

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>

BİLİM ADAMLARIMIZ SERİSİ



TAKİYÜDDİN

Uzayı Çözen Bilim Adamı

paraf



Uzayı Çözen Bilim Adamı

TAKİYÜDDİN

PARAF YAYINLARI

PARAF YAYINLARI: 211

Bilim Adamlarımız: 18

Eser: Piri Reis

Yazar: Ali Kuzu

Yayın Koordinatörü: Ahmet Üzümcüoğlu

Editör: Burak Fazıl Çabuk

Kapak Tasarım: Ali Koca

İç Tasarım: Ali Koca

Baskı-Cilt: Alioğlu Matbaacılık

Orta Mah. Maltepe Cad.

Fatin Rüştü Sok. No: 1/3A

Bayrampaşa /İstanbul

Tel: 0(212) 612 95 59

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Sertifika No: 17265

ISBN: 978-605-5218-47-8

1. Basım: Haziran 2013

© Ali Kuzu

© Paraf Yayınları

Bu kitabın her türlü basım hakları Paraf Yayınları'na aittir... Yazarın, çevirmenin, derleyen, hazırlayan veya yayınevinin yazılı ve resmî izni olmadan basılamaz, yayınlanamaz, kopyalanamaz ve dijital kopyalar dahil çoğaltılamaz. Ancak kaynak gösterilerek kısa alıntı yapılabilir.

Paraf Yayınları

Mareşal Çakmak Mah. Soğanlı Cad. Can Sok. No: 5-A Güngören İstanbul

Tel: 0212 483 47 96 Faks: 0212 483 47 97

web: www.parafyayinlari.com e-posta: info@parafyayinlari.com



Uzayı Çözen Bilim Adamı

TAKİYÜDDİN

Ali Kuzu

paraf

*Geçmişini iyi bil ki
geleceğe sağlam basasın.
Nereden geldiğini unutma ki
nereye gideceğini unutmayasın.*

Şeyh Edebali`den Osman Gazi`ye...

İÇİNDEKİLER

Kimdir?	9
Hayatı	11
Uzay ve Astronomi	14
Takiyüddin ve Tyco Brahe	17
İstanbul Gözlemevi	19
Takiyüddin Teleskop Kullandı mı?	22
Trigonometri ve Takiyüddin	24
Optik Bilimi	34
Takiyüddin'in İlham Veren Pompası	38
İslam'da Zaman ve Zaman Ölçümü	40
Zamanı Ölçmek	43
Astronomik Saatler	45
Saatlerin Yapımı	47
Kum Saatleri	49
Usturlap	50
Rub'u Tahtası	54
Kıblenümler	55
Gözlemevinde Kullanılan Araçlar	56
Rasathanenin Hazin Sonu	67
Takiyüddin'in Bazı Önemli Eserleri	70
Takiyüddin'in Elyazmaları	71
Tarih Boyunca Ünlü Astronomlar	73
Türkiye'de Astronomi Alanında Çalışmalar	159
Kaynaklar	163

Kimdir?

Türk-İslam âleminin son, Osmanlı Devleti'nin ilk ve tek rasathanesinin kurucusu, klasik İslam astronomisinin de en önemli ve son temsilcisi olan Takiyüddin Raşit, İstanbul Rasathanesi ile meşhur olmuş bir Türk astronomudur.

16. yüzyıl Osmanlı biliminin en önemli bilginlerinden olan Takiyüddin Raşit 1526 yılında Şam'da doğmuş, Mısır ve Şam'da yetişmiştir.

Babası Marûf Efendi ile 1550 yılında İstanbul'a gelen Takiyüddin, ekonomik nedenlerden dolayı yargı yolunu seçerek Mısır'a gitmiş (1555), yargı görevinde bulunduktan sonra tekrar İstanbul'a gelmiştir (1570).

Bir yıl sonra Müneccimbaşı Mustafa Çelebi'nin ölümüyle II. Selim tarafından müneccimbaşılığa getirilen Takiyüddin, bu görevdeyken Hoca Saadettin Efendi ile dostluk kurmuş ve 1574 yılında Galata Kulesi'nde gözlem çalışmalarına başlamıştır.

Takiyüddin, aynı zamanda yetenekli bir teknisyendir. Güneş saatleri ve mekanik saatler yapmış, ayrıca göllerden, ırmaklardan ve kuyulardan suları yukarı çıkarmak için çeşitli araçlar tasarlamış ve bunları bir eserinde ayrıntılarıyla tanıtmıştır.

1577 yılında III. Murat'ın fermanıyla Tophane sırtlarında bir gözlemevi kurmuş ve ne yazık ki bu gözlemevi, Şeyhülİslam Kadızade'nin "Gözlemevleri bulundukları ülkeleri felakete sürükler." şeklindeki fetvası üzerine 1580'de yıkılmış ve bu olaydan beş yıl sonra da Takiyüddin, 1585 yılında ölmüştür.



Hayatı

Bilindiği gibi, Türk bilim tarihine ilişkin araştırmaların yetersiz olması, Türklerin tarihlerinin hiçbir döneminde bilgin yetiştirmedikleri gibi yanlış bir anlayışın doğmasına ve yayılmasına neden olmuştur; “*Türklerin kalem ehli değil ama kılıç ehli oldukları*” biçiminde özetlenen bu anlayış, son yıllarda özellikle Harezmi, Abdülhamid İbni Türk, Farabi, İbnii Sina, Uluğ Bey ve Ali Kuşçu gibi bilginlerin yapıtları üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda sarsılmışsa da yıkılmamıştır.

XVI. yüzyılda İstanbul Gözlemevi’ni kurarak gözlemler yapan Takiyüddin Raşit yukarıdaki bilginler kadar da tanınmamaktadır; ancak matematik, astronomi ve optik konularında yazmış olduğu yapıtlar incelendiğinde onlardan hiç de aşağı kalmadığı görülmektedir.

16. yüzyıl Osmanlı biliminin en önemli bilginlerinden olan Takiyüddin Raşit (Takiyüddin Mehmed İbni Marûf El-Hanefî El-Dımıskî), 1526 yılında Şam’da doğmuş, Eğitimi-ne Mısır ve Şam’da devam etmiştir.

Babası Maruf Efendi ile 1550 yılında İstanbul'a gelen Takiyüddin, Ali Kuşçu'nun torunu Kutbeddinzade Muhammed Efendi gibi bilge kişilerle dostluk kurdu ve bilgisini artırdı.

Müderris olarak geri döndüğü Mısır'dan ikinci kez İstanbul'a geldi. Edirnekapı'daki medreseye atanmasına karşın kabul etmeyerek tekrar Mısır'a döndü.

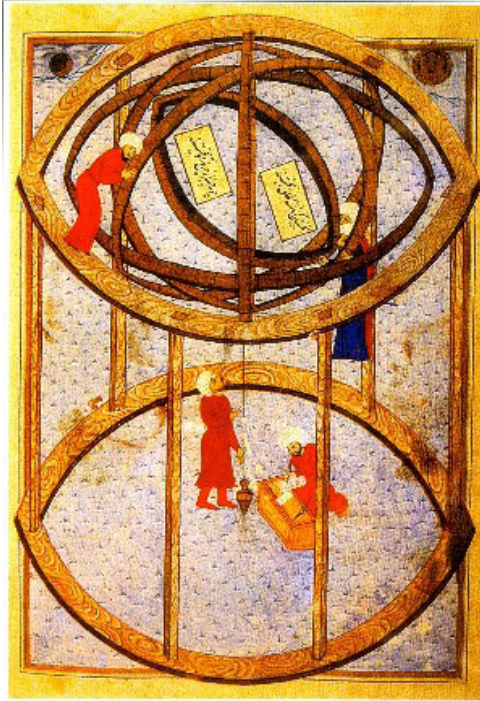
Mısır'da kadılık yapmakta olan Abdülkerim Efendi, eski gökbilimcilerden kalma risaleleri verdiği Takiyüddin'e gerekli gözlem aletlerini ve aletlerin yapımlarına ilişkin bilgileri de vererek matematik ve gökbilimle ilgilenmesini sağladı. Gökbilim konusundaki deneyimini ve yetkinliğini artıran Takiyüddin 1570 yılında üçüncü kez İstanbul'a geldi.

Bir yıl sonra Müneccimbaşı Mustafa Çelebi'nin ölümüyle II. Selim tarafından müneccimbaşılığa getirilen Takiyüddin, bu görevdeyken Hoca Saadettin Efendi ile dostluk kurmuş ve 1574 yılında Galata Kulesi'nde gözlem çalışmalarına başlamıştır.

Takiyüddin, matematik ve astronomi basta olmak üzere optik ve tıp alanında araştırmalar yapmıştır. Özellikle Takiyüddin'in trigonometri alanındaki çalışmaları övgüye değerdir. 16. yüzyılın ünlü astronomu Copernicus (1473-1543) sinüs fonksiyonunu kullanmamış, sinüs, kosinüs, tanjant ve kotanjanttan söz etmemiştir; oysa Takiyüddin bunların tanımlarını vermiş, kanıtlamalarını yapmış ve cetvellerini hazırlamıştır. Takiyüddin ayrıca çok eskiden beri kullanılmakta olan altmışlık kesirlerin yerine ondalık kesirleri kullanmaya başlamıştır.

Takiyüddin, aynı zamanda yetenekli bir teknisyendir. Güneş saatleri ve mekanik saatler yapmış, ayrıca göllerden, ırmaklardan ve kuyulardan suları yukarı çıkarmak için çeşitli araçlar tasarlamış ve bunları bir eserinde ayrıntılarıyla tanıtmıştır.

1577 yılında III. Murat'ın fermanıyla Tophane sırtlarında bir gözlemevi kurmuş ve ne yazık ki bu gözlemevi, Şeyhülİslam Kadızade'nin "Gözlemevleri bulundukları ülkeleri felakete sürükler." şeklindeki fetvası üzerine 1580'de yıkılmış ve bu olaydan beş yıl sonra da Takiyüddin, 1585 yılında ölmüştür.



Uzay ve Astronomi

Gökbilimin gelişmesi bir dizi olayın birbirini izlemesi sonucu ortaya çıktı. Uzun deniz yolculuklarının başlaması, yeni kıtaların keşfedilmesi gökbilimin de gelişmesini sağladı. Denizciler için oldukça basit ama kullanışlı tablolar geliştirildi. Bu tabloların yardımıyla yapılan kârlı deniz seferlerinin artırdığı yaşam düzeyi, eğitim almış bir sınıfın mühendislik, harita ve pusula yapımcılığı gibi beyin gücüne dayalı iş kollarında çalışabilmesini sağladı.

Bütün bu gelişmelere paralel olarak da gökbilim hem bir meslek olarak algılanıp para getirmeye hem de bilimsel açıdan gelişip, kendini astrolojinin baskısından kurtarmaya başladı.

İnsanların gökyüzüne ilgi duymaları zamanın çok eski dönemlerine rastlasa da bu ilginin bilimsellikten uzak ortamlarda, daha çok gelecekle ilgili kehanetlerde bulunmak ya da olacakları önceden kestirmek amacıyla geliştirildiğini biliyoruz.

Bilimsel bilgi birikimi artana ve doğayla ilgili yeterli veri elde edilene kadar geçen sürede düşüncüler, Dünya ile Ay ve Güneş gibi yakın gök cisimleri arasındaki ilişkiyi ve bunların evren içindeki konumunu açıklamaya yönelik birçok yanlış görüş ileri sürmüşlerdi. Bütün bu yanlışları düzelten ilerlemeler 1500'li yıllarda sağlandı.

1500'li yılların Avrupa'sında astronomi ve bilim dünyasındaki en önemli gelişmelerden biri hiç kuşkusuz, Polonyalı Copernicus'un *De Revolutionibus* adlı eserini yayınlaması olmuştur. Copernicus'un ileri sürdüğü heliosantrik sistem (Güneş merkezli gezegenler sistemi) gökbilimde yeni bir çığır açmakla kalmamış, kilisenin bilim üzerindeki dogmalara dayalı denetim gücünü de temelinden sarsmıştı.

Yine de Copernicus'un ileri sürdüğü görüşün kuşkuyla karşılanan tarafları vardı. Cevaplanamayan sorular Dünya'nın nasıl rüzgar yaratmadan dönebildiği ve Dünya'nın dönmesine rağmen havaya atılan bir cismin nasıl aynı noktaya düştüğüydü. Bu soruların cevapları Copernicus'tan sonra gelen Kepler, Galile ve Newton tarafından verildi.

16. yüzyılda, Avrupa'da bu gelişmeler olurken, konu hakkında yeterli araştırma olmadığından, gökbilimin Osmanlı İmparatorluğu'ndaki durumuna ilişkin bilgiler açık değildir. İslam dini, namaz vakitlerini belirlemek için Güneş ve Ay'ın konumlarını temel almıştı. Ancak kible yönünün saptanması ve sivil takvimin oluşturulması için gökbilim gözlemlerinden ve ölçümlerinden yararlanılmıştır.

