

Aristoteles'in Evren Anlayışının İslam Astronomları Tarafından Mekanik Olarak Yorumlanması ve Bu Yorumun Yol Açtığı Alternatif Modeller*

Yavuz UNAT**

Fatma Zehra PATTABANOĞLU***

ÖZ

Astronomi tarihinin başlangıcında gezegenlerin ve yıldızların hareketlerini betimlemeye ve kurgulamaya yönelik bilimsel kuramlar; matematiksel, fiziksel, hem matematiksel hem de fiziksel olmak üzere üç aşamadan geçmiştir. Klasik dönem İslam astronomi bilgileri genelde Batlamyus'un (Ptolemaios) kinematik yaklaşımı ile Aristoteles'in dinamik yaklaşımını birleştirmek istedikleri üçüncü aşama olan gök mekaniği kuramını benimsemişlerdir. İslam düşüncesinin yenilenme döneminde gökbilginleri, Batlamyus'a karşı alternatif modeller geliştirmeye devam etmişlerdir. Böylece uzun zamandan beri devam eden gözlemler ile matematiksel modeller arasında meydana gelen problemlere çözüm aramışlardır.

İslam bilgilerinin Batlamyus karşıtı olan alternatif model oluşturma çabaları ve bunların Copernicus üzerindeki tesirleri Edward Kennedy, Victor Roberts, George Saliba, Jamil Ragep ve Morrison gibi pek çok araştırmacı tarafından ele alınmıştır. Mesela Noel Swerdlow ve Otto Neugebauer, Copernicus'i "Merâğa Rasathanesinin astronomi geleneğindeki son astronomu" olarak nitelemişlerdir. Her ne kadar bu tesirin kim üzerinden ve nasıl gerçekleştiği konusunda kesin deliller tam olarak sunulmuş olmasa da İslam astronomisinin Batıya aktarımı konusunda ciddi çalışmalar mevcuttur. Bu makalede de mezkûr aktarım sürecinden kısmen bahsedilmiştir. Ancak asıl amaç, Copernicus astronomisinin başlamasını sağlayan evrenin mekanik yorumunun,

* Bu makale TÜBİTAK/1003 Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı, 119K835 Nolu "Ortaçağ İslâm Astronomisinde Evrenin Mekanik Yorumu ve Batıya Etkileri" başlıklı proje bağlamında hazırlanmıştır.

** Prof. Dr., Kastamonu Üniversitesi İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Felsefe Bölümü, Kastamonu/Türkiye
E-Posta: yunat@kastamonu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2561-6341

*** Doç. Dr., Kastamonu Üniversitesi İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Felsefe Bölümü. Kastamonu/Türkiye
E-Posta: f.zehrapattabanoglu@kastamonu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6756-8387

DOI: 10.32704/erdem.2022.83.153

Makale Gönderim Tarihi: 17.01.2022 Kabul Tarihi: 09.09.2022 (Araştırma Mk.)

kendisinden önce İslam bilginleri tarafından çalışıldığını ve bu çalışmaların Batı modernleşme sürecinin temellerini oluşturduğunu göstermektedir. Burada evrenin mekanik yorumundan kastedilen şey, Aristoteles tarafından sistemleştirilen evrenin değişmeyen ve mükemmel olan fiziksel yapısının Batlamyus'un kurguladığı matematiksel yorumla birlikte ele alındığı model uyarlamalarıdır. Bu fiziksel ve matematiksel yapı, Kepler'e kadar bilim tarihçilerini meşgul etmiş bir sistemdir.

İslam astronomları 11. yüzyıldan beri, Batlamyus'un el-Mecisti (Almagest) adlı eserinin çelişkileriyle dolu olduğunu göstererek, Aristoteles'in kozmolojisi ile uyumlu hale getirmeye çalışmışlardır. Batlamyus'un matematiksel modelinin fizik yönden yetersiz olması nedeniyle ilk ciddi eleştiri İbn Heysem'den (ö.1040) gelmiştir. Tûsî-çifti, Urdî lemma, İbn Şâtır'ın çift episikl aleti gibi modeller sayesinde Aristoteles fiziğini ve Batlamyus astronomisini kendi araştırmalarına dayanarak yorumlayan İslam bilginleri, 16. yüzyıla kadar aydınlanmanın temsilcisi olmuşlardır. Bu minvalde Urdî (ö.1266), et-Tûsî (ö.1274), eş-Şirâzî (ö. 1311), İbn Şâtır (ö.1375) ve Ali Kuşçu (ö.1474) gibi önemli isimler zikredilebilir. Güneş merkezli sistemi kuran Copernicus Müslüman astronomların çözüm bulmaya çalıştığı çelişkilerden ve çözümlerden yola çıkmıştır. Başka bir deyişle denilebilir ki, Müslüman astronomlar ve oluşturdukları alternatif bilim tarzı, modern dönem öncesini etkilemiş ve bilim devriminin itici gücü olmuştur. İşte çalışmada bu modeller ele alınacak ve astronomi ve bilim tarihi açısından onların tesirleri tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mekanik evren, Aristoteles, Batlamyus, İslam astronomları, Copernicus

The Mechanical Interpretation of Aristotle's Understanding of The Universe By Islamic Astronomers and Alternative Models Leading to

This Interpretation

ABSTRACT

Scientific theories to describe and construct the motions of planets and stars at the beginning of the history of astronomy; it has gone through three stages: mathematical, physical, both mathematical and physical. Classical period Islamic astronomy scholars generally adopted the third stage, the theory of celestial mechanics, where they wanted to combine the kinematic approach of Ptolemy and the dynamic approach of Aristotle. During the renewal period of Islamic thought, astronomers continued to develop alternative models against Ptolemy. Thus, they sought solutions to the problems that occurred between long-standing observations and mathematical models.

The efforts of Islamic scholars to create an alternative model against Ptolemy and their effects on Copernicus have been discussed by many researchers such as Edward Kennedy, Victor Roberts, George Saliba, Jamil Ragep and Morrison. For example, Noel Swerdlow and Otto Neugebauer described Copernicus as "the last astronomer of the Merâga Observatory in the astronomical tradition". Similar studies are ongoing. Although definitive proofs on whom and how this effect occurred have not been fully presented, there are serious studies on the transfer of Islamic astronomy to the West. Although this transfer process is partially mentioned in the article, the main purpose is to show that mechanical interpretation of the universe, which led to the start of Copernicus astronomy, was studied by Islamic scholars before him and these studies formed the basis of the Western modernization process. What is meant by the mechanical interpretation of the universe is model adaptations in which the unchanging and perfect physical structure of the universe, systemized by Aristotle, is discussed together with the mathematical interpretation that Ptolemaios constructed. This physical and mathematical structure has kept scientific historians busy until Kepler.

Since the 11th century, Islamic astronomers have tried to harmonize Ptolemy's al-Macisti (Almagest) with Aristotle's cosmology, showing that it is full of contradictions. The first serious criticism came from Ibn al-Haytham (d. 1040) due to the physical inadequacy of Ptolemy's mathematical model. Islamic scholars, who interpreted Aristotelian physics and Ptolemaic astronomy based on their own research, were the representatives of enlightenment until the 16th century, thanks to models such as Tūsī-couple, Urđī lemma, and Ibn Shatir's double epicycle instrument. In this respect, important names such as Urđi (d. 1266), et- Tūsī (d. 1274), al-Shirazī (d. 1311), Ibn Shatir (d. 1375) and Ali Kuşçu (d. 1474) can be mentioned. Copernicus, who

established the heliocentric system, started out from the contradictions and solutions that Muslim astronomers tried to find solutions to. In other words, it can be said that Muslim astronomers and the alternative science style they created influenced the pre-modern period and became the driving force of the scientific revolution. In this study, these models will be discussed and their effects in terms of astronomy and science history will be discussed.

Keywords: Mechanical worlds, Aristotle, Ptolemaios, Islamic astronomers, Copernicus

Giriş

İslam Astronomisi temel hatlarıyla Aristoteles fiziği ve Batlamyus'un (ö. M.S. 140 yılları) evren teorisine dayanmakla birlikte bu iki bilginin eserlerine yapılan çeviri, şerh, telhis ve tahlil çalışmaları neticesinde eleştiriler, farklı yorumlar ve düşüncelerle gelişme göstermiştir. İslam bilginlerindeki yenilik, dönüşüm ve revizyon arayışları Batlamyus'tan Copernicus'e kadar olan astronomi tarihinde matematiksel ve fiziksel temellerdeki farkların oluşmasına olanak tanımıştır. Çünkü iki otorite arasında İslam astronomlarının gelişmiş matematiksel modelleri yanında fiziksel bütünlüğü de koruyan çalışmaları vardır.

Bugün İslam bilginlerinin modern dönem öncesi bilimin gelişme sürecinde çok önemli bir geleneği temsil ettikleri bilinmektedir. Bu bilginler uzun bir çeviri döneminden sonra Yunan biliminin ve özellikle Batlamyus'un *el-Mecisti* adlı eserinin yetersiz ve çelişkilerle dolu olduğuna dikkat çekerek, gerekli olan atılımı gerçekleştirmişlerdir. Böylece klasik Yunan'da uygulanan bilimin dışında yeni bir bilim tarzı, başka bir deyişle alternatif bir bilim tarzı sunmuşlardır. Nitekim Saliba'ya göre Rönesansı hazırlayan evren anlayışında tüm bu düzeltmeler, yeni teknikler, yeni çözümler Batlamyus'un eseri İslam bilginleri tarafından eleştirel gözle okunmasaydı gerçekleşemezdi. Bu sebeple onların eleştirel bakışları, çözüm arayışları ve sorun yaratan parametrelerden daha güvenilir olanları bulma arzusu, aydınlanmanın yolunu açmıştır demek yanlış olmayacaktır (2015: 98).

İslam dünyasında Batlamyus'un matematiksel astronomisini Aristoteles'in fizik anlayışı ile uyumlu hale getirme çabaları, gökbilimcilerini "Yeni kuramlaştırma denemesi" ve "Alternatif evren tasarımı" arayışına sevk etmiştir. Böylece Aristoteles'in dinamik evren modeli, etkisini, yüzyıllarca devam ettirmiştir. İslam gökbilimindeki bu arayışların nasıl ivme kazandığı, tartışılan problemlerin İslam biliminin gelişim, süreklilik ve özgünlüğüne ne gibi katkı sağladığı ve nihayetinde bu çalışmaların Batıya tesirlerinin araştırılması objektif bir bilim tarihi yazımı sağlamak bakımından önemlidir. Bu minvalde öncelikle Aristoteles'in evren anlayışını anlamak ve daha sonra da İslam bilginlerinin onu Batlamyus bağlamında nasıl yorumlayıp geliştirdiklerine bakmak lüzumu vardır.

1. Aristoteles'in Evren Anlayışı

İnsanoğlu yüzyıllardır gökyüzündeki hareketleri incelemeye çalışmış ve bunları anlamlandırmak için çeşitli izahlara başvurmuştur. Mezopotamyalılar gökyüzünde meydana gelen hareketleri aritmetik ve cebir esasına göre açıklamayı başarmış olsalar da gökyüzündeki hareketleri mitoloji ve dinden ayırarak geometrik modellerle açıklayan ve astronomiyi geometri ile temellendirebilen ilk uygarlık Yunanlılar olmuştur (Ayrıntılı bilgi için bkz. Sayılı 1982: 323-409). Geometri temelli astronomi de Pythagorasçılarla başlatılmış olsa da astronominin sistemleşmesinde ilk isim Eudoxus (M.Ö. 408-355 yılları) kabul edilmiştir. Çünkü Eudoxus, “Ortak Merkezli Küreler Sistemi”ni kurarak bilimsel astronominin öncülüğünü yapmıştır (Unat 2001: 25-29; Sayılı 1982: 390). Eudoxus’un evren modeli, merkezleri aynı olan dairesel hareketli kürelere dayanmaktadır; bu küreler iç içe geçmiştir ve merkezinde yer vardır. Bu sistem karmaşık ve uygulamada başarısız sayılmış olsa da, görünümleri anlamlandırmaya yönelik kuramsal bir girişimdir ve yaklaşık olarak görüntüyü kurtarmayı sağlamıştır. Daha sonra Aristoteles tarafından fiziksel bir temel ile desteklenerek bu sistem, Kepler’e kadar devam etmiştir (Heath 1921: 330-331; Sevim Tekeli, Esin Kâhya vd. 1997: 29-30).

