alexander Jones*. Springer Science & Business Media.
- Ragep, F. J. (1993). *Nasir al-Din al-Tusi's Memoir on Astronomy (al-Tadhkira fi ilm al-hay'a)*.
- Ragep, F. J. (2004). Ibn al-Haitham and Eudoxus: The Revival of Homocentric Modeling in Islam. *Studies in the History of the Exact Sciences in Honour of David Pingree* (s. 786-809). içinde Leiden: Brill.

- Ragep, F. J., & al-Qūshjī, A. (2001). Freeing astronomy from philosophy: an aspect of Islamic influence on science. *Osiris*, 16, 49-71.
- Ragep, F. J., & Nikfahm-Khubravan, S. (2019). The Mercury Models of Ibn al-šāṭir and Copernicus. *Arabic Sciences and Philosophy*, 29(1), 1-59.
- Raşid, R. (tarih yok). *İslam Bilim Tarihi*.
- Sabra, A. I. (1978). An Eleventh-Century Refutation of Ptolemy's Planetary Theory. *Studia Copernicana*, 16, 117-131.
- Sabra, A. I. (1994). *Optics, Astronomy and Logic: Studies in Arabic Science and Philosophy*. Routledge.
- Saliba, G. (1987). The role of Maragha in the development of Islamic astronomy: a scientific revolution before the Renaissance. *Revue de synthèse*, 108(3), 361-373.
- Saliba, G. (1991). The astronomical tradition of Maragha: a historical survey and prospects for future research,. *Arabic Sciences and Philosophy*, 1(1), 67-99.
- Saliba, G. (1993). Al-Qushjī's reform of the Ptolemaic model for Mercury. *Arabic Sciences and Philosophy*, 3(2), 161-203.
- Saliba, G. (1994). A sixteenth-century arabic critique of ptolemaic astronomy: the work of Shams al-Din al-Khafri. *Journal for the History of Astronomy*, 25(1), 15-38.
- Saliba, G. (1994). Early Arabic critique of Ptolemaic cosmology: A ninth-century text on the motion of the celestial spheres. *Journal for the History of Astronomy*, 25(2), 115-141.
- Saliba, G. (1996). Arabic planetary theories after the eleventh century AD. R. Rashed (Dü.) içinde, *Encyclopedia of the History of Arabic Science* (Cilt 1, s. 59-128).
- Saliba, G. (2007). *Islamic Science and Making of the European Renaissance*. MIT Press.
- Samsó, J. (2001). Ibn al-Haitham and Jabir b. Aflah's Criticism of Ptolemy's Determination of the Parameters of Mercury. *Suhayl: International Journal for the History of the Exact and Natural Sciences in Islamic Civilisation*, 199-225.
- Samsó, J. (tarih yok). Ibn al-Haitham and Jabir b. Aflah's Criticism of Ptolemy's Determination of the Parameters of Mercury. *Suhayl-International Journal for the History of Exact and Natural Sciences in Islamic Civilisation*, 199-225.
- Samsó, J., & Mielgo, H. (1994). Ibn Zarfālluh on Mercury. *Journal for the History of Astronomy*, 25(4), 289-296.

- Selin, H. (2008). *Encyclopedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures*. New York: Springer.
- Sezgin, F. (2008). *İslam'da Bilim ve Teknik*. İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kültür A.Ş.
- Toomer, G. (1998). *Ptolemy's Almagest*. Princeton: Princeton University Press.
- Toomer, G. J. (1969). The Solar Theory of az-Zarqal: A History of Errors. *Centaurus*, 14(1), 306-336.
- Umut, H. (2016). Risale der İlmi Hey'e'den el-Fethiyye'ye: Bir metnin Osmanlı Dünyasında Dönüşümü. Ö. M. Mustakim Arıcı içinde, *Osmanlı'da İlim Ve Fikir Dünyası*. Klasik Yayınları.
- Umut, H. (2019). Theoretical Astronomy in the Early Modern Ottoman Empire: 'Alī al-Qūshjī's Al-Risāla al-Fatḥiyya. Montreal: McGill University Institute of Islamic Studies.
- Unat, Y. (2016). Aristoteles'in Evren Anlayışı ve İslâm Astronomisine Etkisi. *Aristoteles Sempozyumu, Düşünbil Akademi*, (s. 1-22).
- Whitfield, P. (2008). *Batı biliminde dönüm noktaları: Tarih öncesi dönemlerden atom çağına*. Küre Yayınları.
- Yavetz, I. (1998). On the Homocentric Spheres of Eudoxus. *Archive for history of exact sciences* (Cilt 3, s. 221-278). içinde
- Zeki, S. (1913). *Âsâr-ı Bakiye* (Cilt 2).