Böylece, İslam devletlerinde rasathane kurumları oluşmuş ancak yaşamlarını fazla sürdürememişlerdir. İslam devletlerinde rasathanelerin yaşamlarının hep kısa olmasının ilk nedeni, kurumların birincil amaçlarının günlük yaşayışa ilişkin sorunları çözmek olmasıdır.

Takvimin oluşturulmasından ve kible yönüyle ilgili

gerekli saptamaların yapılmasından sonra rasathanelerin birincil amacı da ortadan kalkmış oluyordu. Gökbilim çalışmalarının kurumsallaşıp devlet politikası haline getirilmemesi de rasathanelerin kısa ömürlü oluşlarının ikinci nedeniydi. İslam devletlerinin yönetimlerinde meydana gelen değişiklikler rasathanelerle ilgili politikaların da değişmesine neden oluyor, rasathaneler ilgisizlik ve ödenek yetersizliğinden gözlemlere kapanıyordu.

1500'lerin gökbilim çalışmaları konusundaki araştırmaların yetersizliğine bakarak, Osmanlı İmparatorluğu'nda gökbilimle ilgili hiçbir çalışma yapılmadığını ileri sürmek doğru olmaz. Ne yazık ki bu çalışmaların çoğu ya başka yapıtlardan yapılmış derlemeler ya da çevirilerdir. Bu derleme ve çeviriler arasında Seydi Ali Reis'in Muhit adlı yapıtı önemli bir yer tutar. On bölümden oluşan yapıtın beş bölümünde coğrafya ve gökbilimle ilgili bilgiler aktarılmıştır.

Yapıtta; Yön bulma, azimut ve yıldızların yüksekliklerinin hesaplanması; zaman hesabı, takvim, Ay'a ve Güneş'e bağlı tanımlanan yıllar; denizcilikte bazı önemli yıldızların doğmaları, batmaları ve adları; önemli limanlarla adaların enlemleri; gökbilime ait bilgiler ve bazı limanlar arasındaki uzaklıkları konu alır.

Önemli diğer bir yapıt da Mustafa Zeki imzasıyla çevrilmiş Süllemü's Semâ'dır. Bu yapıtta gökbilimle ilgili açıklamaların yanı sıra bazı gök cisimlerinin Dünya'dan uzaklığı da yer alır.

Takiüddin ve Tyco Brahe

16. yüzyılda gökbilim çalışmaları bu düzeylerde sürdürülürken, Avrupa ve Osmanlı'da Rasathane kuran iki çağdaş gökbilimci ortaya çıkar. 1546- 1601 yılları arasında yaşayan Danimarkalı Tyco Brahe, Kral II. Frederick'i ikna ederek Hveen adasında 1576 yılında Ortaçağ sonrasının ilk rasathanesini kurdu.

Tyco Brahe, Copernicus'un Güneş merkezli gezegenler görüşünü destekleyenlerden bir noktada ayrılıyordu. Brahe'ye göre, Dünya hareketsizdi ve Güneş ile Ay, Dünya'nın etrafında, gezegenler de Güneş'in etrafında dönüyorlardı. Brahe kendi gözlemevinde kullandığı, döneminin en gelişmiş aletleriyle duyarlı gözlemler yaparak gök cisimlerinin koordinatlarını saptamakla kalmadı, nova ve kuyruklu yıldızları da gözledi.

Onun yaptığı gözlemler ve elde ettiği bulgular, Kepler'in ünlü kanunlarını geliştirmesine ve günümüzün

Güneş Sistemi modelini kurgulamasına neden oldu. Brahe, 1563 yılında Jüpiter ve Satürn kavuşum gözlemelerini içeren Tabulae Prutenicae adlı kataloğunu yayınladı. 1577 yılında görülen kuyruklu yıldızı da inceledi ve Liber de Cometa adlı yapıtını yazdı.

Tyco Brahe, Copernicus sistemini reddetmesine ve astrolojiye inanmasına karşın 16. yüzyılın en önemli gökbilimcilerinden biri olarak kabul edilir. Brahe'nin kurduğu rasathane, rasathanesinde kullandığı ölçüm araçları ve yaptığı ölçümler bilim tarihi açısından son derece önemlidir. Çünkü, Tyco Brahe Hveen adasındaki çalışmalarını sürdürürken, çağdaşı bir gökbilimci de İstanbul'da çalışmalarını sürdürmekteydi.

Takiyüddin'in İstanbul'a yerleştiği 1570 yılına kadar, gökbilimle ilgilenmek amacıyla rasathane kurulmamış olduğundan, gökbilimle ilgili bilgiler eskiden kalma Arapça ve Farsça kitaplardan öğrenilmekteydi. Gözlemle ilgili hesaplar da eskiden hazırlanmış olan gözlem kataloglarından yararlanılarak yapılıyordu. Bu gözlem kataloglarına dayanılarak yapılan hesaplar doğru sonuçlar vermekten uzaktı. Yeni bir gözlem katalogu düzenlenmesi için bir rasathane kurulması gerekiyordu. Takiyüddin, matematik ve gökbilim konusundaki yeteneğine büyük önem veren Hoca Sadeddin Efendi'nin yardımlarıyla Padişah III. Murat'tan rasathanenin kurtulması için izin, yer ve ödenek aldı. Kendisi de rasathanenin müdürlüğüne atanarak inşasına da nezaret etmekle görevlendirildi.

İstanbul Gözlemevi

Osmanlı Devleti'nde, 16. yüzyılın ortalarına değin İmparatorluk içerisinde bir gözlemevi kurulamamıştır. Ancak 16. yüzyılın ikinci yarısında, III. Murat döneminde İstanbul'da Tophane sırtlarında 16. yüzyılda Takiyüddin tarafından İstanbul'da kurulan gözlemevinin Osmanlı bilim tarihinde önemli bir yeri vardır.

Gözlemevinin Kuruluşu ve Yeri

Gözlemevinin kuruluş tarihi hakkında uyuşmazlıklar varsa da gözlemevinin inşasına Tophane sırtlarında 1575'te başlandığı ve 1577'de inşasının tamamlanarak gözlemlere başlandığı genel olarak kabul edilmektedir.

Gözlemevinin Yapısı

Gözlemevinin büyüklüğü konusunda tam bir bilginiz yoktur. Ancak İstanbul Gözlemevi, astronomlar ve idari personel için çalışma odaları ve kalacağı yerler içeren özen-

le yapılmış bir bina idi. Ayrıca bir de kütüphanesi bulunmaktaydı.

Bu kütüphanede, yakın zamanlarda ölen bir kişinin özel koleksiyonu yer almaktaydı.

Kaynaklara göre binanın yanında “*Küçük Gözlemevi*” olarak adlandırılan bir bina daha bulunmaktadır. Muhtemelen bu bina, taşınabilen gözlem araçlarının toplandığı bir yerdi. Yapı, üzerinde kiremitli çatısıyla tek bir odadan ibarettir.

Kimi kaynaklara göre Gözlemevi’nin bir de gözlem kuyusu (ya da gözlem kulesi) bulunmaktadır. Gerlach’a göre gözlemevi inşa edilirken Galata üzerinde Venedikli Andreas Gritt’in evinin bulunduğu civarda bir kule ve onun altına birkaç kulaç derinliğinde bir kuyu kazılmıştır.

Yine Evliya Çelebi Tophane sırtlarında Sansonhane yakınlarında, Ali Kuşçu tarafından bir “müneccim kuyusu” kazıldığını ve bu kuyunun IV. Murat zamanında Müftü Yahya Efendi’nin fetvasıyla doldurulduğunu anlatır.

Gerçekte müneccim kuyusu meselesi halk arasında bir efsane olarak yaşamış ve zamanla en meşhur astronom olarak Ali Kuşçu bilindiği için Ali Kuşçu’ya mâl edilmiştir. İstanbul Gözlemevi’nde böyle bir kuyu yoktur.

Ancak şunu da söylemek gerekir ki böyle bir kuyu Ta-kiyüddin tarafından Kahire’de iken kullanılmıştır. Onun Kahire’de gözlem amacıyla kullandığı bu kuyu yaklaşık 25-35 metre derinliğindeydi ve kuyuya inmek için bir de merdiven bulunmaktaydı.

Gözlem Kuyusu

Kimi kaynaklara göre Gözlemevi’nin bir de gözlem kuyusu (ya da gözlem kulesi) bulunmaktadır. Gerçekte müneccim kuyusu meselesi halk arasında bir efsane olarak yaşamış ve zamanla en meşhur astronom olarak Ali Kuşçu

(ölümü 1474) bilindiği için Ali Kuşçu'ya mâl edilmiştir. İstanbul Gözlemevi'nde böyle bir kuyu yoktur. Ancak sunu da söylemek gerekir ki böyle bir kuyu Takiyüddin tarafından Kahire'de iken kullanılmıştır.

Gözlemevinde Çalışan Personel

Elimizdeki mevcut bilgilere dayanarak gözlemevinde çalışan personel sayısını tespit etmek olanaksızdır. Ancak bazı belgelerde, burada çalışan kişilerin adları ve görevleri yer almaktadır. Gözlemevinde Takiyüddin ile birlikte on beş kişi hizmet etmekteydi. Bunlar arasında ikinci gözlemci (râsıd), üçüncü gözlemci, yazıcı ve gözlemcilere hizmet eden bir kişi de yer almaktadır.



Takiyüddin Teleskop Kullandı mı?

Takiyüddin'in kullanmış olduğu sanılan diğer bir astronomik alet ise uzaktaki nesneleri yakınlaştıran optik bir alettir. Takiyüddin Kitâb Nûr Hadakat El-Ebsâr ve Nûr Hadikat El-ENZâr (Göz ve Bakış Bahçelerinin Işığı Üzerine Kitap) adlı eserinde şöyle söyler:

“Ben uzakta bulunmaları nedeniyle görülemez (gözden gizlenmiş olan) eşyayı en ince ayrıntılarıyla gösterebilen ve ortalama uzaklıkta bulunan gemilerin yelkenlerini bir ucundan tek bir gözle baktığımızda görebileceğimiz ve (daha önce) Yunanlı bilginlerin yapıp, İskenderiye Kulesi'ne yerleştirmiş olduklarına benzer bir billur (mercek) yaptım.”

Bu tasvirden anlaşıldığı üzere bu alet çok uzaktaki nesneleri çok yakından ve ayrıntılarıyla gösterebilmektedir. Ancak bilinen kaynaklara göre teleskopun en erken tarihi 1600 yıllarına denk düşmektedir. Teleskopun astronomik amaçlı kullanımı ise 1609 yılında Galileo (1564-1642) ile mümkün olmuştur.

Takiyüddin ise bu kitabını 1574 başlarında yazmıştır. Ne var ki bilinen kaynaklara göre İskenderiye Kulesi'nde böyle bir alet yoktur. Bu durum göz önüne alınırsa, bu aletin teleskop olmadığı, bir gözlem borusu (sighting tube) olduğu daha akla yakın görünmektedir.

Gözlemevi'nde Yapılmış Olan Gözlemler

İstanbul Gözlemevi'nde yapılmış olan gözlemler hakkındaki bilgilerimiz Takiyüddin tarafında yazılmış olan üç zîce dayanmaktadır;

1. Sidret El-Müntehâ (1577/78-1580).
2. Teshîl Zîc El-Asârîyye El-Sehinsâhiyye (1580).
3. Cerîdet El-Dürer (1584).

Sidret El-Müntehâ'da, 1577 ve 1579 yıllarına ait Güneş ve İstanbul'un enleminin tayininde kullanılan gözlemlerden bahsedilmektedir. Bu zîcte Ay'ın hareketine ilişkin tablolar bulunmaz. Bu tablolara Teshîl Zîc El-Asârîyye ve Cerîdet El-Dürer zîclerinde yer verilmiştir.

Son iki zîcte, Satürn venüs ve Merkür gezegenleri için hazırlanmış enlem tabloları ve Güneş ve Ay tutulmalarına ilişkin tablolar bulunmaktadır. Cerîdet El-Dürer'de 1581 yılında hazırlanmış 69 yıldızın konumunu verdiği bir yıldız tablosu da yer almaktadır. Ayrıca Takiyüddin'in burada yaptığı gözlemlere dayanarak yaptığı Güneş kuramına ilişkin hesaplar bu yüzyılın dünya çapındaki en başarılı çalışmaları olarak kabul edilmiştir.

Trigonometri ve Takiyüddin

Takiyüddin döneminin en büyük bilginidir. Matematik ve astronomi başta olmak üzere birçok alanda araştırmaları vardır. Özellikle trigonometri alanındaki çalışmaları övgüye değerlidir. Özellikle trigonometri alanındaki çalışmaları övgüye değerlidir.

16. yüzyılın ünlü astronomu Copernicus sinüs fonksiyonunu kullanmamış, sinüs, kosinüs, tanjant ve kotanjant-tan söz etmemiştir; oysa Takiyüddin bunların tanımlarını vermiş, kanıtlamalarını yapmış ve cetvellerini hazırlamıştır.