Aristoteles’in evren anlayışında her şeyin başı veya sonu olarak ele alınabilecek uç noktalarda bulunan iki kavram vardır. Bunlardan birisi imkân (*dynamis*), diğeri ise işlerliktir (*energia*). Ortalarında ise üçüncü bir kavram olan etkinlik yahut gerçeklik (*entelekheia*) bulunur. Onun anlayışının başlangıç noktası ise harekettir (*kinêsis*). Doğa ise, hareket ilkesidir (Aristoteles 2019a: 11). Bir araştırmanın en açık ve anlaşılır olandan başlatılması gerektiği için öncelikle nesneye, yani doğaya bakılmalıdır. Doğanın temeli olan madde saf imkân olan, cisimsiz bir şeyken; maddi neden, taşıyıcı (*hypokeimenon*) olarak madde ve form (*morphe*) birlikteliğidir. Dolayısıyla doğadaki ilk yalın cisimler de bir taşıyıcı üzerinde bulunan ve sıcak-soğuk, kuru-ıslak karşıtlıklarından oluşan toprak, su, hava ve ateş öğeleridir (Aristoteles 2019c: 75). Yalın cisimlerin hareketi de yalın olduğu için öğelerin hareketleri tek yönlüdür. En ağır olanlar aşağıya/ortaya, en hafif olanlarsa yukarıya/sınıra doğru hareket eder. Böylece toprak en ağır olarak aşağıda, su onun üzerinde, suyun üzerinde hava ve en üstte de ateş şeklinde bir sıralama gerçekleşmiştir (2019c: 91).

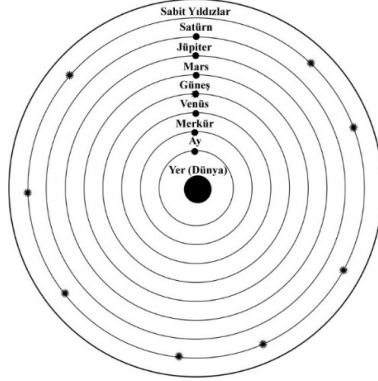
Aristoteles’e göre ateş yeryüzünün en uç sınırıdır. Ondan sonra gökyüzündeki cisimler, yıldızlar bulunur. Gökyüzündeki cisimlerin maddesi, eterdir

(2018: 17), hareketleri ise daireseldir. Gökyüzü ezeli ve sınırsız hareketle hareket ettiği için buna en uygun hareket, dairesel harekettir. Bu bakımdan yıldızlar ve seyyar yıldızlar (gezegenler) da en mükemmel biçim olan daire biçimindedir (2018: 53). Onların hareketleri dairesel olduğu için buna en uygun şekil olan küre üzerinde kürelere çakılı olarak hareket ederler. Ancak Aristoteles, kürelerin kendilerini hareket ettirmediğini ve onlarda hareket ilkesinin bulunmadığını söyler (2018: 60-62). Bu bakımdan onların bir şey tarafından hareket ettirilmesi gerekir. Bu ise ilk hareket eden küreye ezeli hareketi veren hareket ettiricidir. İlk hareket ettiricinin hareketi ise hareketsizliktir; çünkü hareket etse onun da başka bir şey tarafından hareket ettirilmesi ve böylelikle sonsuza gitmesi gerekir; lakin hareket bir yerde durulmalıdır (Aristoteles 2019a: 305-307).

Aristoteles'e göre ilk hareket etmeyen hareket ettirici evrenin dışında, maddesiz, en iyi ve mükemmel olan ezeli varlıktır. O maddesi olmayan saf formdur. Çünkü maddesi olanlar birlik değil, çokluk içerir (2019b: 391-393). Diğer yandan evrendeki hareket daireseldir, ilk hareket ettiren ise hareketsizdir. Dolayısıyla dairesel harekette bir parça hareket ve bir parça hareketsizlik dairenin devamlılığını bozar ve daire parçalanır (2013: 26). Nihai olarak evren tek ve hareketi de tek olduğu için ilkesinin de tek olması gerekir. Dolayısıyla o, saf işlerliktir ve onun işlerliği de akıldır (2019b: 383). Sadece akıl değil, en iyiyi akletmedir. En iyi de kendisi olduğu için onun işlerliği kendi kendisini yani akledeni akletmedir (2019b: 391). Aristoteles'in bu düşünceleri metafizik ve kozmoloji anlayışının bir sonucudur. Onun evren sisteminde, saf işlerlik olan İlk Muharrik'in, saf imkân olan ilk maddeyi etkinlik haline doğru gerçekliğe kavuşması için harekete geçirmesi gereklidir.

Aristoteles kozmolojisinde evren küresel ve sonludur. Yer küre biçimindedir, evrenin merkezinde ve hareketsizdir. Gezegenler saydam, kristal yapıdaki kürelere takılı bir şekilde Yer'in etrafında dolanarak hareket ederler. Gezegenlerin hareketleri dairesel, düzgün ve tek düzedir. Yer'i, bir soğanın kabukları gibi merkezleri ortak olan birçok küre katmanı çevreler. Öncelikle yeri çevreleyen su, hava ve ateş küreleri, gelir. Ateş küresini saydam, kristal yapıda olan küreler çevreler. Gezegenler bu kürelere çakılı bir şekilde Ay, Merkür, Venüs, Güneş, Mars, Jüpiter, Satürn sırası ile taşınmaktadırlar (Crombie 1957: 52-53). En dışta ise sabit yıldızlar küresi bulunmaktadır. Bu küreler, göksel cisimlerin hareket ettiği büyük bir makinenin fiziksel varlığı olan parçalarıdır (Dreyer 1953: 112). Aristoteles gökyüzü boyunca

taşınanların görünürde dokuz tane olduğunu söyler (2019b: 33). Eudoxus ve Callippus gibi Yer’i, hareketsiz olarak merkeze aldığı halde Yer’den sonraki sıralamayı Ay, Merkür, Venüs, Güneş, Mars, Jüpiter, Satürn ve Sabit yıldızlar küresi olarak değiştirir (Unat 2001: 34-35).



Şekil 1

Aristoteles’in evren modeli

Aristoteles Yer’i merkeze alıp hareketsiz kıldığından ötürü ona küre tayin etmez. Hemen üzerinde olan Ay’a eklemeye yapmadan beş, Merkür, Venüs, Güneş ve Mars’a dörder küre ekleyerek her birinin dokuzar; Satürn ve Jüpiter’e de üçer küre ekleyerek her birinin yedişer kürede hareket ettiklerini söyler (Unat 2001:36). Dolayısıyla Aristoteles, Eudoxus’un kürelerine yirmi dokuz veya Callippus’un kürelerine yirmi iki küre daha ekler. Nihayetinde Aristoteles gökyüzündeki seyyar yıldızların (gezegenlerin) hareket ettiği kürelerinin sayısının toplamının Sabit yıldızlar küresini de dâhil ederek elli altı tane olduğunu ifade eder (Aristoteles 2019b: 387).

Aristoteles’e göre Ay küresi evreni iki farklı bölgeye ayırır. Yer’den Ay’a kadar olan kısım Ay altı âlemini, Ay’dan sabit yıldızlar küresine kadar olan kısım ise Ay üstü âlemini oluşturur. Bu iki âlem yapı bakımından çok farklıdır. Ay üstü âlem ve burada yer alan gök cisimlerinin hareketleri dairesel olduğuna göre, doğal hareketi dairesel olan fiziksel bir element olmalıdır; bu da eterdir. Eterin mükemmel doğası, Ay üstü âleme ezeli ve ebedi bir mükemmellik sağlar. Yıldızlar ve küreler, bu elementten yapılmışlardır. Buna karşılık Ay altı âlem her türlü değişimin, oluş ve bozuluşun yer aldığı bir evrendir. Burası, ağırlıklarına göre, Yer’in merkezinden yukarıya doğru sıralanan dört temel öğeden, yani toprak, su, hava ve ateşten oluşmuştur. Toprak, diğer üç öğeye nispetle daha ağır olduğu için, en alta, ateş ise daha hafif olduğu için, en üstte bulunur. Aristoteles’e göre, bu öğeler, kuru ve

yaş ile sıcak ve soğuk gibi birbirlerine karşıt dört niteliğin birleşiminden oluşmuştur (2018: 14-17, 27-32; Unat 2019: 48).

Aristoteles'te geometrik yaklaşım, mekanik yoruma dönüştürüldüğü için kürelerin hayali değil, gerçek olduğu düşünmek mümkündür. Ancak Eudoxus ile ortaya atılan ve Aristoteles tarafından fiziksel sistem ile temellendirilen ortak merkezli küreler sistemi, gezegen hareketlerini açıklamada yetersiz kaldığı için yeni bir sisteme ihtiyaç duyulmuştur. Bu sistem de tamamen matematiksel olarak Batlamyus tarafından kurulmuştur. Aslında sistemin temelleri Batlamyus'tan üç yüz yıl önce Apollonius (M.Ö. 200 yılları) ve Hipparchus (M.Ö. yaklaşık 190-120) tarafından atılmış ve Batlamyus tarafından geliştirilip tamamlanmıştır. Batlamyus'un kurduğu bu sistem, gezegenlerin yerlerini belirlemede ortak merkezli küreler sisteminden daha başarılı olsa da, sistemde kullanılan episikl ve eksantrik modeller astronomi tarihi boyunca hep tartışılmıştır.

Batlamyus'un episikl ve eksantrik modellerinin tartışılması neticesinde üç görüş ortaya çıkmış ve gökbilimcileri bu üç görüşten birini benimseme yoluna gitmişlerdir:

Bunlardan birincisine göre; astronomik varsayımlar basit birer matematiksel kurgudurlar ve görevleri olguyu kurtarmaktır. Batlamyus sistemi de bunu en iyi şekilde yerine getirmektedir.

İkinci görüşü kabul edenler ise; Batlamyus astronomisi karşısına başka bir sistem koyma yoluna gitmişler ve bu doğrultuda olmak üzere ya Eudoxus ve Aristoteles tarafından ortaya atılan ortak merkezli küreler sistemini benimseme yoluna gitmişler ya da ortak merkezli küreler sistemine benzer yeni sistemler (özellikle Bitrûcî tarafından) öne sürmüşlerdir.

Üçüncü görüşte ise; Batlamyus sistemi Aristoteles fiziğine uygun olarak küre katmanları şeklinde düşünülmüş ve Batlamyus'un kullandığı eksantrik ve episikl modeller somut nesnelere ele alınmıştır (Sayılı 1973: 46-47).

Batlamyus ve kendisinden sonra gelen Hellenik düşünürler ilk görüşü kabul etmişler ve bu nedenle de geometrik kuramlarını farklı fizik görüşlere bağlı kalmadan oluşturabilmişlerdir. Aynı paralelde, Ortaçağ'da Batı ve İslâm astronomlarından bazıları matematiksel kuramla yetinmeyi tercih etmişler, Batlamyus sisteminin geometrik yapısını yeterli bularak fiziksel temel anlayışını bir tarafa bırakmışlardır. Bu astronomlara göre, betimsel fakat niceliksel olan Batlamyus sistemi, gök cisimlerinin devinimlerini, bir gezegenin belirli zamanlardaki yerini doğru olarak verebilmektedir.