Takiyüddin, trigonometrik fonksiyonların kesirlerini, ilk defa ondalık kesirlerle göstermiş ve birer derecelik fası-lalarla 1 dereceden 90 dereceye kadar hesaplanmış sinüs ve tanjant tabloları hazırlamıştır. Bu dönemde, logaritma tab-loları veya hesap makineleri olmadığı için, trigonometrik

hesaplamalarda ya bu cetveller ya da “trigonometrik çeyreklik” denilen basit bir alet kullanmıştır.

Takiyüddin’in aritmetik alanındaki çalışmaları da oldukça önemlidir. Kendisine özgü pratik bir rakamlama sistemi geliştirmiş ve çok eskiden beri kullanılmakta olana altmışlık kesirlerin yerine ondalık kesirleri kullanmaya başlamıştır. Takiyüddin, ondalık kesirleri kuramsal olarak incelemiş ve bunlarla dört işlemin nasıl yapılacağını örnekleriyle göstermiştir. Batı’da, bu düzeye, yaklaşık on sene sonra yazılmış olan (1585) Simon Stevin’in (1548-1620) eseri ile ulaşılabilmiştir.

Ondalık kesirleri, Uluğ Bey’in Semerkand Gözlemevi’nde müdürlük yapan Gıyâsüddin Cemşid El-Kâşi’nin Miftâhü’l-Hisâb (Aritmetiğin Anahtarı, 1427) adlı yapıtından öğrenmiş olan Takiyüddin’e göre, El-Kâşi’nin bu konudaki bilgisi, kesirli sayıların işlemleriyle sınırlı kalmıştır; oysa ondalık kesirlerin, trigonometri ve astronomi gibi bilimin diğer dallarına da uygulanarak genelleştirilmesi gerekir.

Acaba Takiyüddin’in ondalık kesirleri trigonometri ve astronomiye uygulamak istemesinin gerekçesi nedir? Osmanlıların kullanmış oldukları hesaplama yöntemlerini, yani Hint Hesabı denilen onluk yöntemle Müneccim Hesabı denilen altmışlık yöntemi tanıtmak maksadıyla yazmış olduğudur.

Aritmetikten beklediklerimiz adlı çok değerli yapıtında Takiyüddin, ondalık kesirleri altmışlık kesirlerin bir alternatifi olarak gösterdikten sonra, dokuz başlık altında, ondalık kesirli sayıların iki katının ve yarısının alınması, toplanması, çıkarılması, çarpılması, bölünmesi, karekökünün alınması, altmışlık kesirlerin ondalık kesirlere ve ondalık kesirlerin altmışlık kesirlere dönüştürülmesi işlemlerinin nasıl yapılacağını birer örnekle açıklamıştır.

Ancak Takiyüddin’in tam sayı ile kesrini birbirinden

ayırarak için bir simge kullanmadığı veya geliştirmedeği görülmektedir; örneğin 532.876 sayısını, “5 Yüzler 3 Onlar 2 Birler 8 Onda birler 7 Yüzde birler 6 Binde birler” biçiminde veya “532876 Binde birler” biçiminde sözel olarak ifade etmekle yetinmiştir.

Ayrıca, yüz binler basamağı ile yüz binde birler basamağı arasında kalan kesirli sayıların kolayca mertebelen-dirilebilmesi, yani tam ve kesir kısımlarının birbirlerinden ayrılabilmesi için bir tablo düzenlemiştir. Çarpma, bölme ve karekök alma işlemlerinden sonra sonuç sayısının tam ve kesir kısmını anlayabilmek için bu tabloya bakmak yeterlidir. Yalnız bu tablonun işlemlerde sağlayacağı kolaylık, ondalık simgesinin sağlayacağı kolaylıktan daha fazla değildir.

Takiyüddin, bu yapıtında göksel konumların belirlenmesinde kullanılan altmışlık yöntemin hesaplama açısından elverişli olmadığını bildirir; çünkü altmışlık yöntemde, kesir basamakları çok olan sayılarla çarpma ve bölme işlemlerini yapmak çok vakit alan bıkırtıcı ve yıldırıcı bir işittir; bugün kullandığımız onluk kerrat cetveline benzeyen altmışlık kerrat cetveli bile bu güçlüğü giderilmesi için yeterli değildir.

Oysa onluk yöntemde, kesir basamakları ne kadar çok olursa olsun, çarpma ve bölme işlemleri kolaylıkla yapılabileceği için, Ay ve Güneş’in yanında gözle görülebilen Merkür venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn’ün gökyüzündeki devinimlerini gösterir tabloları düzenlemek ve kullanmak eskisi kadar güç olmayacaktır.

Bu önerisiyle gökbilimcilerinin en önemli güçlüklerinden birini gidermeyi amaçlayan Takiyüddin, açıları veya yayları ondalık kesirlerle gösterirken, bunların trigonometrik fonksiyonlarını altmışlık kesirlerle gösteremeyeceğini anlamış ve ondalık kesirleri trigonometriye uygulamak için

Gökler Bilgisinin Sınırı adlı yapıtında birim dairenin yarıçapını 60 veya 1 olarak değil de 10 olarak aldıktan sonra kesirleri de ondalık kesirlerle göstermiştir.

Zâtü'l-Ceyb olarak bilinen bir gözlem aletini tanıtırken, *“Bir cetvelin yüzeyini altmışlı sinüse göre, diğerini ise bilginlere ve gözlem sonuçlarının hesaplanmasına uygun düşecek şekilde kolaylaştırıp, yararlılığını ve olgunluğunu arttırdığım onlu sinüse göre taksim ettim.”* demesi bu anlamı gelmektedir.

Takiyüddin, ondalık kesirlerin trigonometri ve astronomiye nasıl uygulanabileceğini kuramsal olarak gösterdikten sonra, 1580 yılında bitirmiş olduğu “Sultanın Onluk Yönteme Göre Düzenlenen Tablolarının Yorumu” adlı kataloğunda uygulamaya geçmiştir.

İstanbul Gözlemevi'nde yaklaşık beş sene boyunca yapılmış gözlemlere göre düzenlenen bu katalog, diğer kataloglarda olduğu gibi kuramsal bilgiler içermez; yalnızca ermerkezli sistemin ilkelerine uygun olarak belirlenmiş gezegen konumlarını gösterir tablolara yer verir.

Takiyüddin, 1584 yılında İstanbul'da tamamlamış olduğu İnciler Topluluğu ve Görüşlerin İncisi adlı başka bir yapıtında, son adımı atmış ve birim dairenin yarıçapını 10 birim almak ve kesirleri, ondalık kesirlerle göstermek koşuluyla bir Sinüs - Kosinüs Tablosu ile bir Tanjant - Kotanjant Tablosu hesaplayarak matematikçilerin ve gökbilimcilerin kullanımına sunmuştur.

Eğer Takiyüddin bu tabloları hazırlanırken birim uzunluğu 10 birim olarak değil de 1 birim olarak benimsenmiş olsaydı, bugün kullanmakta olduğumuz sisteme ulaşmış olacaktı.

Batı'da ondalık kesirleri kuramsal olarak tanıtan ilk müstakil yapıt, Hollandalı matematikçi Simon Stevin (1548-1620) tarafından Felemenkçe olarak yazılan ve

1585’de Leiden’de yayımlanan De Thiende’dir (Ondalık). 32 sayfalık bu kitapçıkta, Stevin, sayıların ondalık kesirlerini gösterirken hantal da olsa simgelerden yararlanma yoluna gitmiş ve ondalık kesirleri, uzunluk, ağırlık ve hacim gibi büyüklüklerin ölçülmesi işlemlerine de uygulamıştır.

Ancak De Thiende’de ondalık kesirlerin trigonometri ve astronomiye uygulandığına dair herhangi bir bulgu yoktur. Bu durum, Takıyüddin’in yapmış olduğu araştırmaların matematik ve astronomi tarihi açısından çok önemli olduğunu göstermektedir. Takıyüddin cebirle de ilgilenmiş ve ikinci derece denklemlerinin çözümünde aritmetiksel yolu izlemiştir.



Mezopotamyalılarda Trigonometri

İnceleyebildiğimiz kaynaklar; Mezopotamyalılarda, temelinde geometri bulunan, bugünkü trigonometri cetvellerinin “ilkel ve fasılalı” bir örneği ile karşılaşmakta olduğunu ve Hipparchos’un trigonometri çalışmalarının, ilkel başlangıcının “Mezopotamya Matematiğine” kadar geri gitmesinin mümkün sayılabileceğini belirtmektedir. Aydın Sayılı, adı geçen eserinde bu konuda geniş bilgi verdikten sonra, “Trigonometri tarihinin, Embriyolojik Menşeinin Mezopotamyalılar’a kadar geri gittiğini ve Mezopotamyalılar’dan, Hipparchos’un bu yönden etkilenmiş olduklarını ileri sürebiliriz” der.

Eski Yunanlılarda Trigonometri

Trigonometride: “Herhangi bir üçgende, dik kenarların kareleri toplamı, hipotenüsün karesine eşittir” şeklinde temel bir teorem vardır. Bu teoremin adı Pisagor Teoremi olarak bilinir. Gerçekte; bu teoremin varlığı, Pisagor’dan ortalama 2000 yıl kadar önceleri, Eski Mısır ile Mezopotamyalılar Babil çağında bilinmekte idi. Mezopotamyalılar, bu teoremin, hem özel ve hem de genel şeklini biliyorlardı.

Bilim tarihi eserleri; Tales’in (Miletos, MÖ 640 ?-548 ?) Pisagor (MÖ 569 ?-500 ?) ve Öklid’in (MÖ 330 ?-275 ?), Eski Mısır ve Babil yörelerini uzun yıllar dolaşmış olduklarını belirttikleri gibi, bu bilgilerin temel matematik bilgilerini, Mısır ve Babil’den elde etmiş olduklarını açıklar.

Eski Mısırlılarda Trigonometri

İnceleyebildiğimiz kaynaklar; Mısır Matematiğinde seked veya sekd kelimelerinin, bir açının cotangent'ına denk anlam ifade etmesinden hareket ederek, trigonometrinin, başlangıcını eski Mısırlılar'a kadar götürmenin gerektiğini belirtir. Bu konuda Aydın Sayılı Mısırlılar'da ve Mezopotamyalılar'da Matematik, astronomi ve Tıp adlı eserinde şunları yazar: Mısır'da seked dışında, bu konuda herhangi bir gelişmeye şahit olmuyoruz. Seked'e benzen ya da onunla aynı olan bir kavramla, "Mezopotamya Matematiğinde" de karşılaşılmakta olduğu ve trigonometrinin başlangıcını Mısırlılar'a götürmek isabetli düşünce sayılmaz. "Mısır Geometrisinin", "Doğru Geometrisi" olarak vasıf taşıdığını belirterek, müşterik Gandz'a atfen de Mısır'da "Açı Geometrisinin" mevcut olmadığını belirtir

Türk-İslam Dünyasında Trigonometri

İçinde bulunduğumuz yüzyılda yapılan bilimsel araştırmalar göstermiştir ki; trigonometriye ait temel bilgiler, 8. ile 16. yüzyıl Türk-İslam Dünyası matematikçileri tarafından ortaya konulmuş ve belli bir noktaya kadar da geliştirilmiştir. Bunun nedenini, şu şekilde açıklamak mümkündür.

Bilindiği gibi, 8. ile 16. yüzyılda Türk-İslam Dünyası'nın hemen her yöresinde astronomi (gökbilim) çalışmaları ve bunun sonucu olarak da yoğun bir rasathane (gözlemevi) kurma çalışmaları vardı. Bu rasathanelerdeki bilimsel çalışmalarda, astronomiye yardımcı olarak, trigonometri kullanılmaktaydı.

Astronominin temelini teşkil eden küresel astronomi, doğrudan doğruya, küresel trigonometrinin astronomiye uygulanmasından doğmuştur. Gezegen ve uydu ile yıldızla-

rın gökküresindeki yerleri (koordinatları) ve hareketleri ile ilgili hesaplamalar; küresel üçgenin, küresel trigonometriye uygulanmasıyla elde edilebilmektedir. Dolayısıyla, o devir Türk-İslam Dünyası'nda, Trigonometri müstakil bir bilim haline gelmiş ve oldukça gelişmiştir.

8. ile 16. yüzyıl Türk-İslam Dünyası matematik ve astronomi bilginlerinin hazırlamış oldukları “Ziyc” adlı eserin hepsinde, bugünkü trigonometrinin temel bilgileri, ilk olarak ortaya konulmuştur. Gene bu devir Türk-İslam Dünyası bilginleri, Batlamyos'un (Cladius ptolemeios 85-160) ünlü eseri, değişik tarihlerde değişik matematik ve astronomi bilginleri tarafından mıcısı (al-magesti) adıyla şerh edilmiştir. Bu şerhlerde de yer yer trigonometri bilgileri zenginleştirilip geliştirildi.

Batı'da objektif olarak hazırlanmış, matematik tarihi ve astronomi tarihi ile ilgili eserlerde, bu hükümlerin açık olarak belirtildiğini görmek mümkündür.

Optik Bilimi

Takiyüddin, başarılı çalışmalar sergilediği bir diğer alan olan optik konusunda Göz ve Bakış Bahçelerinin Işığı Üzerine Kitap adlı bir yapıt kaleme almıştır. Bu kitabın dikkat çekici yönü, temel dokusunun İslam Dünyası'nda yaklaşık sekiz yüzyıl önce başlatılmış olan köklü ve başarılı optik çalışmalar sonucu elde edilmiş temel argümanlar, problemlerden oluşturulmuş olmasıdır.

Öyle ki elde edilen yüksek düzey, 17. yüzyıla kadar batıda güncelliğini koruyan temel tartışmaların çerçevesini oluştururken, aynı şekilde, Osmanlı İmparatorluğu'nda da bütün canlılığıyla etkinliğini sürdürmüştür. Bu durumu anlamak ve anlamlandırmak zor değildir. Çünkü 17. yüzyıla kadar batıda optik konusunda egemen olan görüş İbniü'l-Heysem'in bir tür gelenek haline dönüşmüş olan görüşleridir. Bu görüşte temel olan düşüncenin iki boyutu vardır:

Optik problemlerin tam anlamıyla birer geometri problemine dönüştürülerek konunun geometrik olarak incelenmesi;

Problemin aynı zamanda nedensel olarak açıklanmasıdır.

Ayrıca bu iki temel düşünce ayrıntılı ve çok ustalıkla olarak düzenlenmiş deneylerle de desteklenmiştir.

Bu tarz bir araştırma modeli çeviriler yoluyla batıya aktarılırken, doğuda ise 14. yüzyılda Kemâlüddin El-Fârîsi'nin Optiğin Düzeltilmesi adlı ayrıntılı yorum kitabıyla daha yüksek düzeyli tartışmalara olanak ve zemin hazırlanmıştır. Daha sonra 1579 yılında bu kez Takiyüddin, hem İbniü'l-Heysem'in hem de Kemâlüddin El-Fârîsi'nin çalışmalarına dayanarak Kitâbu Nûr'u yazmıştır.

Kitap bir giriş ve üç ana bölümden oluşmaktadır. Giriş'te optiğe ilişkin bazı temel kavramlar tanımlanmış ve optik konusunda etkin olan kuramlardan kısaca söz edilmiştir.

Birinci bölüm aracısız görme konusuna ayrılmıştır. Burada ışık, görme, ışığın göze ve görmeye olan etkisi ve ışıkla renk arasındaki ilişki ayrıntılı olarak tartışılmıştır. Bunun yanında tartışmaya esas olan bazı temel ilkeler benimsenmiştir. Bunlardan bazılarını şöyle sıralayabiliriz:

1. Işığın kaynağı nesne, hedefi ise gözdür.
2. Işıklarla birlikte göze gelen biçimler, aynı zamanda o nesnenin rengini de taşırlar.
3. Göz yalnızca ışıklı ya da ışıklandırılmış nesneleri algılar
4. Görme geometrik bir olgudur. Çünkü yayılan ışık, tepesi kaynağa ve tabanı da gözde bulunan bir koni oluşturmaktadır.
5. Işık maddesel bir şeydir; ancak optik incelemeler sırasında geometrik bir nesne olarak kabul edilebilir.
6. Işık ışınları küresel olarak yayılırlar ve bu yayılım da doğrusal çizgiler boyunca olur.
7. Renk ışığa bağlıdır ve ışığın kırılması ve yansımaları sonucunda oluşur.

Burada öncelikle ışığın doğrusal çizgiler boyunca ancak küresel olarak yayıldığı savının öne çıktığını hemen belirtelim. Takiyüddin'in bu savı, daha sonra Hollandalı fizikçi Huygens (1629-1695) tarafından ortaya konulacak küresel yayılım kuramının ilk anlatımı olarak görülebilir.

Takiyüddin'e göre ışık, ışıklı bir nesneden ve o nesnede her bir noktadan küresel olarak yayılır ve yayılım sırasında, ister istemez bazı ışın çizgileri paralel, bazıları birbirine yaklaşan ve bazıları ise birbirlerinden uzaklaşan doğrular boyunca yol alır.

Buna bir de bu doğrusal çizgilerde yol alan ışınların küresel olarak yayıldığı düşüncesi eklendiğinde, o zaman, ışığın dalga niteliği taşıdığı ve tıpkı durgun bir suya taş atıldığında, suda oluşan dalganın etrafa doğru büyüyen daireler şeklinde yayılması gibi yayılıyor olduğunun kabul edildiği anlaşılmaktadır ki bu da küresel yayılımın yalın bir anlatımından başka bir şey değildir.

Bunun dışında aracısız görme konusunda Takiyüddin'in üzerinde durmamızı gerektiren bir açıklaması daha bulunmaktadır. O da ışık ve renk arasındaki nedensel ilişkiyi irdelerken, rengin ışığa bağlı olduğunu ve ışığın kırılması ve yansması sonucu oluştuğunu belirtmiş olmasıdır. Bu belirlemenin önemi de yine optik tarihinde gizlidir. Çünkü rengin gerçek doğasının anlaşılması ilk kez Newton'un ayrıntılı renk incelemeleri sonucu gerçekleşmiştir.

Newton öncesi dönemde ise renk konusunda egemen olan kuram, değişim kuramı adı verilen ve rengin ışığın zayıflamasıyla ya da aydınlık ve karanlığın karışımıyla oluştuğunu belirten Aristotelesçi kuramdır. Nitekim ünlü Astronom Kepler optik üzerine kalem almış olduğu *Ad Vitellionem Paralipomena* (Vitelo'nun *Paralipomena*'sına Ek) ve *Dioptric* (Kırılma Üzerine) adlı kitaplarında rengin oluşumunu Aristotelesçi bir yaklaşımla açıklamıştır.

Oysa Takiyüddin, bu iki bilim adamından önce rengin oluşumunda kırılmayı söz konusu etmiş, Newton'un prizması yerine cam bir küre kullanmıştır.

Kitabın ikinci bölümü yansıma aracılığıyla oluşan görme konusuna ayrılmıştır. Burada ışığın aynalarda uğradığı değişimler ve çeşitli aynalarda görüntünün nasıl oluştuğu deneysel olarak tartışılmıştır. Yansıma optiği, optik biliminin gelişimini en erken tamamlayan ve bu anlamda nispeten daha kolay olan bir dalıdır.

Bu nedenle yansıma kanunu da dahil olmak üzere bütün ilkeleri Antikçağ'da tespit edilmiştir. Bu anlamda Takiyüddin'in konuya katkısı, yansıma kanununu her tür aynada kanıtlamaya çalışmasıdır.

Üçüncü bölüm de kırılma konusu ele alınmış ve yoğunluğu farklı olan ortamlarda ışığın yol alırken uğradığı değişimler incelenmiştir. Ancak yaptığı bütün deneysel ve matematiksel irdelemeler sonucunda Takiyüddin, kırılma kanununu bulamamıştır. Fakat konuya değişik bir yaklaşımda bulunmuştur. Anlaşılan odur ki Takiyüddin sinüs kanunuyla uğraşmamıştır.

Çünkü çalışmalarını tamamen geometrik olarak ele almış ve trigonometriyi işin içine sokmayarak açılar arasında oranlar ya da eşitsizlikler kurmak yoluna gitmiştir. Oysa sinüs kanununa giden yol kirişler veya sinüslerden geçmektedir. Böyle bir girişimde bulunmadığı için, onun kırılma kanunu dediği şeyi, bir aritmetiksel eşitsizlik olarak niteleyebiliriz.

Fakat konuyu tamamen geometrik olarak ele alan, trigonometriyi işin içine sokmayan ve açılar arasında oranlar ya da eşitsizlikler kurmak yoluna dayanan değişik bir yaklaşım getirmeye çalışmıştır.

Takiyüddin’in İlham Veren Su Pompası

Daha çok astronomluğunu ön plana çıkarttığımız 16. asrın tanınmış bilgini Takiyüddin Raşit aslında optik, mekanik ve matematik alanlarında da çok değerli çalışmalar yapmıştı. Mekanik alanında Arapça kaleme aldığı “Otomatlar (Aletler) Üzerine Yüce Yöntemler” adlı eserinde çeşitli mekanik saatler, kaldırmaçlar, göllerden, ırmaklardan ve kuyulardan suları yukarı çıkarmak için pompalar, fiskiyeler tasarlamıştır.

Kitabında pompalardan bahsettiği bölümde su gücüne işaret ettiği gibi, buhar gücünün de pekâlâ kullanılabileceğini belirtip, buharlı makinin keşfinden yaklaşık 100 yıl önce bu alanda yazılar yazmıştı.

Tasarladığı su pompalarının çalışma prensibi teknoloji tarihi açısından oldukça enteresandır. Su pompasında kurduğu düzenek şöyledir:

Pompa yatay bir mille su değirmenine bağlı durumdaydı. Yatay mil üzerinde 6 eksantrik bulunuyor, nehir değirmeni döndürdüğünde mil'i harekete geçirip üzerindeki eksantrik çubuklarını aşağı itiyordu. Pistona bağlı bu çubukların sonunda ise yönlendirici ağırlıklar bulunuyor bu sayede bir kaldıraç gibi pistonu aşağı yukarı kaldırarak hareket ettiriyordu.

Pistonun bu hareketiyle bir vakum etkisi meydana getirerek nehirden su emiyor, emilen su tekyönlü bir vana dan (Klape vana) geçerek çekiliyor, eksantrik miller serbest kaldığında yerçekimi etkisiyle bağlı ağırlıklar pistonu aşağı indiriyor, böylece emilen su da serbest kalarak tek yönlü vanadan geçemediği için dağıtım borularına yöneliyordu.

Mekanizmada eksantriklerin açısız yerleşimi ve pistonla koordinasyonu çok iyi tasarlanmıştı.

Takiyüddin Raşit'in 6 silindirlik bu su pompası aynı zamanda kâğıt üretimi ve metal işlemede kullanılan aletlere ilham kaynağı olmuştur. Çünkü bu mekanizmada aşağı yukarı hareket eden pistonların hızlı düşüşü, bir tokmak vuruşu hareketine benziyordu. Dolayısı ile metali dövmek ya da kâğıt hammaddesi üretiminde ana maddenin dövülmesi işleminde benzer mekanizmaların yapısına ilham kaynağı oldu.

Toplum hayatının çokta mekanize olmadığı o dönemde bu keşifler belki insanlık yaşantısını kökten değiştirmede ama pek çok şehir için hayatı oldukça kolaylaştırdı.

Takiyüddin, ayrıca göllerden, ırmaklardan ve kuyulardan suları yukarı çıkarmak için çeşitli araçlar tasarlamış ve bunları bir eserinde ayrıntılarıyla tasvir etmiştir. Araştırmalar, Takiyüddin'in ağabeyi olan Necmeddin İbni Marûf'un da iyi bir bilim adamı olduğunu ve özellikle astronomi ile ilgilendiğini ortaya koymuştur.

İslam'da Zaman ve Zaman Ölçümü

İslam'da önemli bir kavram olan zaman, mutlak zaman olarak düşünülmüş ve genellikle de manevi olarak ele alınmıştır. Bu mutlak zaman, kürenin (felek) başlangıçtan sonuna kadar dolanımıdır. Zaman, bu mutlak zamanın kaba olarak uzun periyotlara, vakit ise, zamanın belirli kısa periyotlara bölünmesidir.

Zamanın ve vaktin belirlenmesi meselesi, diğer uygarlıklarda olduğu gibi İslam uygarlığının da önemli meselelerinden biridir ve İslam uygarlığında ibadet vakitlerinin belirlenmesi ayrı bir önem taşır. Bu belirlemelerde, Kurân'ın yanında, çoğunlukla astronomlar tarafından yapılan belirlemeler esas olarak kabul edilmiştir. Müslümanlar Ay takvimini benimsemişler ve ibadet vakitlerini de bu takvim esasına uygun olarak belirlemişlerdir.

Güneş, Ay ve yıldızlar aracılığı ile zamanın, özellikle de namaz vakitlerinin belirlenmesi ilmine İlm-i Mikât adı verilir. İslam astronomisinin amaçlarından birisi, ibadet vakitlerinin tam olarak belirlenmesi ve namazın tam vaktinde ve Kible yönünde kılınabilmesine olanak sağlamaktır.

6. yüzyıldan itibaren bu konuda uyulması gereken bilimsel esaslar ortaya konulmuş ve bazı küçük değişikliklerle günümüze kadar geçerliliğini korumuştur. 9. yüzyılda, her boylam derecesi veya yılın her bir günü için bu amaçla çeşitli tablolar hazırlanmıştır.

İbadet vakitlerinin belirlenmesi amacı ile Emeviler döneminde (661-750) Muvakkithaneler açılmış ve bu işi yapan kişiye muvakkit adı verilmiştir. Bu yapılarda bu iş için çeşitli astronomik araçlar da yer alıyordu.

Muvakkithanelerde kullanılan başlıca araçlar, kadran, usturlap, sekstant, kum saati, güneş saati ve mekanik saatlerdir. Muvakkithaneler, hem astronomi eğitimi veren hem de basit bir gözlemevi vazifesini gören kurumlardı.