Astronominin de temel amacı bu olduğuna göre fiziksel temel sorunu fizikçilere veya doğa felsefecilerine bırakılmalıdır.

Diğer taraftan bazı astronomlar gezegen hareketlerinin sadece geometrik bir nitelik taşımasının doğru olmadığını, bu hareketlerin aynı zamanda dinamik bir niteliğe de sahip olması gerektiğini savunmuşlar ve bu nedenle astronominin fiziksel bir temele gereksinimi olduğu düşüncesinde ısrar etmişlerdir. Bu düşünce Sâbit b. Kurre (ö. 901) ve İbn Heysem (ö. 1040) den sonra gelişmiş ve bu iki bilginden sonra gökbilimciler ya Batlamyus'un geometrik varsayımını katı nesnelere gerçek hareketleriyle birleştirmek istemişler ve Batlamyus'un geometrik sistemini fizik kanunlarına uygun hale getirmeye çalışmışlar ya da özellikle 12. yüzyıldan sonra Aristoteles fiziğinin etkisi altında kalan Endülüs bilginlerinin etkisiyle, Batlamyus kuramına karşı çıkmışlar ve Aristoteles'in ortak merkezli küreler sistemini benimsemişlerdir (Sayılı 1973: 46-47).

2. Küre Katmanları Sistemi ve Mekanik Evren Anlayışı

Gezegen hareketlerini açıklamak için iç içe geçmiş küre katmanları sistemi, 10. yüzyılda Basra'da kurulmuş bir birlik olan İhvân-ı Safâ'nın *Resâil*'inde önemli bir yer tutmaktadır. Onlara göre evren belirli bir derinliği olan iç içe geçmiş kürelerden oluşmuştur; kürelerin içleri boş ve saydamdır; merkezleri ortaktır ve bir "soğanın katmerleri" gibidirler. Her bir küre katmanı, belirli bir derinliğe sahip saydam iki küreden oluşmuştur (Nasr 1964: 75-76; Unat 1992: 129-144).

Bîrûnî (ö. 1048), *Kitâb el-Tefhîm li-Evâil Sinâ'at el-Tencîm* adlı eserinde, bu kürelere ilişkin ayrıntılı bilgiler vermektedir. Ona göre gök küre dönen bir topa benzeyen bir cisimdir ve bu cismin içerisinde pek çok cisim bulunur. Bu cisimler dairesel hareketlerinden dolayı küre olarak adlandırılırlar. Birbirini çevreleyen sekiz küre vardır. Bunlar bir "soğanın katmerleri" gibidirler. Her kürenin iç ve dış katmanları arasında boşluk bulunur. Böylece en yakın ve en uzak olmak üzere iki uzaklık oluşur. İlk küre Ay'ın küresidir sonra sırasıyla Merkür, Venüs, Güneş, Mars, Jüpiter ve Satürn'ün küreleri gelir. En son küre ise sabit yıldızlar küresidir (el-Beyrûnî 1934: 43-44).

İslam dünyasında Batlamyus'un matematiksel modelinin fizik yönden yetersiz olması nedeniyle ilk ciddi eleştiri İbn Heysem'den gelmiştir. Bu eleştiriden sonra, İslâm astronomisi, bir taraftan Batlamyus astronomisinin matematiksel yapısını yeniden kurgulamaya ve diğer taraftan da bu matematiksel yapıyı fiziksel bir temele oturma çabaları yönünde gelişme

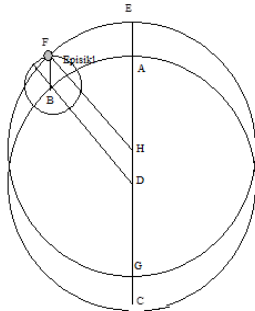
kaydetmiştir. İbn Heysem ile başlayan eleştiri geleneği, onun *eş-Şukûk alâ Batlamyus* eserine atfen şukûk (şüph) geleneği şeklinde meşhur olmuştur (Pattabanoğlu, Tuba Uymaz 2021: 141-165). Astronomide yeni bir araştırma programı sunan bu gelenek sayesinde, evrenin mekanik yorumunun 17. yüzyıl sonrasında tartışılmaya başladığı ve geliştiği yönündeki yaygın görüşün aksine, bu yorumun Aristoteles'e kadar uzandığını söylemek mümkündür. Çünkü Aristoteles'in küre katmanları sistemindeki gezegenlerin hareketlerinin kinematik veya dinamik denilen yapısı, mekanik yorumun gelişmesine neden olmuştur. Böylece İslam düşüncesinin klasik döneminde Aristotelesçi doğa filozofları ve gökbilimcilerinin matematiksel astronomlara itirazları çerçevesinde küre katmanları sistemine dayanan yeni bir mekanik yorum şekillenmiştir. Bu bağlamda İslam bilginleri tarafından özellikle de Aristotelesçi çevrelerce geliştirilen ve kabul edilen mekanik yorumun 11.-13. yüzyıllarda Batı'da da karşılık bulduğu ve benimsendiği görülmektedir. Bu tür yorumlar 15. yüzyılda Copernicus'e giden yolu açmış ve sonrasında da yeni mekanik yorumların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Ancak bu bakış açısının, bugünkü fizik alanının bir dalı olan mekanikle birebir örtüştüğü söylenemez.

İbn Heysem'in yeni bir gezegen modeli oluşturduğuna ilişkin bir kanıt olmasa da Batlamyus'un kuramını küre katmanları sistemine dönüştürdüğü bilinmektedir. Harranlı matematikçi ve astronom Muhammed İbn Ahmed el-Harakî (ö. 1138/39) *Müntehâ el-İdrâk fî Taksîm el-Eflâk* adlı eserinde İbn Heysem'in eleştirilerinden yola çıkarak Batlamyus sistemini, küre katmanları sistemi haline getirmeye çalışmış ve hayali dairelerden değil de katı kürelerden oluşan bir gezegenler teorisi geliştirmiştir. Somut küreler sistemi daha sonra el-Kazvinî (yaklaşık 1203-1283) ve Ebu'l-Ferec (yaklaşık 1279'lar) tarafından daha detaylı ele alınmıştır. Bu astronomlar da gezegen hareketlerini iç içe geçmiş küre katmanları ile açıklamaktadırlar. Örneğin; Güneş katı küresel bir cisimdir, iki dış merkezli küre arasına yerleştirilmiştir. Gezegenler episikl adı verilen ve katı bir cisim olan küre üzerine tıpkı yüzük üzerindeki bir inci gibi yapışıktır (Dreyer 1953: 259-261).

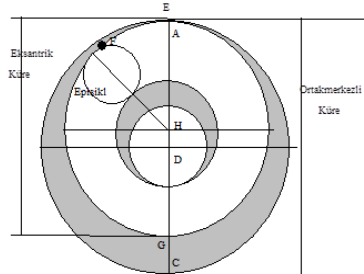
İslâm astronomları arasında en çok rağbet bulanı küre katmanları sistemi olmuştur. Genelde Doğu İslâm astronomlarının Batlamyus'un geometrik sistemini kabul ettikleri veya bu sistemi küre katmanları sistemi olarak değiştirdikleri görülmektedir. 14. ve 15. yy. astronomi bilginlerinden Çağmînî ve Ali Kuşçu da bu düzeni kullanarak episikl ve eksantrik modelleri küreler sistemine uydurmaya çalışarak Batlamyus astronomisine fiziksel bir temel

bulmaya çalışmışlardır (el-Çağmîni 2016: 84-242; Ali Kuşçu 2019: 195-289). Willy Hartner, Peurbach'ın Merkür modelini İbn el-Heyssem'inkiyle kıyaslamış, aynı zamanda Çağmîni'nin kürelerin fiziksel gerçekliğine olan ilgisini fark ederek ve Erken Rönesans astronomlarının İbn Heyssem ve Çağmîni'ye bağlılığının şüphe götürmediğini ileri sürmüştür (Ragep, S. 2017: 158).

Küre Katmanları Sistemi, Batlamyus astronomisine fiziksel temel sağlamak amacıyla ortaya konan ve bu sistemi mekanik hale getiren bir sistemdir. Bu sistemde evren, iç içe geçmiş somut küreler biçiminde tasarlanmaktadır. Her gezegen, iç içe geçmiş kürelere sahiptir; bu küreler, çapları birbirlerinden küçük olmak üzere, katman biçiminde birbirlerinin içerisinde yer almaktadırlar. Sistemde Batlamyus'un geometrik olan eksantrik ve episiklleri kullanılmış ancak bunlar, somut olarak algılanmışlardır. Gerçekte Mekanik Küre Katmanları Sistemi'nde her ne kadar küreler somut olarak algılanmış olsa da, geometrik olarak ele alındığında Batlamyus Sistemi'nden farklı değildir. Batlamyus Sistemi'nde gezegenler, geometrik olan episikl üzerinde yer almakta ve bu episiklin merkezi de bir eksantrik daire üzerinde dolanmaktadır. Küre Katmanları Sistemi'nde ise, gezegen, episikl küresine çakılıdır ve bu episikl küresi de eksantrik küre katmanı içerisinde bulunan oyukta yuvarlanmaktadır. Kinematik bakış ile dinamik bakışı birleştiren bu gök mekaniği kuramı, İslâm Dünyası'nda oldukça önemli ve etkin bir yere sahip olmuş ve on dokuzuncu yüzyılda Newton'un gök mekaniği kuramı Batı'dan Doğu'ya aktarılmaya değin Müslüman astronomlar ve özellikle Osmanlı astronomları arasında yaygın bir şekilde benimsenmiştir (Unat 2002: 309-310).



Şekil 4: Batlamyus'un Geometrik Modeli



Şekil 5: Küre Katmanları Sistemi

- ABC - Ortakmerkezli daire
 EFG - Eksantrik daire
 D - Ortakmerkezli dairenin merkezi
 H - Eksantrik dairenin merkezi
 F - Gezegen
 B - Episiklin merkezi

3. Batlamyus'un Matematiksel Astronomisinin Evrenin Fiziksel Yorumu Olan Mekanik Evren Anlayışıyla Uyumlu Hale Getirilmesi

Batlamyus'un astronominin matematiksel ilkelerini ele aldığı ve gezegenlerin hareketlerini matematiksel ve geometrik olarak açıkladığı *el-Mecisti* adlı eseri İslam astronomları tarafından eleştirel bir şekilde incelenmiş ve hataları gösterilmiştir. Yukarıda da anlatıldığı üzere İslam gökbilimcileri Batlamyus'un modellerine karşı alternatif model kurma girişiminde bulunarak kendi modellerini oluşturmuşlardır. İbn Heysem ile sistemli bir şekilde başlayan tartışmalar, diğer Müslüman bilginlerle devam eden yeni kuramsallaştırma denemeleriyle ivme kazanmıştır. Bunların neticesinde Batlamyus otoritesi sarsılmış ve Aristoteles kozmolojisi de çatırdamaya başlamıştır.

Batlamyus'un kuramlarına karşı çıkan İslam bilginlerinin bazıları yeni Merkür ve Ay modelleri öne sürmüş, bazıları ise farklı modeller oluşturmayı denemişlerdir. Bunların içinde üç önemli ek hipotez ya da model İslâm astronomları arasında rağbet görmüştür:

1. İbn Heysem'in hipotezi: "Her daire ancak kendi merkezi etrafında düzgün hareket yapar" ilkesine dayanmaktadır. Buna göre "eğer cisim hareketli çap da onun hareketiyle hareketli olarak hayal edilirse, bu çap episiklin kendisi olan dairenin merkezi etrafında dairesel hareket eder." (İbn Heysem 1971: 16). İbn Heysem bu ilkeyi temel alarak Batlamyus'un eksantrik, episikl ve ekuant modellerini eleştirmiş ve bunların olmadığı yeni bir sistemin kurulmasını önermiştir.

2. Nasîrüddin et-Tûsî'nin (ö. 1274) "Tûsî çifti modeli": Tûsî, Ay ve Merkür için yeni ancak oldukça karmaşık hipotezler önermiştir. Bu modeli Copernicus'in de kullandığı iddia edilmektedir.¹

¹Jamil Ragep'e göre Tûsî çiftinin ilk olarak 1295 civarında Tebriz'e seyahat eden ve *Şems* Bukharos (*Şemsüddin el-Vebkenevi*) ile çalışın Gregory Chionades tarafından Bizans aracılığı ile başka bir kültürel bağlama girdiği açıktır (2017: 187-188). Bu aktarımın Bizans, İspanya, İtalya üzerinden gerçekleşme ihtimalleri üzerinde durulmaktadır. Şöyle ki; *İslam astronomisi ile Copernicus ve aynı zamanda onun yakın Latin öncülleri arasındaki bağlantı Osmanlı kurumları aracılığıyla gerçekleşmiştir*. Tzvi Langemann ve Robert Morrison tarafından ayrıntılı olarak açıklandığı gibi, şüphesiz Moses ben Judah Galeano (Mûsâ Câlînûs), diğer yerlerin yanı sıra Osmanlı sarayı ile İtalya arasında seyahat ederek Doğu Akdeniz'de bazı sınırları geçmiştir. Galeano, seyahatlerinde, Copernicus'in *Commentariolus*'unda sunulan gezegen sistemlerine çok faydalı olacak, Tûsî çiftinin bir örneğini ve İbn Şatır'ın modelleri de dâhil olmak üzere, İslam ve Yahudi astronomisinin bazı alet ve modelleri hakkında bilgi getirmiştir. Ayrıca Kuşçu'nun, Kopernik'in yer merkezli sistemden güneş merkezli sisteme yaptığı dönüşümün muhtemel temel taşı olan, Merkür ve Venüs'ün episikl modellerinin eksantrik modellere nasıl dönüştürüleceğini gösterdiği eleştirel ifadesinin kanıtı da verilmiştir. Bu önermenin, Regiomontanus'un *Epitome of the Almagest*'inin 1496 baskısında da mevcut Türkçe elyazmalarına oldukça yakın bir şekilde ortaya çıkması, İstanbul ve Viyana çevreleri arasındaki yakın bağlantıları kuvvetle düşündürmektedir (Ragep, S. 2017: 156-157).

3. Müeyyediddin el-Urdî'nin (ö. 1266) “yardımcı teoremi (lemma)”: Ay ve Merkür'ün hareketleri konusunda Batlamyus'un önerdiği ekuant noktası problemini çözmek için kullandığı matematiksel bir önsavdır.

İslam astronomları bu üç hipotezi birçok modelde kullanarak, yine Yer'i merkez kabul etmek suretiyle Batlamyus astronomisinde açıklanamayan bazı gezegen olgularını açıklamayı denemişlerdir. İbn Heysem Batlamyus astronomisine fiziksel ve matematiksel yönde itiraz ettiği *eş-Şukûk alâ Batlamyus* adlı eserinde Batlamyus'un kullandığı eksantrik ve episikl modellerini eleştirmiş ve özellikle de ekuant noktasının muntazam hareket noktası olamayacağını söylemiştir. Ona göre, eğer bir daire bir nokta etrafında muntazam olarak dairesel hareket ediyorsa, nokta o dairenin tam merkezinde demektir. Buna göre, ekuant noktası muntazam hareket noktası olamaz. Dolayısıyla bir dairenin merkezinin kaydırılmış olduğunu söylemek, gerçekte fiziksel olarak imkânsızdır (Sabra 1994: 128-131). Batlamyus'un modellerinin gerçeği yansıtmadığını düşünen İbn Heysem şunları söylemektedir:

Eğer taşıyıcı eksantrik küre hareket ederse episikli de hareket ettirir. Episiklin apojesinden geçen eksantrik kürenin çapı da episikl ile beraber hareket eder. Ya da bir çizgi tahayyülde onun yerini alır ve apojeden geçen episiklin çapı onunla beraber hareket eder. Bu çap, hareket edip konumunu değiştirmedeği sürece, herhangi bir vakitte eksantrik kürenin merkezinden başka bir noktanın karşısında olmaz. Ancak o zaman, konumun değişmesi sebebiyle başka bir noktanın karşısında bulunur. Episiklin çapı hayali bir çizgidir. Bu hayali çizgi, evrende somut bir varlık oluşturan hissedilir bir hareketle hareket etmez. Aynı şekilde episiklin düzlemi de hayali bir düzlemdir. Ve o da algılanır bir hareketle hareket etmez. Dünyada var olan cisim dışında hiçbir şey, dünyada var olduğu anlamına gelen algılanır bir hareketle hareket etmez. Bu durumda hareket edenin episiklin cismi olması, onun hareketiyle episiklin çapının konumunun değişmesi ve böylece daha önce karşısında bulunduğu noktadan başka bir noktanın karşısına gelmesi gerekli olur (1971: 15-16). ...Bu ise (Batlamyus'un) gökyüzünün hareketlerinin düzenli, kesintisiz ve devamlı olduğunu söylerken sunduklarına aykırı büyük bir imkânsızlıktır (muhal). Çünkü bu hareket, bu hareketle hareket eden bir cisim olmadıkça mümkün değildir. Çünkü algılanabilir hareketler mevcut cisimler olmadan

meydana gelmez. Ve bu iki zıt hareket ya doğal (tabiî) ya da seçime dayalıdır (ihtiyari). Zira kendinde hareketli her bir cismin hareketinin tabiî veya seçime dayalı olması kaçınılmazdır. Bu oluş ve bozuluş âleminde iki zıt tabiî hareketle hareket eden bir cisim yoktur. Bu imkânsızdır. Bu durum semavi cisimlerde daha da imkânsızdır. Çünkü onlar tezattan daha uzaktır. Eğer bu iki hareket seçime dayalı hareketler ise, onlarla hareket eden cismin iki zıt cevherden veya daha çok zıt cevherlerden oluşması gerekir. Bu ise semavi cisimler için imkânsızdır (1971: 36).

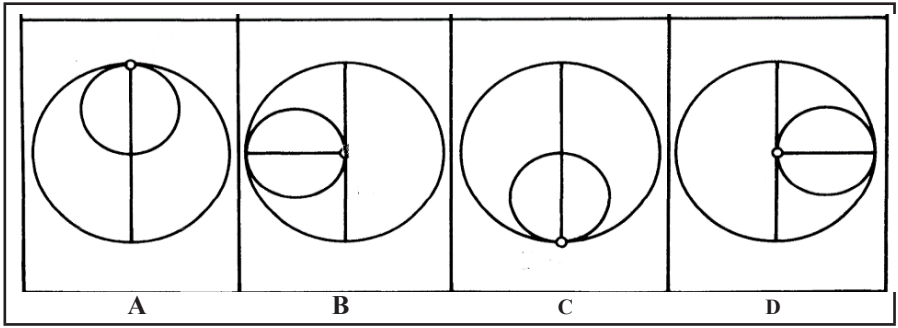
Bir takım açıklamalarla Batlamyus'un düzenlerinde kendisini mazur göstermek istemesine de karşı çıkan İbn Heysem onun mazeretini şu sözleriyle kabul etmemektedir:

Batlamyus bu sözüyle gezegenlerin hareketlerinin düzenlerinde kıyas dışı şeyler kullandığını itiraf etmiştir ki çelişkiyi gerektiren de bu şeylerdir. Çünkü gezegenlerin hareket düzenlerinden zorunlu olarak doğan çelişki, [Batlamyus'un] hareketlerin mevcut cisimlerde değil de hayali daireler ve çizgilerde olduğunu farz etmesinden kaynaklanmaktadır. Hareketler somut olarak mevcut cisimlerde farz edilmediği zaman çelişki meydana gelir. Batlamyus'un itirafından, bu görüşlerde kasıtlı olarak hata yaptığı ortaya çıkmaktadır (1971: 38).

Batlamyus astronomisine fiziksel ve matematiksel yönde itiraz eden İbn Heysem evrende gerçek fiziksel cisimlerin var olduğunu ve onların fiziksel doğalarını ihlal etmeyen matematiksel modellerle açıklanabileceğini kabul eder. Ona göre ekuant problemi fiziksel bir kürenin kendi merkezinden geçmeyen bir eksen çevresinde düzenli hareket etmeye zorlar ki, bu saçmadır. İbn Heysem'in gökbilim ilkelerine uyma ve tutarlı olma ile ilgili sözleri, haleflerini de olumlu yönde etkilemiştir. Onun yaklaşımı yeni alternatif modellerde aranan "tutarlılık ilkesi" şeklinde anlaşılmıştır. Aslında Batlamyus'un metnine önceki yüzyıllarda bir kaç eleştiri gelmiş olsa da daha önce hiç kimse yeni gökbilim temellerini İbn Heysem kadar iyi ifade edememiştir (Saliba 2015: 114-115). İbn Heysem'den sonraki gelişmeler, yalnızca eleştiri geleneğinin devamını değil, aynı zamanda ortaya atılan soruların tarzını ve bu sorularla Avrupa Rönesansı zamanının soruları arasındaki benzerliği göstermektedir (Saliba 2015: 119).

İbn Heysem'den sonra Nasîrüddin et-Tûsî Batlamyus sisteminin sorunlarını görerek bunları giderecek yeni bir düzenek önermiştir. Tûsî *et-Tezkire* adlı eserinde ilkin iki dairesel hareketin nasıl doğrusal bir hareket oluşturacağını ispatlamış ve bu hareketi kullanarak düzgün hareket ilkesini ihlal etmeden

gezegen hareketlerini açıklamaya çalışmıştır. Tûsî'ye göre problem, hem bir ekuant noktası çevresinde düzenli hareket ederek fiziksel bir saçmalık yaratan bir episikl dairesi, hem de çeşitli uzaklıklardan izlenen ve düzenli gözükmeyen düzenli bir harekettir. Çünkü Batlamyus'un gezegen modellerinde, episikl dairesi, ekuant noktasına göre dolanımını gerçekleştirmektedir. Bu durum fiziksel olarak mümkün değildir. Eğer episikl merkezinin düzenli hareket etmesine ve apojeje yaklaştıkça ekuanta yaklaşmasına, perijede iken ise uzaklaşmasına izin verilirse sorun çözülecektir. İşte bu hareket, gözlemlenen olgunun çifte olması demektir (Uymaz 2015: 199). Tûsî *et-Tezkire*'de önce bu modeli şöyle açıklar:



Şekil 5

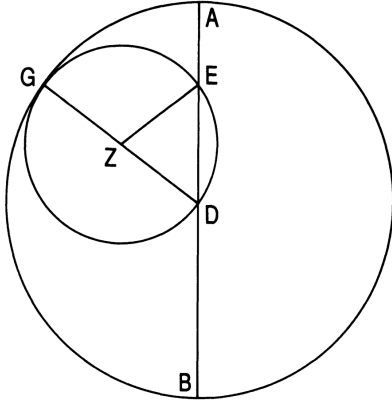
A. Baştaki iki dairenin şekli küçük olanın gözlemcinin sağına ve büyük olanın sola doğru hareket etmesini gösterir. B. Küçük olan yarım ve büyük olan çeyrek [dönüş] tamamladıktan sonraki şekillerini gösterir. C. Küçük olanın bir dönüşü ve büyük dairenin yarısını tamamladıktan sonraki şekilleridir. D. Küçük olanın bir buçuk dönüş ve büyük olanın dörtte üç dönüşü tanımladıktan sonraki şekil-

leridir (Tûsî, 1993: 198-199).