Muvakkitlerin atamaları müneccimbaşı tarafından yapılırdı. Bu kurumlar Cumhuriyet'in ilanı ile baş muvakkitlik adı altında yeni bir kuruma devredildi ve 1952 yılında da kapatıldı. Yine bu ve diğer amaçlar için çeşitli gözlemevleri de kurulmuştur. Gözlemevleri, ilkin İslam Dünyası'nda ortaya çıkmış önemli bir araştırma kurumudur. Bu gözlemevlerinde, muntazam ve devamlı gözlemler yapılmıştır.

Gözlemevindeki faaliyet, astronomi biliminin ve ona yardımcı bilim dallarının meseleleri üzerindeki araştırma ve çalışma, zaman ve ibadet vakitlerinin belirlenmesi amacını taşıyordu. Amaç, dakik gözlemlere dayanan yeni astronomik tabloların oluşturulması idi.

O dönemlerde, gözlemevlerinde yapılan gözlem sonuçlarının tablolar halinde gösterildiği kataloglara zîc adı verilmekteydi. Zîciler, bu tabloların yanı sıra dönemlerindeki

Uzayı Çözen Bilim Adamı

trigonometriye, küresel astronomiye, takvim çeşitlerine ve yapımına, izdüşümü yöntemlerine, gözlem aletlerinin yapılışı ve kullanımı, astrolojiye ve ibadet vakitlerinin belirlenmesine ilişkin bilgileri de kapsamaktaydı.



Zamanı Ölçmek

Âlât-ı Rasadiye’de Batlamyus’un, ‘*Zamanı dakik olarak ölçmeye başarsam gözlemde tamamıyla bir tasarruf yapabilirdim.*’ dediği nakledilir. Takiyüddin, Sidret El-Müntehâ’nın aletler bahsinde de Batlamyus’un dakika bir tarafa dakiklikte dereceye bile ulaşmak için bir yöntem bulamadığından ve bundan dolayı dakiklikten sarfı nazar ettiğini yazar. Oysa Takiyüddin, astronomik saati yapmakla Batlamyus’un başaramadığını başarmıştır.

Takiyüddin aynı zamanda yetenekli bir teknisyendir. Güneş saatleri ve mekanik saatler yapmıştır. Cep, duvar, masa saatlerinin yanında astronomik saatlerle gözlem saatlerini anlattığı Mekanik Saat Yapımı adlı kitabı, Batı Dünyası da dahil olmak üzere, bu yüzyılda bu konuda kaleme alınmış en kapsamlı kitaptır.

Takiyüddin’in yapmış olduğu bu alet, zamanı belirlemek için kullanılan bir tür mekanik saattir; kendi icadıdır. Sidret El-Müntehâ’dan anlaşıldığı üzere, ayrı üç saat makinesi takımını kapsamaktadır.

Her takım geniş bir kurs üzerinde iki akreple bir yelkovanı döndürür. Her üç takımını birden hareket ettiren kuvvet ise, kısa bir ipe bağlanmış olan büyük bir ağırlık tarafından sağlanmaktadır.

Akrebin biri saat adedini, diğeri derecelere taksim edilmiş bir daire üzerinde, Güneş'in saat açısını, yelkovan ise dakikaları işaret etmekteydi. Yelkovanın bulunduğu daire 360'a bölündüğünden her taksimat arası 10 saniyeyi göstermekteydi. Böylece bunun yarısını alarak 5 saniyeye kadar zamanı tayin etmek mümkün olabilmekteydi.



Astronomik Saatler

Bu saatler gökyüzü hareketlerini aksettiren saatlerdir. İlk örnek 1348-1362 yılları arasında yapılan İtalyan Giovanni Jacobo De' Dondi'nin mekanik saatidir. Bu saat beş gezegenin, Güneş ve Ay'ın hareketlerini de gösterebilmekteydi.

Yine 1561'de Eberhard Baldewin'in inşa ettiği saat de bu tip saatlere bir örnektir. Bu saat, Güneş, Ay, gezegen ve yıldızların durumunu gösterebilmektedir. Takiyüddin El-Kevâkib El-Düriyye'de bu tip saatlerin yapılış biçimlerini vermiş ve yedi tarzdan söz etmiştir. Altıncısı da kendi icadıdır.

Bunlarla ayın, haftanın günleri, Ay'ın safhaları, Güneş'in ekliptikteki yeri, Ay ve Güneş'in birbirlerine göre konumları, bazı sabit yıldızların azimutları, sağ açıklıkları ve yükseklikleri, namaz vakitleri, şafak, fecir ve gece yarısı namaz vakitleri bilinebilmektedir.

Yine bu kitabında, başka bir astronomik saatin yapılışını şöyle anlatır: *“Sonra 971 H. (1561) yılında, namaz zamanlarını bildirecek bir saat yapımı meselesi ile karsılaştım. Konu üzerinde düşündüm. Onun için bir kadran yaptım ve cetveldeki gerekli olan zamanları oraya koydum. Bunlar temcid, fecir, şafak, Cuma namazı, orucun ortası, sabah, ikindi, akşam, yatsı ve gece yarısı namazları vakitleridir. Bir yeni kadran vasıtasıyla Güneş’in derecesini ve Rumî aylarının ilk günlerini öğrenmek mümkündür.”*

Takiyüddin, El-Kevâkib El-Düriyye adlı kitabında duvar ve masa saatlerinin yapımından da söz eder; masa saatlerinin 16. yüzyılda Avrupa’da kullanılan bütün tarzlarını bilmekte, çift bölmeli, tek bölmeli, çarklarının hareketi ufki olandan söz etmektedir. Özellikle çalar kısımları hakkında verdiği bilgiler çok ayrıntılıdır.

İlk yapıldıkları sıralarda mekanik saatler ceplerde taşınmıyordu. Bu küçük saatlerin cepte taşınması, ceplerin saat taşımaya elverişli hale gelmesiyle 1675 yılından sonraya rastlamaktadır. Takiyüddin El-Kevâkib El-Düriyye adlı kitabında “cep saati” deyimini kullanmış (1556), yapılışını ayrıntılarıyla açıklamış ve bundan herkesin bildiği bir şeymiş gibi söz etmiştir;

“Paletler iç kısma doğru inceler, öyle ki onlardan her birinin yüzeyi silindirin yüzeyinin yarıçapına eşit olur. Bazıları onları bir daire parçası şeklinde yaparlar. Bazıları, özellikleri cep saatlerindeki (el-sâ’ât elceybiyye) tarzda olduğu gibi bırakırlar.”

Yine aynı kitabında Takiyüddin, her derecede dolanımını tamamlayan bir çark yapılabileceğini ve bununla dakika ve diğer hususların gösterilebileceğini yazar. 1575-1576 yılları arasında yazmış olduğu eserlerde ise Takiyüddin, İstanbul Gözlemevi’nde kullanılmak üzere saniye, dakika ve saatleri gösteren bir saat inşa etmiş olduğunu bildirir.

Saatlerin Yapımı

Takiyüddin'in '*El-Kevâkib El-Dühiyye Fi Ben-Gâmâtel-Devriyyem*' isimli yapıtı, İslam dünyasında mekanik saatlere ve saat yapımına ilişkin bilinen ilk kuramsal eserdir. Kanunî Süleyman devrinde İmparator Ferdinand'ın sefiri olarak Osmanlı İmparatorluğu'na gönderilen Baron Busbecq'in, seyahatnamesinde Türklerin mekanik saatlere ilgi duymadığını belirtmesinden üç yıl sonra kaleme alınmıştır.

Takiyüddin'in cep, duvar, masa saatlerinin yanında astronomik saatlerle gözlem saatlerini de anlattığı bu kitabı, Batı dünyası da dahil olmak üzere, bu yüzyılda bu konuda kaleme alınmış en kapsamlı eserdir.

Kitabın girişinde saatlerin tanımını ve kapsamını veren Takiyüddin, bunları üçe ayırır kum saatleri, su saatleri ve mekanik saatler. Kitabın birinci makalesi, ağırlık sistemine göre çalışan saatlere ilişkin; ikinci makale ise, zemberekli

saatlerin yapımı üzerinedir. Makalenin başında, bir zembereğin yapılışı tarif edilir; sonuç bölümünde ise saat yapımının püf noktaları verilir. Takiyüddin yine bu kitabında, 1561 senesinde, namaz vakitlerini bildiren bir saat yaptığından söz etmektedir.

Takiyüddin, Otomatlar Üzerine Yüce Yöntemler, adlı eserinde de makalenin başında sözünü etmiş olduğumuz gibi, çeşitli mekanik saatler, kaldıraçlar, göllerden, ırmaklardan ve kuyulardan suları yukarı çıkarmak için çeşitli araçlar ve fikiyeler tasarlamış ve bunları ayrıntılarıyla tasvir etmiştir. Burada tasvirleri verilen mekanik aletler, hava, boşluk ve denge prensipleri üzerine yapılan çalışmalara dayanmaktadır.

Takiyüddin, kitabın giriş kısmında mekanik bir göksel saatin yapımını anlatır. Bu mekanik saatle, Ay ve Güneş'in boylamları, hangi ayda ve hangi günde bulunulduğu, Güneş'in hangi burçta olduğu belirlenebilmektedir. Kitabın birinci bölümü, saatler üzerinedir ve bu kısımda kum saatleri ve mekanik saatler hakkında bilgi verilir. Bu bölümün ikinci faslı ay saatinin, üçüncü faslı ışıklı saatin, dördüncü faslı kum saatinin yapımı hakkındadır.

Kum Saatleri

Ortadoğu kökenli olan kum saatlerinin, ilkçağlardan beri kullanıldığı sanılmaktadır; Ortaçağ'da -1300lerde- ise yaygın olarak kullanılmışlardır. Bu saatlerde, bir cam bölmedeki kum, dar bir delikten belirli bir zaman diliminde yavaş yavaş alt bölmeye akar ve altta toplanan kumdan zaman belirlenebilir.

Bu saatlerin atası su saatleridir. Kum saatindeki prensip su saatindekiyle aynıdır; yalnızca burada suyun yerini kum alır. Kullanımı su saatlerine göre daha kolay olmasına karşın kum saatlerinde saat ölçümü yapmak zordur, zira bu saatler 5, 10, 15, 60 dakika gibi ancak belirli zaman aralıklarını sayacak biçimde geliştirilmişlerdir.

Osmanlılarda bu saatlerin ne zaman kullanılmaya başlandığını bilmiyoruz ancak denizciliğin yükseliş dönemi olan 16. yüzyıldan itibaren yaygın olarak benimsendikleri bilinmektedir. Osmanlılarda kum saatlerinin hem astronomide hem de namaz vakitlerinin tayininde kullanıldığı da biliniyor.

Usturlap

Usturlap, Güneş ve yıldızların ufuk yüksekliklerini ölçüp buradan zaman hesabı yapmayı sağlayan bir gözlem aracıdır. 3 ana kısımdan oluşur:

Birinci kısım, genellikle pirinçten yapılan dairesel bir levhadır. Bunun üzerinde göksel kürenin görünen yarısını temsil eden bir veya iki yay ailesi yer alır. Bunlar yükseklik ve azimutu gösterirler. Bu iki yay ailesi de yerel ufka göre yerleştirilir.

İkinci kısım, diğerleriyle aynı çapa sahip ek bir levha üzerinde yer alan ve «rete» adı verilen kısımdır. Bu kısım ekliptiğin derecelerini ve önemli sabit yıldızların bir kısmının haritasını içerir. Dönüşü, yıldızların gökyüzündeki hareketini temsil eder.

Üçüncü kısım ise birinci levhanın dış kısmı üzerine yerleştirilmiştir ve «alidade» (veya El-hidada) olarak adlandırılır. Birinci levhanın dış kısmına çizilmiş olan tak-

simatlı kısımdır ve bununla Güneş'in ve gök cisimlerinin yükseklikleri ölçülür.

Usturlap, astronomide gök cisimlerinin yükseklikleri ve zaman hesaplarında oldukça yaygın olarak kullanılmış bir araçtır. Ancak 18. yüzyıldan sonra Avrupa'da kullanılmamış ve Osmanlılarda ise, aynı yıllarda, yapımı usturlaba göre daha kolay olan rub'u tahtası tercih edilmiştir.

Gök cisimlerinin enlem ve boylamlarının bulunmasında kullanılan bu alet yüzyıllarca gözlemevlerinin en belli başlı aleti olmuştur; ilk tasviri, "Usturlap" adı ile Batlamyus'un (MS 150 yılları) Almagest adlı kitabında verilir. Batlamyus'un bu aleti altı halkadan oluşur.

1. Ekliptik halkası
2. Kutuplar halkası
3. Büyük boylam halkası
4. Küçük boylam halkası
5. Enlem halkası
6. Meridyen halkası

Ekliptik halkası; Güneş'in üzerinde dolandığı daire, yani Güneş'in yörüngesidir. Kutuplar halkası ekliptiğe diktir ve ekliptiğin kutupları istikametinde, içbükey ve dışbükey kısımlarından çıkıntı yapacak şekilde eksenle tespit edilir.