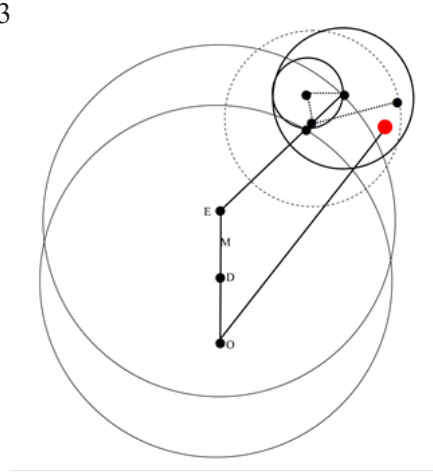
Tûsî çifte bağının (ya da çifti) ayrıntılı modeli şöyledir:

Noktanın çizgiden hiç sapmadığını ispatlamak için -niyetimiz bu özette geometrik ispat sağlamak olmasa da- büyük olanı ABG çemberi, çapı AB, merkezi D olsun ve daha küçük olan daire GED, çapı GD, merkezi Z; verilen nokta E'dir. Başlangıçta GD çapının AD doğrusu ile G noktası A noktasıyla çakışsın ve E iki nokta ile orada olsun. O zaman GED çemberi GE yönünde hareket etsin ve E noktasının GE'yi tanımlayana kadar hareket etsin ve daire AGB'nin eşzamanlı olarak AG yönünde, önceki hareketin yarısı ile hareket etsin ve DG çapının uç noktasının, AG'yi tanımlayana kadar hareket etsin, bu daha sonra yay GE'nin yarısına benzer olacaktır. E'yi Z'ye ve E'yi D'ye bağlıyoruz. O zaman GZE açısı, iki hareketten dolayı GDA'nın iki katıdır ve ayrıca bu açının iki katıdır, çünkü EZD üçgeninin

bir dış açısı ve iki iç açlarına eşittir. ZED ve ZDE eşittir, çünkü ZE ve ZD iki ayağı eşittir. Dolayısıyla, GDE ve GDA iki açı eşittir ve DE doğrusu DA doğrusu ile çakışır. Bu nedenle E noktası BA çapındadır, ondan sapmamaktadır ve diğer tüm pozisyonlarda da durum aynı olacaktır. Bu nedenle E noktası, AB çizgisinin uç noktaları arasında sürekli olarak salınacak ve ondan sapmayacaktır (Tûsî, 1993)



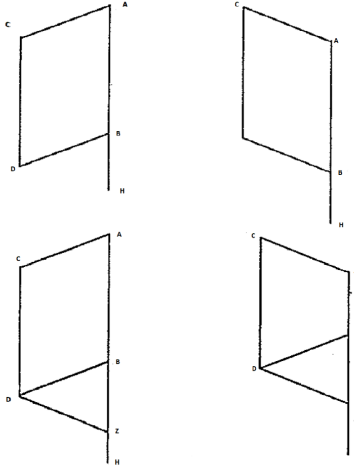
Şekil 6
Tûsî çifte bağı
(Tûsî 1993: 198).



Şekil 7
Dış Gezegenlere
Uyarlanan Tûsî Çifte Bağı
(Uymaz 2015: 204).

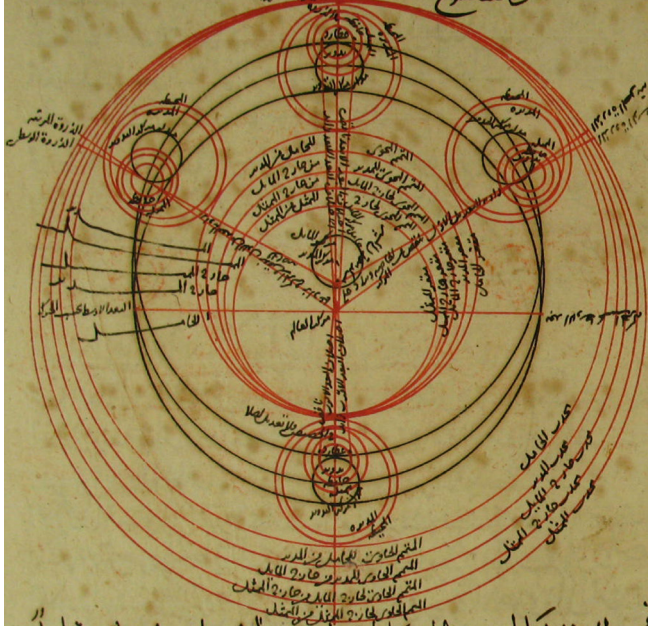
Tûsî'ye göre bir daire içerisine çapı bu dairenin yarıçapına eşit bir başka daire yerleştirilirse ve içteki dairenin hareketi dıştaki dairenin hareketinin tersi yönünde ve iki katı miktarında olursa, küçük daire üzerinde yer alan bir C noktası, GD doğrusu boyunca doğrusal olarak hareket eder. Böylece, kendi merkezleri çevresinde düzenli hareket etmeleri beklenen dairelerde, salınan bir hareket elde edilmiş olacaktır. Başka bir deyişle, iki düzenli dairesel hareketin birleşmesi sonucunda bir salınım hareketi ortaya çıkmaktaydı. "Tûsî çifti" olarak adlandırılan bu model Copernicus tarafından da kullanılmıştır. Bu sayede iki dairesel hareketin bileşiminden doğrusal hareketin oluşabileceğini kanıtlayan Tûsî, matematik alanındaki bu buluşunu astronomiye uyarlamıştır. Böylece Batlamyus'un gezegenler modelinde muntazam hareket ilkesini ihlal etmeyen bir model öne sürmüştür. Tûsî çiftinin doğrusal versiyonuna ek olarak Tûsî, ayrıca büyük bir daire yayı üzerinde doğrusal bir salınım oluşturması amaçlanan eğrisel bir versiyon geliştirmiştir. Bu model Batlamyus'un enlem teorisindeki bir dizi zorluğu ve aynı zamanda Ay modelindeki prosneusis noktasının neden olduğu eğrisel salınımı düzeltmek için kullanılmıştır (Ragep 2017: 168).

Tûsî ile birlikte Merâgâ Gözlemevi'nde çalışan Urdî de, *Kitâbü'l-Hey'e* adlı eserinde Batlamyus astronomisinin sorunlarını çözmek için çalışmıştır. O da Batlamyus'un kullandığı ekuant noktasını eleştirmiş ve bu noktayı muntazam hareket noktası haline getirdiği modelinde üst üste iki episikl kullanmıştır. Urdî, Ay'ın ve Merkür'ün hareketleri konusunda, her iki modeldeki ekuant noktaları ve üst gezegenler modelinin değiştirilmesi gerektiğine karar vermiştir. Urdî'nin sorunu fiziksel bir imkânsızlık olarak tanımladığı ekuant noktasıdır. Bu sebeple episikl hareketini taşıyan kürenin küreselliğini bozan ekuant noktası problemini çözmek için Urdî Yardımcı Teoremi'ni geliştirmiştir. Urdî bu teoriyi ilk önce Ay'a uygulayarak Ay'ın düzensiz hareketlerini açıklamaya çalışmış, daha sonra da Batlamyus'un üst gezegenler modeline muntazam hareket ilkesini ihlal ettiği gerekçesiyle karşı çıkmış ve bu ilkeyi esas alan bir model ileri sürmüştür. Lemma teorisi; iki eşit çizginin bir taban çizgisi ile içsel ve dışsal olarak eşit açılar oluşturduğu düşünüldüğünde, bu iki çizginin uçlarını birleştiren çizginin taban çizgisine eşit olduğunun bilinmesi ile ilgili bir teoridir (Saliba 2015: 156-158). Aşağıdaki şekilde verildiği üzere taban çizgisi AB ile içten veya dıştan eşit açılar yapan eşit uzunluktaki herhangi iki çizgiyi, AC veya BD, diğer uçlardan birleştiren çizgi DC, taban çizgisi AB'ye paraleldir (el-Urdî 1995: 220).



Şekil 7

Urdî Yardımcı Teoremi (el-Urdî 1995: 220).



Şekil 9

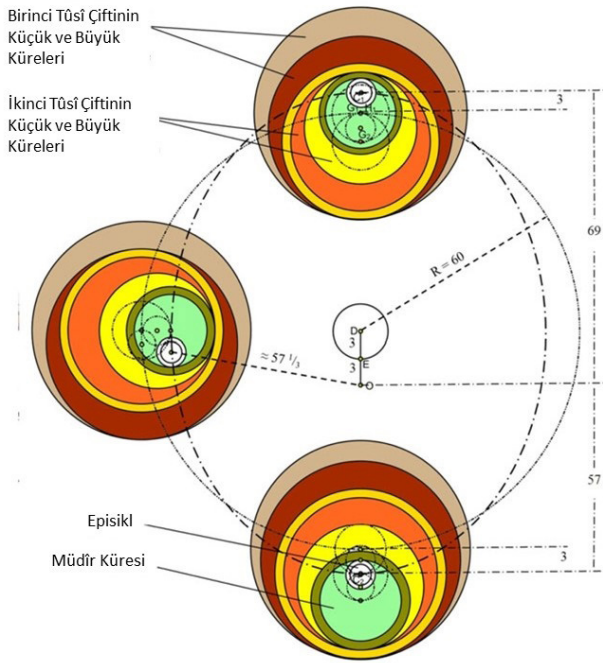
Şîrâzî'nin Nihâye'deki Merkür Modeli (eş-Şîrâzî, Nihâyetü'l İdrâk, 1066)



Şekil 10

Şîrâzî'nin Tuhfe'deki Merkür Modeli (eş-Şîrâzî, Kitâbu't-Tuhfe, 65b)

Şîrâzî *et-Tuhfetü's-Şâhiyye* adlı eserinde de Ay ve diğer gezegenler için önerdiği modelleri vermiştir. Gamini, Şîrâzî'nin gezegen modellerini eserlerinde birkaç aşamada sunduğunu söyler. Ona göre *Nihâye*, önceki modellere yönelik eleştirilerinin yanı sıra yeni modellerini geliştirmeye yönelik ilk çabasıdır. Ancak yeni modellerini gezegen modelleri ile ilgili bölümlerde değil, enlemdeki gezegen hareketleri bölümünün sonunda ayrı bir bölümde sunmuştur. *Nihâye*'nin eksik olduğu yeni bir Merkür modeline ek olarak uygun bölümlerde sunulan modeller, *İhtiyârât* ve *Tuhfe*'de revize edilmiştir (2017: 183). Buna göre Şîrâzî'nin aşamalar halinde altı adet Merkür modeli çizdiğini söyleyen Gamini, aşağıdaki şekilde son modeli örneklemiştir.