Bu eksenin dış kısmında büyük boylam halkası, iç kısmına da küçük boylam halkası takılır. Böylece bu iki halka, ekliptiğin kutupları üzerinde ve boylam istikametinde hareket ederler. Küçük boylam halkası içerisine, hareketli bir enlem halkası takılır.

Bu halkanın çapı istikametinde karşılıklı iki hedefesi ve bu hedefelere tespit edilmiş, taksimat üzerinde hareket eden iki müşiri vardır. Kutuplar halkasının ekvatorun kutuplarını

temsil eden (P, P₁ noktaları) kısımlarına sadece dışbükey kısımlarında çıkıntı yapan iki eksen yerleştirilir ve bu eksenlere de meridyen halkası geçirilir.

Alet ile gözleme gelince; Güneş ve Ay (ya da herhangi bir gök cismi) ufuk üzerindeyken, büyük boylam halkası Güneş'in o andaki ekliptik derecesine getirilir. Ekliptikle ile büyük boylam halkasının kesişme noktası Güneş'e doğru çevrilir.

Böylece ekliptik o andaki konumunu almış olur. Sonra, küçük boylam halkası, gözlemi yapılacak gök cismine çevrilir ve enlem halkasındaki hedefelerden gök cismi görülmünceye kadar hareket ettirilir. Küçük boylam halkasının ekliptiği kestiği nokta gök cisminin boylamını, enlem halkasındaki müşirin gösterdiği taksimat da enlemi verir.

Takiyüddin'in kullandığı zât El-halâk, çapı $9 \frac{1}{6}$ zira' olan 6 halkadan yapılmıştır.

1. Meridyen halkası.
2. Büyük boylam halkası.
3. Ekliptik halkası.
4. Hâmile (Kutuplar) halkası.
5. Küçük boylam halkası.
6. Enlem halkası.

Ekliptik, kutuplar halkası, enlem ve boylam halkalarının yerleştirilişi Batlamyus'unkiyle aynıdır. Halkaların çapları 4 metreden fazladır ve ufuk adı verilen bir kaide üzerine yerleştirilmişlerdir. Halkalı araç ve ufuk altı sütun üzerine konulmuştur ve bu sütunların uçları da başka bir kaide üzerindedir. Buna benzer bir kaide, XVI. yüzyıl Avrupa'sında kullanılmaktaydı.

Takiyüddin bu aletten şöyle bahsetmektedir:

“O, rasat aletlerinin şekil ve delâlet ettiği mâna bakı-

mından en büyüğüdür. Yeni Murat Han rasathanesindeki bu aletin çapı 9 1/6 zira' idi. Her iki boylam halkasını (büyük ve küçük boylam halkaları) ekliptiğin içine yerleştirmek bizim ihtiyar ettiğimiz şıktan daha doğru olamaz. Çünkü böyle bir tertip, büyük boylam halkasının ekliptikle küçük boylam halkası arasında bölünmesinden ötürü, küçük boylam halkasının dakik ölçüsüne mani olur.”

Aynı türde tertibe Nasirüddîn El-Tûsî (1201-1274) de işaret etmiştir. Ona göre enlem halkasını ekliptik içerisine yerleştirmek daha doğrudur. Çünkü ekvatorun kutbu, büyük boylam halkasının tam dolanımına engel olmaz ve böylece büyük boylam halkası daha rahat döner.

Rub’u Tahtası

Astronomik amaçlarla yapılan gözlemlerde kullanılan duvar kadrânının (İlbnîe) taşınabilir şekli olan rub’u tahtası, özellikle muvakkitlerin kullandığı bir zaman ölçme aracıdır. Tahtadan imal edilen bu alet, yıldızların yükseklik ve zenit yüksekliklerini ölçmeye yarayan bir çeyrek dairedir.

Aletle ilgili ilk bilgiler, Harezmi’nin (MS 780-850 civarı) Mefatih El-Ulûm adlı eserinde yer alır. Rub’u tahtası üzerindeki “zamaniyye yayları” ile gündüz zamanlarını bulmak mümkündür. Yine bu alet yardımıyla trigonometrik fonksiyonlar da belirlenebilmektedir.

Kıblenümalar

Kıblenüma, genellikle yolculuklar sırasında kible yönünün bulunması ve namaz vakitlerinin belirlenmesine yarayan bileşik bir alettir. Tahtadan ve genellikle pirinçten ve gümüşten imal edilmiştir; yuvarlak bir kutu içinde pusula ve Güneş saatinin bir arada bulunmasından oluşur.

Mekanik cep saatleri çıkmadan önce yaygın olarak kullanılmış ve bir cep saati gibi ihtiyaçlara cevap vermiştir. Üzerindeki pusula ile yön tayin edilebilmekte, meridyen doğrultusu belirlenebilmekte ve meridyen doğrultusuna yerleştirilen bir gnomon ile gündüz saatleri tespit edilebilmekteydi.

Osmanlılarda çok uzun süreden beri tanınan bu alet, İslam ülkelerinde muhtemelen 11. yüzyıldan itibaren zaman ve yön belirlemede kullanılmıştır. Avrupa’da mekanik saatler ortaya çıkmadan önce, cepte taşınan güneş saatleri mevcuttu. Ancak bu saatlere pusula ilavesi 1500’lü yıllarda yapılmıştır.

Cepte taşınabilecek kadar küçük kıblenümaların yanı sıra, muvakkithanelerde ve gemilerde kullanılmak üzere daha büyük boyutlarda kıblenümalar da yapılmıştır. Bu alet, Osmanlılarda 19. yüzyıl sonlarında mekanik aletlerin ortaya çıkışına kadar kullanılmıştır.

Gözlemevinde Kullanılan Araçlar

Bu gözlemevinde 16. yüzyılın en mükemmel gözlem araçları inşa edilmiştir. Yapılan araştırmalar bu gözlemevinde inşa edilen gözlem araçları ile ünlü Astronom Tycho Brahe'nin (1546-1601) Danimarka kralı Frederic II'nin himayesinde Hven'de 1576 yılında kurulan gözlemevindeki gözlem araçları arasında tam bir benzerlik olduğunu göstermiştir. Takiyüddin bu gözlemevinde önemli gözlem aletleri yapmış ve kullanmıştır.

Gözlemevinde kullanılan bu aletlere ilişkin üç önemli kaynak vardır:

1. 'Âlât-ı Rasadiye adlı eser.
2. Takiyüddin'in Sidret El-Müntehâ adlı eseri.
3. Alâüddin Mansur'un İstanbul Gözlemevi hakkındaki şiirleri (Şehinşâhnâme).

Bueserlerden anlaşıldığına göre, İstanbul Gözlemevi'nde şu araçlar kullanılmıştır:

1. Zât El-Halâk.
2. Duvar Kadranı.
3. Zât El-Semt ve'l-İrtifâ.
4. Zât El-Su'beteyn.
5. Rubb-ı Mıstara .
6. Zât El-Sakbeteyn.
7. Zât El-Evtâr.
8. Müsebbehe bi'l-Menâtık.
9. Sindî Cetveli.
10. Saat.

1. Zât El-Halâk (Halkalı Araç, Armillary Sphere)

Gök cisimlerinin enlem ve boylamlarının bulunmasında kullanılan bu alet yüzyıllarca gözlemevlerinin en temel aleti olmuştur; ilk tasviri, “usturlap” adı ile Batlamyus’un (MS 150 yılları) Almagest adlı kitabında verilir.

Takiyüddin’in kullandığı zât El-halâk, çapları 4 metreden fazla olan 6 halkadan yapılmış ve ufuk adı verilen bir kaide üzerine yerleştirilmiştir. Halkalı araç ve ufuk altı sütun üzerine konulmuş ve bu sütunların uçları da başka bir kaide üzerine üzerinde durmaktadır. Buna benzer bir kaide, 16. yüzyılda Avrupa’da kullanılmaktaydı.

2. Duvar Kadranı (Lîbnie, Mural Quadrant)

Meridyen üzerine inşa edilmiş bir duvarın yüzeyine tespit edilmiş bir kadrandır ve yıldızların meridyen geçişlerini gözlemekte kullanılır. Adından da anlaşılacağı üzere

çeyrek daire yayından ibarettir. Muhtemelen ilk hedefeli kadran, Aristoteles'in (MÖ 384-322/1) öğrencisi Dicaearchos (MÖ yaklaşık 355-285) tarafından yapılmıştır. Ayrıca Eratosthenes'in (MÖ 275-194) bir kadran yardımıyla bir dağın yüksekliğini ölçtüğü söylenir.

Mevcut kaynaklara göre İslam Dünyası'nda kadran hakkında ilk eser Harezmi (IX. yüzyıl) tarafından kaleme alınmıştır. Harezmi'den sonra çok çeşitli adlar altında kadranslar yapılmış ve kitaplar yazılmıştır.

Batı'da ise bu konuda kitap yazan ilk kişi Pisalı Leonardo'dur. Ancak bu kadran taksimatlı gölge karesi olan basit bir kadrandır ve bu tip kadranslar çok küçük oldukları ve dakik sonuçlar için elverişli olmadıklarından İslam Dünyası'nda Âlât El-Rasadiyye denilen gruba dahil edilmemiştir.

Astronomi sahasında ayrıntılı olarak kadransı ele alan Batlamyus'tur. Batlamyus Almagest adlı eserinde, yekpare tahta veya taştan kare biçiminde yapılmış bir duvar kadransını tasvir eder. Batlamyus'un tasvir ettiği türde kadranslar İslam Dünyası'nda ilk zamanlardan beri kullanılmıştır. Bunlar arasında Battâni (858-929) ve Birûni (XI. yüzyıl) sayılabilir. Yine Sâgânî'nin de (ölümü 990) 21 ayak çapında çok büyük bir kadran kullandığı bilinmektedir.

İstanbul Gözlemevi'nde bu araç 6 metre çapında olarak inşa edilmiştir. 16. yüzyıla kadar Avrupa'da bu tip bir duvar kadransına rastlanmamaktadır. Kullanılan kadranslar Batlamyus'un kine benzeyenler veya taşınabilenlerdir.

Böyle bir araç Batı'da ilk defa Tycho Brahe tarafından kullanılmıştır. Takiyüddin tarafından kullanılan duvar kadransı 6 metre çapında pirinç iki kadransdan oluşmuş ve meridyen düzlemi üzerindeki bir duvarın yüzeyine yerleştirilmiştir. Kaynaklara göre Takiyüddin bu aracı, Süds-i Fahri ve İki Halka yerine yapmıştır.

Takiyüddin bu aleti şöyle tasvir eder:

“Kadran: Bu kare biçiminde düz bir cisimdir. Yüzeylerinden biri, insanın muktedir olabileceği şekilde dik konur ki (cismin) yüzeyi meridyen düzlemine intibak etsin. Üzerine güneysel ve kuzeysel iki çeyrek daire yayı çizilir. Onun için yüzeyleri birbirine paralel mihveri olan bir cetvel yapılır.

Rasat anında cetvelin iki hedefi ile en büyük eğimi, yıldızların deklinasyonları, memleketin enlemine bulmak mümkün olsun diye mihver çeyrek dairelerden birinin merkezine takılır. Yeni rasathanede dikilmiş olan İbniyenin üzerine çizilmiş kadranın yarıçapı 13 Hakemî zira‘43 idi.”Fatin Gökmen, taksimat dairesinin merkezi karenin merkezi olarak alınmış olduğuna göre, aletin esasını oluşturan levhanın yaklaşık 19 1/2 m2 olması gerektiğini söyler.

3. Zât El-Semt ve'l-İrtifâ (Azimut Yarım Halkası, Azimuthal Semicircle)

Gök cisimlerinin yükseklik ve azimutlarını bulmaya yarayan ve teodolitın öncüsü olan bu araç İslam Dünyası'nda İbni-i Sinâ'dan (980-1037) beri kullanılıyordu. Nasirüddin El-Tûsî (1201-1274) ile en mükemmel düzeye ulaşan bu araç Batı dünyasında ilk defa Tycho Brahe tarafından kullanılmıştır. Takiyüddin'in aleti, ufuk halkası üzerine yerleştirilmiş bir yarım halkadan ibarettir.

Yarım halka merkezine bir idade tespit edilmiştir. Bu, 180 dereceye taksim edilmiş çevre üzerinde hareket ederek yıldızların yüksekliklerini tayin eder.

Takiyüddin bu aleti şöyle tarif eder;

“Daha önceki halkalar gibi bakırdan, düz, yüzeyleri paralel bir yarım halka alırız. Çapı silindirin yüzeylerinden düz yüzeyinki kadar olur. Merkezine iki hedefeli cetvelin

geçmesine yarayacak delik için bir ilave yaparız. Bu (cetvel) (yarım halkanın) yüz seksen dereceye bölünmüş yüzü üzerinde gezer. Taksimat çapının iki tarafından başlayıp her biri orta kısımda doksanda son bulur. Aletin kullanılan yüzü her durumda daima yükseklik dairelerinden birine intibak eder.