Şekil 11

Şîrâzî'nin altıncı ve son Merkür modeli (Gamini 2017: 201)

İbn Şâtîr ise *Nihâyâtü's-Sûl* eserinin başında Batlamyus'un, ondan önce ve sonra gelen bilgilerin astronomi alanında ilkeler koymada öncelik ettiklerini ancak bu ilkelerin istenileni karşılamada yeterli olmadığını şu ifadeleriyle anlatmıştır:

Çünkü onlar (öncekilerin koyduğu astronomideki bazı ilkeler) sabitleşmiş olan geometri ve fizik bilimi ilkelerine aykırıdır. Bu

ilmin muhakkiklerinden bir grup, bu ilkeler hakkında kesin şüpheler zikretmiştir. Biz de gözlemler ve diğer yollarla elde ettiğimiz başka şüpheler zikrettik. Bizden öncekiler, kitaplarında zikrettikleri gibi, doğru ilkelere muhalefet etmeden amacı karşılayan ilkeler ortaya koyamadılar. Biz bu ilkeler hakkında zikredilen şüpheleri takip ettik ve Tâ'likü'l-Ersâd olarak adlandırdığımız kitabımızda açıkladık. Bu makalenin başında, bahsedilen şüpheleri, onlar hakkında herhangi bir delil getirmeden ve açıklama yapmadan zikrediyoruz ki bundaki gerekçemiz ve icat ettiğimizin ne kadar önemli olduğu bilinsin. Bu, önceki ve sonraki âlimlerin icat ettikleri, maksadı karşılayan ilkeler koymak için sarf ettikleri çaba ve onların ilkelerinin, doğru ilkelerin gerektirdiklerine olan aykırılığı kavranmadıkça bilinmez. Onlar bunda muvaffak olmadı. Yüce Allah –Hamd ona aittir- aciz kalınan bir hedefe bizi muvaffak eyledi (2017: 28, 30).

Ayrıca İbn Şâtır meşhur hey'e eserlerinde bulunduğu şüpheler ve muhaller hakkında bilgiler verir. Ona göre şüphe ve muhallerden biri, eğer eksantrik küre evreni kuşatıyorsa bu durum imkansızdır. Batlamyus'un eksantrik küre kullanması kendi merkezi ve evrenin merkezi etrafındaki hareketleriyle çelişmesinden dolayı hatalıdır. Hatta Güneş için tercih edildiğinde dahi gözlemlerle uyumlu değildir. Ay'ın da eksantrik küresinin olması yanlıştır. Çünkü eksantrik kürenin kendi merkezi dışında düzenli hareket etmesi imkansızdır. Diğer gezgin gezegenlerde de eksantrik kürenin olması imkansızdır. Eksantrik kürelerin kendi merkezleri dışındaki hareketlerinin düzenli olması, eğimli kürenin düzlem olduğunu ve düzleminin ortak merkezli küreyi karşılıklı iki noktada (baş-kuyruk) kestiğinin söylenmesi de saçmadır. Episiklin taşıyıcısının merkezi haricinde bir prosneusis noktası imkânsızdır. Ekuant dairesi de (Felekü'l muaddilü'l-mesir) de imkânsızdır, hatalı bir düşüncedir (İbn Şâtır 2017: 38, 40). Kendisinden önceki bilgilere de atıfta bulunan İbn Şâtır şunları söyler:

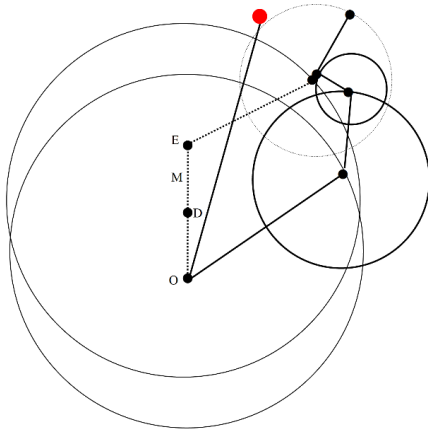
Nasîrüddin et-Tûsî'nin et-Tezkire adlı eserinde Ay'ın kürelerindeki şüphelerin giderilmesi konusunda zikrettiği durum, eksantrik kürenin varlığı ve episiklin çapının onu taşıyan kürenin merkezi dışındakinin prosneusis noktasının varlığı sebebiyle muhaldir. Tûsî'nin, dört gezegenin yani Satürn, Jüpiter, Mars ve Venüs'ün modellerinin düzeltilmesinde zikrettiği durum, eksantrik kürelerin, ekuantın ve episikllerin devre hareketine has anomalinin ve bunun gibi muhallerin devam etmesi sebebiyle imkan-

sızdır. Müeyyedüddîn el-Urdî'nin Hey'etü Eflâki'l-Kamer adlı eserinde, eksantrik kürenin hareketi yönüne doğru ters çevrilmesi ve episiklin dönüşünün episikli taşıyanın merkezi dışında bir noktanın prosneusis noktalarındaki düzensizlikler için takdir ettiği durum muhaldir. Urdî'nin seyyar gezegenlerin düzeltilmesinde zikrettiği durum, eksantrik kürenin devam etmesi, ekuant ve bunun dışındakiler sebebiyle muhaldir. Kutbuddîn eş-Şirâzî'nin Ay'ın küreleri modelinin düzeltilmesinde zikrettiği durum, eksantrik kürenin ve prosneusis noktasının devam etmesi sebebiyle muhaldir. Şirâzî'nin Ay'ın prosneusis noktasının imkânıyla ilgili kullandığı delil, muhallerin en büyüklerindedir ve yanlış bir düşüncedir. Ancak Şirâzî bu görüşünden et-Tuhfe adlı eserinde dönmüş ve orada başka bir görüş zikretse de o da muhaldir. Onun gezegenlerin enlemlerinin bozulmasıyla ilgili "el-İbdâiyye" olarak adlandırdığı ilke muhaldir. Seyyar gezegenlerin kürelerinin düzeltilmesinde zikrettiği durum, eksantrik kürelerin, ekuant ve episiklin iki zirvesinin anomalisinin varlığı sebebiyle muhaldir. İleri ve geri hareketi, eski ve yeni gözlemlerde doğru bulunanlara aykırılığı sebebiyle doğru değildir. Bununla beraber, bu hareketi gerektiren küreler ortaya koyma imkânı da yanlış bir tasavvurdur (2017: 40, 42).

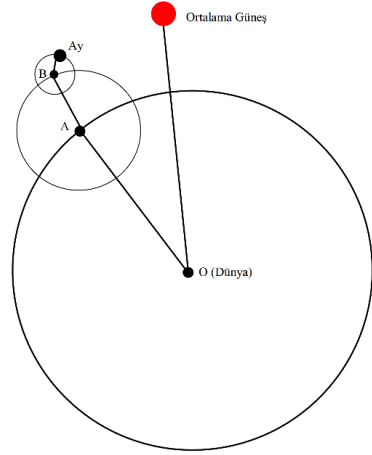
İbn Şâtır'a göre episikller gibi evrenin merkezini kuşatmayan küçük kürelerin varlığı, dokuzuncu küre (felek) dışındakiler için imkânsız değildir. Buna her kürenin bir gezegeni olması ve sekizinci kürede ise küresel çok gezegenin olması delalet eder. Onlardan her biri bazı gezegenlerin bazı episikllerinden daha büyüktür ve gezegen kürenin cismine aykırıdır. Bu sebeple İbn Şâtır episikllerin ve benzerlerinin varlığı imkânsız görmez. Ancak Batlamyus'un *el-İktisâs* kitabında zikrettiği menşûrâtı (küre kesitleri) batıl bulur. İbn Eflah ve Urdî'nin zikrettiği Venüs'ün Güneş'in üstünde olduğu görüşü ve onunla yaptıkları delillendirmeler de imkânsızdır (2017:46, 48). Görüldüğü üzere İbn Şâtır önceki bilginlerin hatalarını göstererek en doğru modeli arama peşindedir. İbn Şâtır'a göre aşağıdaki teoriler kesinleşmiştir:

- Dünya'nın görünen yüzeyinin ve suyuna yaklaşık olarak daireselliği,
- Semanın daireselliğinin kürenin daireselliği gibi olduğu,
- Dünya'nın gökyüzünde oluşunun, bir kürenin merkezinin kendisini çevreleyen bir kürede oluşu gibi olduğu,
- Dünya'nın Mars'ın altında belirli bir ölçüsünün olduğu,

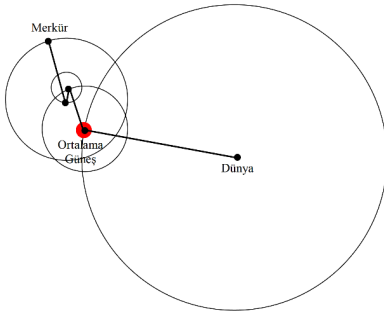
- Ağırlık merkezinin, hacminin merkezine değil evrenin merkezine mutabık olduğu ve orada herhangi bir yöne hareketli değil sabit olduğu,
- Üst kısmın, semaya doğru olan taraf ve merkezden uzak olduğu, aşağının ise merkezin altı olduğu,
- Bütün ağırlığın merkeze doğru yöneldiği ve hafif olanın çevreye doğru olduğu (2017: 52).



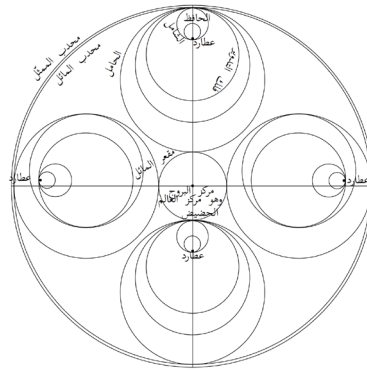
Şekil 12
Üst Gezegene Uyarlanan
İbn Şâtır'ın Modeli
(Uymaz 2015: 214)



Şekil 13
İbn Şâtır'ın Ay Modeli
(Uymaz 2015: 215)



Şekil 14
İbn Şâtır'ın Merkür Modeli
(Uymaz 2015: 215)



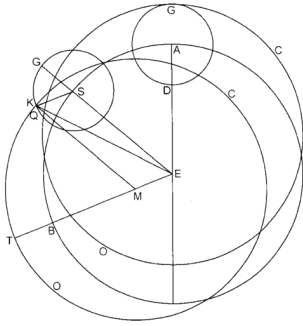
Şekil 15
İbn Şâtır'ın Merkür Modeli ve Küreleri
(İbn Şâtır 2017: 204)

İbn Şâtır eksantriklerin Aristoteles ilkelerini ihlal ettiğini ve bunlardan kaçınılması gerektiğini düşündüğü için gözlemlenen hareketlerle uyumu sağlama adına episikllerin sayısını çoğaltmıştır. Copernicus de evrenin merkezini Güneşe çevirdiğinde aynı şeyi yapma zorunluluğu duymuştur (Saliba 2015: 185).

15. yüzyılda küre katmanları sistemi daha çok Batlamyus astronomisi ile uyuşturulmaya çalışılmış, matematiksel olarak mükemmel, fakat fiziksellikten yoksun olan Batlamyus astronomisine fiziksel bir temel sağlama çabası devam etmiştir. Bu süreçte Ali Kuşçu (ö.1474) Batlamyus gökbilimini bütünüyle ele almak yerine sorunları bireysel çözümleme yoluna giderek Merkür'ün ekuant problemini çözmek istemiştir. Böylece episikl ve eksantrik modelleri küreler sistemine uydurmaya çalışarak Batlamyus astronomisine fiziksel bir temel bulmaya çalışmıştır. Nasîrüddîn el-Tûsî'nin *Tecrîd el-Akâid* üzerine yazmış olduğu şerhte, astronominin Aristoteles fiziğine olan bağlılığından vazgeçmesi gerektiği konusunda önemli bir sav ileri sürmüştür. Buna ilaveten bu şerhte, Dünya'nın hareketiyle ilgili yeterli gözlemsel kanıt bulunmadığını ve Aristoteles'in doğa felsefesi savlarına bağlı kalmak istemediği için Dünya'nın dönmesinin mümkün olduğunu savunmuştur (Ragep 2004: 125-142; Ragep, 2006: 82-96).³ Ali Kuşçu'nun bu fikirlerinin Kopernik'in hocası Regiomontanus'u (1436-1476) etkilediği söylenmektedir. Onun *Risâle fî Hall Eşkâl el-Mu'addil li'l-Mesîr* adlı risâlesi *el-Fethiyye*'nin aksine Batlamyus astronomisini düzeltmeye yönelik bir çalışmadır. Burada Ali Kuşçu'nun Batlamyus'un Merkür modeline karşı çıktığı ve yeni bir Merkür modeli oluşturma girişiminde olduğu görülmektedir (Saliba 1993: 177-179). *Risale fi enne asli'l Hârici* adlı eseri incelendiğinde Kopernik'in güneş merkezli sisteme geçmesinde etkin olacak verileri sunduğu görülmektedir. Nitekim Kopernik güneş merkezli gökbilimi geliştirirken, ilk adım olarak, Batlamyus'un gezegenlerin hareketi için kullandığı dış çemberli (episiklik) modellerin yerine, dış merkezli (eksantrik) modeller kullandığına dair

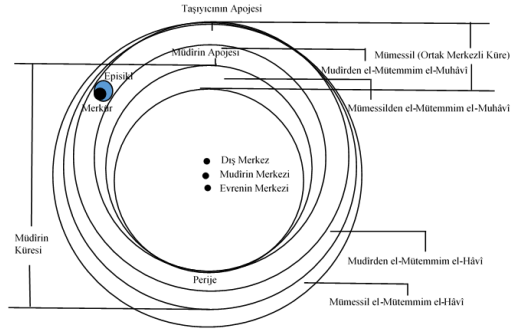
³ Kuşçu *Şerhü Tecdîd*'de Eş'arilerin nedensellik konusundaki iddialarını eleştirerek astronominin felsefeye ihtiyaç duymadığı konusunda ısrar etmiştir. Çünkü astronomik girişim için gerekli olan tüm kürelerin yapısı yalnızca geometri, makul varsayımlar, uygun yargılar ve geçici hipotezler kullanılarak inşa edilebilir. Kuşçu, Tanrı'nın Ay'ı Dünya'nın gölgesi olmadan karartması ve tutulmaya neden olması örneğini vererek, sıradan (adiyya) ve pratik (tecrübi) şeylerle gündelik hayatlarımıza devam ettiğimiz gibi bilimde de böyle ilerlemek gerektiğini düşünmektedir. Neticede astronomiyi felsefeden bağımsız hale getirmek gerekmektedir. Tûsî gibi Dünya'nın hareketi sorununun gözlemlerle belirlenemeyeceğini savunmuş olsa da Tûsî'den farklı olarak, konuyu Aristotelesçi doğa felsefesine başvurarak çözmeyi reddetmiştir. Doğrusal bir eğim ilkesine sahip olanın dairesel hareketi engellediğinin kanıtlanmadığını ve dönen bir Dünya varsayımından yanlış bir yorumun çıkmayacağını söylemiştir (Ragep 2006: 62-63; Ali Kuşçu 2001:182-187).

kanıtlar getirmektedir. Ancak bu dönüşüm, gerçekten de bütün dış çemberli modellerin dış merkezli modellere dönüştürülebileceği genel kabulüne dayanır. Swerdlow'a göre, Kopernik dönüşüm işlemini başlatmak için gerek duyduğu önermelerin kaynağı olduğuna inandığı kanıtı, Regiomontanus'un *Epitome*'unun (*Almagest*'in özeti) XII. kitabının 1. ve 2. bölümlerinde bulmuştur. Böylece İkinci bölümde Regiomontanus, iç gezegenler için son derece önemli olan kuramın kısa bir taslağını ve kanıtlarını vermiştir. Bu kuram da Kopernik'e bütün gezegenler için dış çemberli modellerden dış merkezli modellere geçmesine olanak sağlamıştır (Ragep 2006: 81-82; Unat, 2009: 50-56; Ayrıntılı bilgi için bkz. Swerdlow 1973: 423-512).



Şekil 16

Kuşçu'nun eksantrik modeller için varsayımı. (Ali Kuşçu 2006: 92)



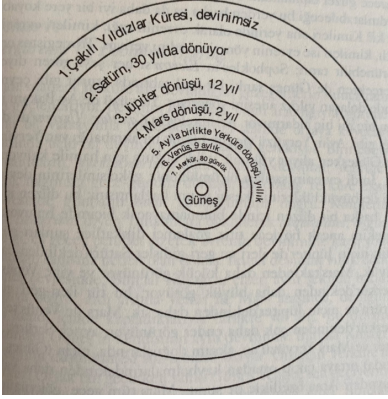
Şekil 17

Kuşçu'nun Fethiyye'deki Merkür Modeli. (Ali Kuşçu 2019: 215; Seyyid Ali Paşa 2001: 45)

Ali Kuşçu'dan sonra torunu Mirim Çelebi (ö.1525) ve Takiyüddin (ö.1585) gibi önemli astronomi bilgileri Osmanlıda matematiksel astronomi bağlamında önemli etkinliklerde bulunmuşlardır. Kuşçu'yu takip eden bir veya iki nesilde, İslam dünyasında astronomi bilimi gelişmeye devam etmiştir. Bu bağlamda Kopernik'in iki çağdaşı olan Abdü'l-Ali el-Bircendî (ö. 1526) ve İran'da Şemseddin el-Hafri (ö. 1525) tarafından astronomiye dair önemli eserler üretilmiştir. Bircendî Dünya'nın hareketiyle ilgili tartışmayı sürdürmüştü ve astronomide hem doğa felsefesini hem de metafiziği kullanma gereğini savunmuştur (Ragep 2001: 63-64). Copernicus ya da sonrası üzerinde çağdaş İslam bilginlerinin etkilerinin olup olmadığı da ayrı bir çalışmanın konusu olabilir.

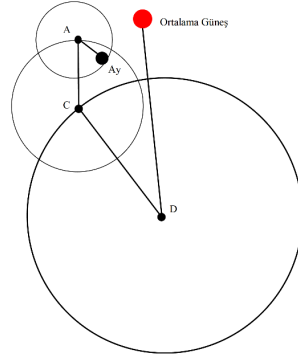
Astronomi ve kozmolojinin farklılaşması 16. yy. da Copernicus için önemli bir emsal olmuştur. Kendisi de astronomiyi temelde matematiksel bir bilim olarak gördüğü için küreler evreninde devinen bir dış tekerleme eğrisinin (episikl) fiziksel uyumsuzluğu, devinen bir dünyanın fiziksel olarak uyumsuz

olduğuna ilişkin belli belirsiz önsezi vermiş olabilir (Kuhn 2007: 181). *Commentariolus*'da evren modelini aşağıdaki gibi veren Copernicus (2002: 43). Güneş yılının karşılığını ilk defa Sabit b. Kurra'nın (Thebitus Choraë Filius) bulduğunu söylemesi (2020: 251), Battanî, Zerkali, Bitrûcî ve İbn Rüşd'e atıf yapması-Merâğa bilgileri ve sonrakilerden bahsetmesine de-İslam astronomlarından haberdar olduğunu göstermektedir.



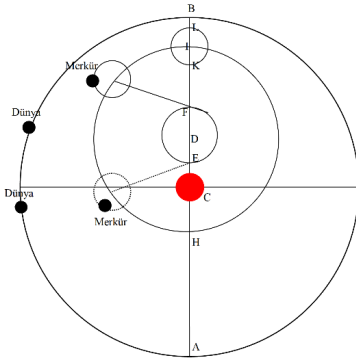
Şekil 18

Commentariolus'daki evren modeli



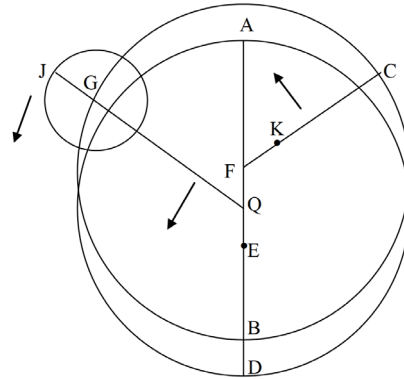
Şekil 19

Copernicus Ay Modeli (Uymaz 2015: 228)



Şekil 20

Copernicus Merkür Modeli
(Uymaz, 236)



Şekil 21

Batlamyus'un Merkür Modeli
(Ptolemaios, 1952: 293)

İslam bilgileri ile Copernicus modelleri arasındaki benzerliklerin tespiti ve bilgi aktarımının nasıl gerçekleştirildiğine dair araştırmalar devam etmektedir. Bu çalışmada İslam dünyasındaki astronomide meydana gelen gelişmeler, Güneş merkezli evren teorisinin bulunması değil, o teoriye giden yolu hazırlamış olmasında aranmıştır. Çünkü gezegenlerin konumu,

hareketi, yapısı ve gökyüzüne dair pek çok tartışmalı konu İslam bilginlerinin çalışmaları sayesinde açığa kavuşmuştur. Bu da bir sonraki adımın atılmasında kolaylaştırıcı ve yol gösterici bir faktör olarak algılanmalıdır.

Sistemli bir şekilde İbn Heysem ile başlayan Batlamyus'a karşı eleştiri geleneği İslam coğrafyasının iki ucunda farklı oluşumlara yol açmıştır. Böylece İslâm gökbilginleri bir taraftan Batlamyus astronomisinin matematiksel yapısını yeniden kurgulamaya, diğer taraftan da bu matematiksel yapıyı fiziksel bir temele oturtmaya çalışmışlardır. Bunun neticesinde ya Batlamyus sistemini Aristoteles fiziği ile bütünleştirme düşüncesiyle, Batlamyus sistemi küre katmanları sistemi haline getirilmeye çalışılmış ya da Batlamyus astronomisi tamamıyla reddedilerek Aristoteles'in Ortak Merkezli Küreler Sistemi benimsenmiştir.

Orta Doğu ve Türkistan'da 11.-15. asırlar arasında Buzcânî (ö.998), Birûnî (ö.1051), İbn Sînâ (ö.1037), Urdî, Tûsî, Şîrâzî, Gıyaseddin Kâşî (ö.1437), Kadızâde Rûmî (ö.1440), Ali Kuşçu gibi bilginler Batlamyusçu modeli eklemeler, yeni formüller ve gözlemler yardımıyla tekmil etmeye çalışmışlardır. Batıda, Mağrip ve Endülüs'te, benzer bir çalışma daha alt seviyede gerçekleşse de bu bölgedeki asıl kapsamlı düşünce hareketi, Batlamyus'un felsefi zeminde eleştirilmesi olmuştur. Batlamyus'un bazı kabullerinin Aristotelesçi evren modelinin ve doğa yasalarının inkârı anlamına gelecek olmasından dolayı, burada yeni geometrik bir model sunmak ya da mevcudu düzeltmek yerine, ekuant noktası gibi fiziksel gerçekliği olmayan ön kabullerin yıkılması için eleştirel bir yaklaşım kabul edilmiştir. Batlamyus'un modellerini temelinden sarsmaya yönelik Bitrûcî, İbn Rüşd, İbn Meymûn (Maimonides) gibi bilginlerin içinde bulunduğu ve "Endülüs Devrimi" olarak anılan düşünce hareketi çalışmalarını kapsamlı hale getirmiştir.