Açıktır ki 360 dereceye bölünmüş ve taksimatın başı meridyen doğrusunun uçlarında olan, ekinokslardan başlayan, ufka paralel diğer bir halka üzerine konursa, o zaman, dört yönden 90 dereceye kadar, aleti kendi gölgelendirinceye kadar döndürmekle azimutun bulunması mümkündür. Cetvel, iki delikten ışınlar girinceye veya yıldız her ikisinden görününceye kadar döndürülmekle, bu azimutun yüksekliği elde edilir. Bu alet İslam astronomlarının icadıdır.”

4. Zât El-Su’beteyn (Cetvelli Araç, Turquetum) Zât El-su’beteynin

İlk tasvirine Batlamyus’ta rastlanmaktadır. Takiyüddin’in aleti Batlamyus’unkinin aynıdır. Meridyen düzlemine tespit edilmiş olup, her yönde yükseklik ölçebilecek tarzdadır.

Batlamyus bu alete “Ufkun Kutuplarından Geçen, Büyük Daire Üzerinde Gözlem Yapan ve Paralaks Bulmaya Yarayan Araç” adını verir.

Batlamyus aleti şöyle tarif eder: “*Olabildiği kadar küçük taksimatlandırılabilmesi için 2 zirâ’dan küçük olmayan iki cetvel alınır ve uçlarından birleştirilir. Biri ufka dik olarak bir kaideye yerleştirilir, diğerine de iki hedefe tespit edilir. Tam ortalarına, göze yakın olanı küçük, uzak olanı büyük olmak üzere iki delik delinir. İnce ve düz olan üçüncü bir cetvel alınır ve ikisi arasındaki açığı ölçmek için dik cetvelin yanına yerleştirilir.”*

Takiyüddin’in bu aleti Batlamyus’unkinin aynıdır.

Yalnız meridyen düzlemine tespit edilmiş olup, her yönde yükseklik ölçebilecek tarzdadır. Üç cetveldən oluşur. Biri ufka dikey olup diğeri ise bunun tepesine bir eksenle bitiş-tirilmiştiir. Üçüncüsü kirişlere bölünmüştür ve birincinin alt kısmına bir eksenle bağlanmıştiir.

Bu aletle gözlem şöyle yapılır: H cetveli, hedefelerden yıldız görününceye kadar çekilir. Böylece taksimatlı cetvel, H cetveliyle birlikte belli bir noktaya kadar açılır. Taksimatlı cetvel üzerindeki kısım açının kirişini gösterir.

5. Rub-ı Mıstara (Rub-ı Defe, Tahta Kadran, Cetvelli Kadran, Quadrant made of Rulers)

Yıldızların yükseklik ve zenit yüksekliklerini ölçmeye yarayan tahta cetveldən yapılmış çeyrek dairedir. Mevcut verilere göre bu alet ilk defa Tycho Brahe ve Takiiyüddin tarafından kullanılmıştiir. Takım, tahta cetvellerden (mıstara) yapılmış olduğundan rub-ı mıstara (cetvelli kadran), ya da tahtadan yapıldığından rub-ı deffe (tahta kadran) adı verilmiştir. Takiiyüddin'in kullandığı rub-ı mıstara, 450 cm. yarıçapında bir kadrandır.

Yarıçapı yaklaşık 4,5 metre olan tahtadan çeyrek daire yapılır. Bunun iki ucuna yarıçapı yerine geçen iki cetvel tespit edilir. Üçüncü cetvel ise yayın ortası ile merkezini birleştirir. Bu cetvelin ortasına, bir kaide üzerinde yer alan bir mihver yapılır.

Kadranın merkezine bir şakul asılır. Yan cetvellerden birine de iki hedefe tespit edilir. "Bir de merdiven yapılır. Kâtip aşağıda şakuli gözler, rasıtlar da merdivene çıkıp rasat ederler."Yıldız görünene kadar kadran hareket ettirilir. Yıldız görüldüğü anda şakulin ipinin cetvel üzerinde gösterdiği taksimat yıldızın yüksekliğidir.

6. Zât El-Sakbeteyn (İki Delikli Araç, Dioptra)

Bu alet, Güneş'in ve Ay'ın çaplarını, Güneş ve Ay tutulmalarının miktarlarını hesap etmekte kullanılır. Takiyüddin Zât El-Sakbeteyni dakika bölümlerini gösterebilecek kadar büyük çapta inşa etmiştir. Meçhul bir yazar tarafından kaleme alınan ve İstanbul Gözlemevi'nin aletlerinin tasvirini veren 'Âlât-ı Rasadiye li Zîc-i Şehinşahiye adlı eserde bu alete ilişkin olarak şu satırlar yer almaktadır:

“Altıncı âlet dioptradır. Almagest'in beşinci kitabında bu da mevzuu bahis edilmiştir. Bununla yıldızların uzaklıkları büyüklükleri ve kadirleri bulunur. Şekli şöyledir: Tri-kuedrumun ikinci cetveli gibi, uzunluğu hakîmî zirâ'ı ile on iki zirâ' olan bir cetvel yapılıp, dakika ve dereceye taksim edilir. İki ucuna biri sâbit diğeri hareketli hedefe tespit edip rasatla meşgul olurlar. Yanında bulunan bir kâtip de tahkik olunan değerleri yazar”

Gözlemci 1. delikten bakar ve gök cisminin kursunu 2. delikte de görmeye çalışır. Delik cetvel üzerinde hareketlidir ve gök cismini tam olarak bu delikten gözlenecek şekilde hareket ettirilir; taksimatlı cetvel üzerindeki değer gök cisminin görünen çapını verir.

7. Zât El-Evtar (Kirişli Araç, Dhât al-Awtar)

İlim noktalarının (ekinoks) saptanmasına yarar. Takiyüddin aletin tasvirini verirken bunun kendi icadı olduğunu, eskilerin ilim noktalarının belirlenmesinde kullandıklarını itidal halkasının yerine geçtiği bildirir.

Takiyüddin'in tasvirine göre araç dört düz cetveldен ibarettir. Bu dört cetvel dikdörtgen biçiminde birbirleriyle birleştirilmiştir. Uzun olan cetvellerin (AB ve CD cetvelleri) boyu 60 bölüm, AC ve BD cetvellerinin boyu ise o

memleketin enleminin sinüsü kadardır. AB ve CD Doğu-Batı doğrultusuna paralel olarak yerleştirilir.

Enlem kaidesi üzerine, enlemin sinüsünden fazla olan, dikey iki cetvel dikilir (AY ve BU cetvelleri). “Sonra enlem kaidesi üzerine ve Doğu-Batı noktalarına, ekvatorun çapına karşıt olan yüzü tarafına, iki tane amut dikeriz. Uzunluğundan o memleketin enlemine eşit olan bir uzunluğu ayırırız. Sonra üst kısmına, sağlam, orta kalınlıkta bir iğnenin geçebileceği kadar delinmiş bir parça yaparız.

Aynı şekilde ekvatorun çapının iki ucundaki her bir açı için de aynısını yaparız. Sonra, Doğu ve Batı sütununun deliklerinden ip geçirir ve gereriz. Bu üçgenin yüzeyi ekvator düzlemine paralel olur. Bununla zevalden önce vaki olan ekinoks gününün değişikliği bilinmiş olur. Batı cihetinde vaki olan değişiklik bulunmak istenirse ip Batı sütunundaki delikten Doğu tarafına nakledilir.”

Takiyüddin gözlemin nasıl yapılacağına ilişkin bir ayrıntı vermemektedir. Muhtemelen gözlem ipler vasıtasıyla yapılmaktaydı. Tam ekvator düzlemine gerilmiş olan bu iplerin birbirlerini gölgelendirmesi ile ekinokslar (ılımlar) belirlenebilir.

8. Müsebbehe bi'l-Menâtık (Mushabbaha bi'l-Manâtık)

Yapılış itibariyle sekstanta (açısal yükseklik ölçen bir alet) benzer. Herhangi bir düzlemde iki veya üç yıldız arasındaki açıyı ölçmeye yarayan bu araç 16. yüzyıl pratik astronomisinin en önemli icatlarından. Üç taksimatlı daireden ibarettir. Üç yıldızdan oluşan bir küresel üçgenin kenarlarını ölçmekte kullanılır. Takiyüddin bu aletin kendi icadı olduğunu söyler.

Alet üç cetvelden oluşur. Cetvellerden ikisi, birbirinin üzerine kapatıldıkları zaman iki iç yüz bir birinin üzerine

intibak edecek şekilde birleştirilir. İki cetveli birleştiren mihverin başında içi boş yuvarlak bir parça vardır.

Bu boş kısma üçüncü cetvel sokulur ve bir mihverle tespit edilir. Böylece B cetveli aşağı ve yukarı hareket eder ancak D cetveli hem aşağı ve yukarı hem de sağa ve sola hareket edebilir.

A cetvelinin ucuna iki yıldızın arasındaki mesafeyi ölçmek üzere taksimatlı bir yay tespit edilmiştir. D cetvelinin ucuna da üçüncü yıldızın, bu iki yıldızla aynı hat üzerinde olmadığı durumlarda bu yıldızın mesafesini ölçmek için, dışbükey kısmı ilk yayın içbükey kısmına değecek biçimde ikinci bir taksimatlı yay takılmıştır.

Her biri A, B ve D cetvellerinin uçlarında ve biri de bu üç cetvelin birleştiği mihverde olmak üzere dört hedefe yapılır. Mihverdeki hedefe yıldızların her üç cetveldenden de gözlenebilmesi için hareketlidir.

Alet sağa ve sola hareket edecek biçimde bakırdan bir kaideye veya mafsallı bir sütuna oturtulur. Alet bu sütun üzerinde ufuk düzlemi üzerinde istenilen yöne döndürülebilir ve pergel biçiminde B cetveli aşağı ve yukarı açılabilir.

9. Sindî Cetveli : Sindî (senidî veyahut suneydî)

Cetveli, aletlerin dakikliğini arttırmak için kullanılan bir cetveldir. Muhtemelen bu araç gözlemevinin ana aletleri arasında yer almadığı için Sidret El-Müntehâ'nın aletler bahsinde söz konusu edilmemiştir. Alâüddin Mansur'un İstanbul Gözlemevi hakkındaki şiirlerinden öğrendiğimize göre Sindî (Senidî veyahut Suneydî) Cetveli, aletlerin dakikliğini arttırmak için kullanılan bir cetveldir.

‘Âlât-ı Rasadiye li Zîc-i Şehinşahiye adlı risâlede ise bu alet şu şekilde tasvir edilir: “*Sonuç, söz konusu aletlerin*

terkibi için yapılan sindî pergelinin tasviridir. Halkaları dakik olarak yapmak ve daire içine çizmek için buna ihtiyaç olur. Bu, ağaçtan, uzun bir cetvel ile taşçı kazması şeklindeki iki demir parçadan ibarettir. Pergel için (daire çizmek için) bunlar, o cetvelin ucuna geçirilir. Merkez demiri baş tarafına tespit edilir. Pergel için olanı bir mihverle uzatılıp kısaltılarak faaliyette bulunur. Fakat bu cetvelin pergeli (iki demiri) olmayacak olursa ona sindî denmez.”

10. Saat: Âlât-ı Rasadiye’de ve Sidret El-Müntehâ’da

Saatten bir astronomik alet olarak söz edilir. Bu saatlerin en önemli özelliği dakik olmaları ve dakika ve saniyeyi verebilmeleridir. Avrupa’da ilk dakika ve saniye bölümlenmesi 1550 yıllarında yapılmıştır. Takiyüddin de 1556 yılında kaleme aldığı El-Kevâib El-Düriyye adlı eserinde dakika taksimatından söz etmiştir.

Takiyüddin de gözlemevinde saati bir gözlem aracı olarak kullanmıştır. Âlât-ı Rasadiye li Zîc-i Şehinşâhiye adlı eserde bu konuda şu satırlar yer almaktadır; “Dokuzuncu alet astronomik saattir. Batlamyus’tan şöyle bir söz nakledilir:

‘Zamanı dakik olarak ölçmeye muktedir olsam rasatta tamamıyla bir tasarruf yapabilirdim.’ Hatta su ile kum tayin etmeye çalışıp muvaffak olamadığı ilim adamlarına malum olduğu halde, Allah’ın yardımları ile dünyanın meskûn olan yerlerinin Padişahı- hilâfet günleri daim olsun-Hazretlerinin emirleriyle, şimdi Mevlanâ Takiyüddin Efendi astronomik saati tertip etmekle Batlamyus’un elde edemediğini elde etmeye muvaffak olmuştur.”

Takiyüddin de Sidret El-Müntehâ’nın aletler bahsinde Batlamyus’un dakika bir tarafa dakiklikte dereceye bile ulaşmak için bir yöntem bulamadığından ve bundan dolayı dakiklikten sarfı nazar ettiğini yazar.

Takiyüddin’in yapmış olduğu bu alet, zamanı belirle-

mek için kullanılan bir tür mekanik saattir; kendi icadıdır. Sidret El-Müntehâ'dan anlaşıldığı üzere, ayrı ayrı üç saat makinesi takımını kapsamaktadır. Her takım geniş bir kurs üzerinde iki akreple bir yelkovanı döndürür. Her üç takımı birden hareket ettiren kuvvet ise, kısa bir ipe bağlanmış olan büyük bir ağırlık tarafında sağlanmaktadır.