Yukarıdaki iki yaklaşımdan bağımsız gibi gözükmekle birlikte eleştiri geleneğinin bir temsilcisi olan İbn Şâtır, bizzat gerçekleştirdiği sistematik gözlemler sonucunda elde ettiği verilerin, gezegen hareketlerine dair Batlamyus tarafından ortaya konan modeller ile uyuşmadığını fark ederek, yeni bir model üzerine düşünmüş ve her ne kadar Yer merkezli evren fikrini korusa da matematiksel hesap ile gözlemin birbirine daha uyduğu bir model geliştirmiştir. Ancak İbn Şâtır'ın modeli, İslam coğrafyasında hak ettiği ilgiyi görmemiş, kısmen Ali Kuşçu ve sonrası Osmanlılarda ele alınmıştır. Batıda ise İbn Şâtır'ın modelleri bizzat kopyalanarak kullanılmıştır. Bu bilgi transferinin nasıl ortaya çıktığına dair yakın zamanlarda önemli çalışmalar yapılmıştır.

Copernicus'e giden yolda İslam Dünyası'ndaki astronomların birkaç yönden etkisi olduğu söylenebilir. Bunlardan ilki Copernicus'in de argümanlarından biri olan Pythagorasçı ve Platoncu etkilerdir. Bu etkiler daha ilk dönemlerden itibaren İslam düşüncesinde kendini gösterir. Bu etki Aristoteles-Platon ikilemine yol açmasına karşın özellikle Yeni Platoncu etkileri de taşıyan felsefi ve kozmolojik görüşler ortaya çıkmıştır.

İkinci önemli etki, matematiksel modellerle ilişkilidir. İslam Dünyası'nda özellikle Ay ve Merkür'ün hareketlerini açıklamak üzere yeni kinematik modeller ileri sürülmüştür. Bunların içinde en önemlisi ve Copernicus'i etkileyenler Tûsî Çifti ve İbn Şâtır'ın çift episiklli modelidir.

Üçüncü etki ise yeni model arayışlarının ortaya çıkışını sağlayan eleştirel bakış açılarıdır. Özellikle eksantrik, episikl ve ekuant modellerinin eleştirilmesiyle birlikte bu modelleri fiziksel olarak yorumlayan, ancak bu modellerin matematiksel yapısını da kabul eden küre katmanları sistemi anlayışı gelişmiştir. Bu anlayış en son Ali Kuşçu'da görülmekle birlikte Endülüs astronomları farklı bir yoldan giderek matematiksel eksiklikleri tartışmışlar ve İbn Rüşd gibi Aristotelesçilerin etkisiyle yeniden Aristoteles sistemine dönüş yaşanmıştır. Bitrûcî de Aristoteles'in sistemine benzer ortak merkezli küreler sistemini oluşturmuş ve yeni evren modellerinin önünü açmıştır.

İslam dünyasında Copernicus'ten önce Batlamyus modellerini eleştirenler dünyanın hareket edebileceğini tartışanlar olsa da devrimsel bir değişikliğe sebep olan Güneş merkezli sistem kurgulanamamıştır. Copernicus ise temel prensiplerini hesaplama tekniği ve gözlem sonuçlarını *Almagest*'ten ve bazı dayanaklarını Aristoteles fiziğinden ve İslam bilginlerinden almasına rağmen evrenin merkezine Güneş'i getirerek modern astronomiye giden yolu açmıştır.

KAYNAKLAR

- Ali Kuşçu (2001). *Şerhü'l-Tecrid*, Appendix: Concerning the Supposed Dependence of Astronomy upon Philosoph, (Freeing Astronomy from Philosophy An Aspect of Islamic Influence on Science, *Osiris* 16 içinde), s. 66-71.
- (2019). *er-Risâletü'l-Fethiyye*, (H. Umut, “Theoretical Astronomy in the Early Modern Ottoman Empire: Alî al-Qūshjî’s Al-Risâla al-Fathîyya” Montreal: PhD diss., McGill University içinde), s. 195-289.
- Aristoteles (2013). *Hayvanların Hareketi Üzerine*, çev. H. N. Beyaz Erkızan, Ankara: Sentez Yayıncılık.
- (2018). *Gökyüzü Üzerine*, çev. Saffet Babür, Ankara: BilgeSu Yayıncılık.
- (2019a). *Fizik*, çev. Saffet Babür, İstanbul: YKY.
- (2019b). *Metafizik*, çev. Y. Gurur Sev, İstanbul: Pinhan Yayıncılık.
- (2019c). *Oluş ve Bozuluş*, çev. Y. Gurur Sev, İstanbul: Pinhan Yayıncılık.
- el-Beyrûnî (1943). *Kitâbü'l-Tefhîm lî-Evâil Sınâ'ati'l-Tencîm*, London.
- Copernicus, Nicholas (2002). *Commentariolus*, *Gökcisimlerinin Dönüşü Üzerine*, çev. Saffet Babür, İstanbul: YKY.
- (2020). *De revolutionibus*, *Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine*, çev. Cengiz Çevik, İstanbul: Türkiye İş Bankası Yayınları.
- Crombie, Alistair Cameron (1957). *Augustine to Galileo the History of Science A.D. 400-1650*, London: Heinemann.
- el-Çağmîni (2016). *Kitâbü'l-Mulahhas*, ed. Sally P. Ragep, *Jaghmîni's Mulakhkhas* içinde, Switzerland: Springer, s. 84-242.
- Dreyer, John Louis Emil (1953). *History of the Planetary System from Thales to Kepler*, Newyork: Dover Publication.
- Gamini, Amir Mohammad Gamini (2017). “Quṭb Al-Dîn Al-Shîrâzî And The Development of Non-Ptolemaic Planetary Modeling In The 13th Century”, *Arabic Sciences and Philosophy* 27, s.165-203.
- Heath, Thomas Little (1921). *A History of Greek Mathematics*, Oxford: The Clarendon Press, c.I.
- İbn Heysem (1971). *eş-Şukûk alâ Batlamiyûs*, ed. Abdülhamid Sabra, Nebîl eş-Şihâbî, Cario: The National Library Press.
- İbn Şâtir (2017). *Nihayetü's-Sûl fî Tashîhi'l-Usûl*, ed. Erwan Penchèvre, (La “Nihaya al-sul fî tashih al-usul” d’Ibn al-Shatir: Edition, traduction et commentaire mathématique, arXiv.org > math > arXiv:1709.04965).
- Kutbüddin eş-Şîrâzî, *Kitâbu'l-Tuhfeti's Şâhiye*, Süleymaniye, Turhan Sultan, 220.

———, *Nihâyetü'l İdrâk fi Dirâyeti'l-Eflâk*, Süleymaniye, Damad İbrahim, 851.

Kuhn, Thomas (2007). *Kopernik Devrimi*, çev. Halil Turan, Dursun Bayrak, Sinan Kadir Çelik, İstanbul: İmge Yayınları.

Müeyyedüddin el-Urdî (1995). *Kitâbü'l-Hey'e*, thk. George Saliba, Beyrut: Merkezu Dirasati'l-Vahdeti'l-Arabiyye.

Nasr, Seyyed Hossein (1964). *An Introduction to Islamic Cosmological Doctrines Conceptions of Nature and Methods Used for its Study by the Ikhwan al-Safâ, al-Bîrûnî and Ibn Sînâ*, Massachusetts: Belknap Press of Harvard University Press.

Pattabanoğlu, Fatma Zehra-Uymaz, Tuba (2021). “Modern Bilimsel Metodolojinin Temellerini İbnü'l-Heysen’de Aramak”, *Kutadgubilig Felsefe-Bilim Araştırmaları* 43, s. 141-165.

Ptolemaios, Claudius (1952). *The Almagest*, İng. çev. Catesby Taliferdo, Chicago: Encyclopaedia Britannica.

Ragep, Sally P. (2017). “Fifteenth-Century Astronomy in the Islamic World”, *Before Copernicus*, ed. Rivka Feldhay and F. Jamil Ragep, London: McGill-Queen’s University Press, s. 143-160.

Ragep, F. Jamil (2001). “Freeing Astronomy from Philosophy an Aspect of Islamic Influence on Science”, *Osiris* 16/2, s. 49-71.

——— (2004). “Copernicus and His Islamic Predecessors: Some Historical Remarks”, *Filozofski Vestnik* 27/ 2, s. 125- 142.

——— (2006). “Ali Kuşçu ve Regiomontanus: Dışmerkezli Dönüşümler ve Kopernik Devrimi”, *Osmanlı Bilim Araştırmaları*, çev. Yavuz Unat, sayı: 8/1, s. 81-96.

——— (2017). “From Tûn to Toruñ: The Twists and Turns of the Tûsî-Couple”, *Before Copernicus*, ed. Rivka Feldhay and F. Jamil Ragep, London: McGill-Queen’s University Press, s. 161-197.

Roberts, Victor (1957). “The Solar and Lunar Theory of Ibn ash-Shatir, A Pre-Copernican Copernican Models”, *ISIS* 48, s. 428-432.

Roberts, Victor- Kennedy, Edward S. (1959). “The Planetary Theory of Ibn al-Shatir”, *ISIS*, c. 50, s. 227-235.

Sabra, Abdülhamid I. (1994). “An Eleventh-Century Refutation of Ptolemy’s Planetary Theory”, *Optics, Astronomy, and Logic Studies in Arabic Science and Philosophy* 14, s. 117-131.

Saliba, George (1993). “Al-Qushji’s Reform of the Ptolemaic Model for Mercury”, *Arabic Science and Philosophy* 3, s. 161-203.

——— (2015). *İslâm Bilimi ve Avrupa Rönesansının Oluşumu*, çev.

- Günseli Aksoy, İstanbul: Mahya Yayıncılık.
- Sayılı, Aydın (1982). *Mısırlılar ve Mezopotamyalılarda Matematik, Astronomi ve Tıp*, Ankara: Ankara: Türk Tarih Kurumu.
- (1973). “Kopernik ve Anıtsal Yapıtı”, *Nikola Kopernik*, Ankara: Unesco Türkiye Milli Komisyonu Yayınları.
- Seyyid Ali Paşa (2001). *Mir’ât-ı ‘Alem*, haz. Yavuz Unat, Ankara: Kültür Bakanlığı Yayınları.
- Swerdlow, Noel (1973). “The Derivation and First Draft of Copernicus’s Planetary Theory: A Translation of the Commentariolus with Commentary”, *Proceedings of the American Philosophical Society, Symposium on Copernicus* 117/6, s. 423-512.
- Tekeli, S. Kâhya, E., M. Dosay, R. Demir, H. G. Topdemir, Y. Unat (1997). *Bilim Tarihi*, Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Nasîrüddîn et-Tûsî (1993). *et-Tezkire fi ‘İlmi’l-Hey’e*, ed. ve çev. F. J. Ragep, New York: Springer.
- Unat, Yavuz (1992). “İhvân-ı Safâ’nın Astronomi Risalesi,” *Bilim ve Felsefe Metinleri*, 1/2, s. 129-144.
- (2001). *İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*, Ankara: Nobel Yayınları.
- (2002). “Ortaçağ İslâm Astronomisinde Küre Katmanları Sistemi ve Gökyüzü Hareketlerin Fiziksel İzahı”, *XIII. Ulusal Astronomi Toplantısı, 2-6 Eylül 2002*, Antalya: TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, s. 303-311.
- (2009). *Ali Kuşçu: Çağını Aşan Bilim İnsanı*, İstanbul: Kaynak Yayınları.
- (2019). “Aristoteles’in Evren Anlayışı ve İslâm Astronomisine Etkisi”, *İslam Medeniyeti Tarihi ve Fuat Sezgin Hâtırâ Kitabı*, ed. İbrahim Uslan, Yaşar Aydemir ve Ayten Koç Aydın, Ankara: Korza Yayıncılık, s. 45-69.
- Uymaz, Tuba (2015). *Ptolemaios ve Kopernik Astronomisinin Karşılaştırılması ve Yeni Astronominin Temelleri*, Doktora Tezi: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.