Akrebın biri saat adedini, diğeri derecelere taksim edilmiş bir daire üzerinde, Güneş'in saat açısını, yelkovan ise dakikaları göstermekteydi. Yelkovanın bulunduğu daire 360'a bölündüğünden her taksimat arası 10 saniyeyi göstermekteydi. Böylece bunun yarısını alarak 5 saniyeye kadar zamanı tayin etmek mümkün olabilmekteydi.

Yıldızların sağ açıklıkları Güneş'le yıldızlar arasında geçen süreyle ölçülür. Bunun için de dakik saatlere ihtiyaç vardır. Saatler ancak 16. yüzyılın ikinci yarısında bir gözlem aracı olarak kullanılabilecek dakikliğe ulaşabilmişlerdir. Tycho Brahe, gözlem amacıyla üç saat yaptırtmıştır. Takiyüddin de gözlemevinde saati bir gözlem aracı olarak kullanmıştır.

Rasathanenin Hazin Sonu

Gözlemevinin ömrü kısa sürmüş ve Ocak 1580’de yıktırılmıştır. 1577 senesinin Kasım ayında, İstanbul semalarında ünlü 1577 kuyruklu yıldızı gözlemlenmiştir. Takiyüddin kuyruklu yıldız gözlemi vesilesiyle Sultan Murat’a ait kehanetlerde bulunmuş ve bu olayı iyi haberler müjdeleyicisi olarak yorumlayarak İranlılara karşı Türk kuvvetlerinin başarılı olacağını söylemiştir.

Ancak bu gözlemin ardından İstanbul’da 1578’de bir veba salgını baş göstermiştir. Veba salgınıyla birlikte gözlemevine karşı olumsuz bir tavır oluşmaya başlamış ve saraydakiler bu fırsattan yararlanarak, bir gözlemevinin kurulduğu her yerde felaketlerin birbirini kovaladığını, Uluğ Bey’in ölümünü de örnek göstererek kanıtlamaya çalışmışlardır.

Devrin Şeyhülislamı Ahmet Şemseddin Efendi Padişah'a bir rapor sunmuş ve bu raporunda gözlem yapmanın uğursuz, feleklerin esrar perdesine küstahça öğrenmeye cüret edenin akıbetinin mahrum olduğunu ve eğer bir memlekette zîc hazırlanacak olursa o memleket mamur iken harap ve devletin binaları deprem ile toprak olacağını bildirmiştir.

Bunun üzerine Kaptan-ı Derya Kılıç Ali Paşa'ya bir Hatt-ı Hümayun gönderilmiş, Kılıç Ali Paşa Güneş'in gölgesinin yüksekliği ve yıldızların gözlemlenmesi için hazırlanan halatı kesmiş, derin kuyuyu taş ile doldurmuş ve gözlemevini yıkmıştır. Muhtemelen Takiyüddin, Hoca Saadettin Efendi sayesinde hayatını kurtarmış ve iki sene sonra da vefat etmiştir.

Tarih-i Ebu'l-Faruk'ta gözlemevinin yıkılışı şu şekilde aktarılmaktadır;

“Biraz evvel kuyruklu yıldız çıkmış idi. 986'da (1578) veba zuhur etti. Pek çok adam kırıldı. Mihrimah Sultan, Şeyhülislam Hamit Efendi ve Piyale Paşa bunların meyanında idi. Halkta şikâyet çoğaldı. Saraydaki mühtediler bundan istifade ettiler. Hoca Saadettin Efendi'nin delaleti ile Tophane'de bir rasathane kurulmuş idi. Padişahın da nücuma meyl ve merakı vardı.

Gündüz bile ecram-ı semaviyenin seyrinde medar olmak üzere derin kuyu içine aletler yerleştirilmiş idi. İlm-i nücuma vukufda teferrüd eden Takiyüddin Efendi'yi Mısır'dan celb ettiler. 3000 altın senevî tahsisat ile rasathaneye müdür oldu. Bir Yahudi müneccimini de muavin verdiler. Mühtediler bu rasathaneyi vesile-i tezvir ittihaz ettiler.

Her nerede böyle bir rasathane inşa olundu ise neticesinde felaket vaki olduğunu güya emsâl-i tarihiyye ile ispat etmeye kalkıştılar. Kuyruklu yıldızın vebanın bunun mukaddimatı olduğunu iddia ettiler. Padişah korktu. Rasathanenin yıkılıp mahvedilmesini emretti. Rasathane Sa-

adettin Efendi ile padişahın arzu ve tensipleri semeresi idi. Aleyhinde sarayda çevrilen entrikaya hedef dahi Saadettin Saadettin Efendi idi.

Çünkü bu ağalar ile kalfalar, belki daha büyük harem-i hümayun erkânı Saadettin Hoca'nın padişah üzerinde icra ettiği nüfuzu çekemiyorlardı. Lakin Saadettin Hoca'nın aleyhinde çevrilen bu dolap dahi akıbet Sokullu'nun aleyhine döndü...”

Bunca söylentiye karşın, kesin olarak bilinen İstanbul Rasathanesi'nde nitelikli gözlemler yapıldığı ve bu gözlemlere dayanılarak son derece hassas gözlem katalogları hazırlandığıdır. Asıl şanssızlık, Takiyüddin'in arkasından Kepler gibi bir bilim adamının gelmemesi ve yapılmış çalışmalarını değerlendirecek bir bilim geleneğinin yerleşmemiş olmasıdır.

Bunca söylentinin arkasında, rasathanenin yıkılmasının gerçek nedeninin, rasathanenin kurulmasına önayak olan Hoca Sadettin Efendi ile Şeyhülislam'ın yer aldıkları farklı grupların siyasi çekişmesi olduğu sanılıyor.

Takiyüddin'in Bazı Önemli Eserleri

Takiyüddin'in, astronomi, optik, matematik ve mekanik alanlarında çok sayıda eserleri vardır. Bunlardan en tanınmış ve incelenmiş olanları şunlardır:

1. Bugyet El-Tüllâb min İlmi El-Hisâb (Aritmetikten Beklediklerimiz).

2. Sidret El-Müntehâ El-Efkâr fî Melek El-Felek El-Devvâr (Gökler Bilgisinin Sınırı).

3. Teshîl Zîc El-A'sâriyye El-Sâhinsâhiyye (Sultanın Onluk Yönteme Göre Düzenlenen Tablolarının Yorumu).

4. Cerîdet El-Dürer ve Harîde El-Fiker (İnciler Topluğu ve Görüşlerin İncisi).

5. El-Turuk El-Seniyye fî El-Âlât El-Rûhâniyye (Otomatlar Üzerine Yüce Yöntemler, 1585).

6. El-Kevâkib El-Düriyye fî Bengâmât El-Devriyye (Mekanik Saat Konstrüksiyonuna Dair En Parlak Yıldızlar, 1556).

Âlât El-Rasadiyye li Zîc-i Sehinsâhiyye; Takiyüddin, tarafından kurulan İstanbul Gözlemevi'nde kullanılan astronomik aletlerden bahseden bir eserdir. Türkçedir. Yazarı bilinmemekle birlikte, Takiyüddin'in yanında çalışan astronomlardan biri tarafından 1575-1577 tarihleri arasında kaleme alındığı sanılmaktadır.

Takiyüddin'in Elyazmaları

Takiyüddin'in günümüze ulaşan elyazmaları incelendiğinde, içerdikleri bilgilerin o dönem gökbilimi hakkında sağladığı veriler yanında farklı bir önemi olduğu da görülür.

Takiyüddin el yazmalarında belirli bir biçim kullanmamıştır. Eserlerin hemen hepsi birbirlerinden farklı boyutlardadır. Kitaplarda kullanılan süsler de birbirlerinden farklıdır. Ancak yazmalara önemli yerleri, başlıkları, tablo ve şekilleri belirginleştirmek için farklı renklerden yararlanıldığı gözlenir.

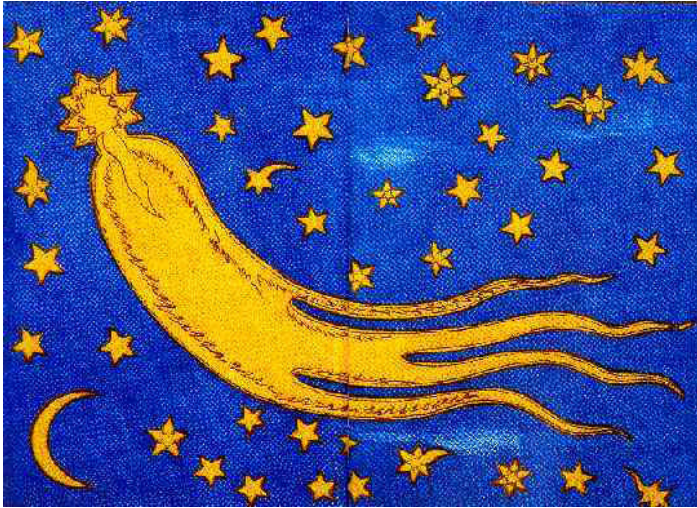
Başlangıç sayfalarında yazmaların Takiyüddin'e ait olduğunu kuşkuyla yer bırakmayacak biçimde kanıtlayan açıklamalar, kayıtlar ve imza yer alır. Günümüz araştırmacılarını en çok sevindiren de Takiyüddin'in eserlerinin orijinallerinin bir kısmının bugüne ulaşmış olmasıdır.

O dönemlerde bilim adamlarının yazdıkları eserlerin kopyaları elle çıkarılmaktaydı. Birçok elyazmasının ancak kopyaları günümüze ulaşabilmiştir. Orijinal örneklerin kopyalama sırasında meydana gelebilecek hataları içermediği düşünülürse araştırmacılar için ne denli önemli oldukları anlaşılabilir.

Takiyüddin'e ait el yazmalarının bir bölümü Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma

Uzayı Çözen Bilim Adamı

Enstitüsü'nde bulunmaktadır. Enstitü'nün UNESCO'yla (Birleşmiş Milletler Eğitim Bilim ve Kültür Organizasyonu) birlikte yürüttüğü "Memory of the World" projesi çerçevesinde, Takıyüddin'e ait el yazmalarının da içinde bulunduğu 821 Türkçe, 414 Arapça ve 102 Farsça, toplam 1337 eser mikrofilmleri çekilerek CD- Rom üzerinde kataloglanmaktadır. Takıyüddin'in diğer eserleri başka kütüphanelerin raflarındadır.



Tarih Boyunca Ünlü Astronomlar

Harezmi (770-840)

Memun zamanında yetişmiştir. Zamanının en büyük bilim adamlarından biridir. Matematik, Astronomi ve coğrafya üzerine çalışmıştır. Yunan ve Hint bilgisini birleştirmeye çalışmıştır. Cebirin kurucusu olan Harezmi'nin iki önemli matematik kitabı vardır; "Cebir" ve "Hint Hesabı". Astronomik ve trigonometrik tabloları vardır. Bu tablolar 1126'dan daha erken bir zamanda Bathlı Adelard tarafından Latince'ye tercüme edilmiştir.

Bu tablolar sadece sinüs değil tanjantı da içeren ilk tablolardır. Bağdat'da Şemasiye ve Şam'da Kasiyun gözlemlemlerinde gözlem yapan Harezmi, enlem dairesinin bir derecelik yayını ölçmüştür. Hazırladığı astronomi çizelgeleri Avrupa dillerine ve daha sonra Çince'ye çevrilmiştir. Hint rakamları ile hesap yapma yöntemlerini tanıtmış ve buna sıfır karakterini ekleyerek 10 tabanlı sistemi tamamlamıştır. Güneş saatlerine ilişkin de bir eseri vardır. Bir Dünya haritası hazırlamış, onun çevresini ve hacmini ölçmüştür.

Battani (858-929)

Devrinin en önemli astronomlarından ve matematikçilerinden olan Battani, Sabit İbni Kurra gibi, Urfa'nın Harran bölgesindendir ve yıldızlara tapan Sabii dinine mensuptur. Rakka' da özel bir gözlemevi kurmuş ve burada 887-918 tarihleri arasında son derece önemli gözlemler yapmıştır.

Güneş, Ay ve gezegenlerin hareketlerini gözlemlemiş, yörüngelerini doğru bir biçimde belirlemeye çalışmıştır. Güneş ve Ay tutulmalarıyla ilgilenmiş, mevsimlerin süresini büyük bir doğrulukla hesaplamış, ekliptiğin eğimini de dakik olarak belirlemeyi başarmıştır. Ayrıca, Güneş yılını 365 gün 5 saat 46 dakika 24 saniye olarak belirlemiş; Güneş' in apojesinin (Güneş'in Yer'e en yakın olduğu nokta) boylamının Batlamyus' un gözlemlerinden bu yana $16^{\circ} 47'$ artmış olduğunu bulmuştur. Bu, apoje ve periye noktalarının hareketli olduğu anlamına gelmekteydi. Ancak sonraları Copernicus ekinoksların salınımına inandığı halde Battani inanmamıştır.

Battani, İslam astronomisinin önemli problemlerinden Kible tayini meselesini de ele almıştır. Namaz kılarken secd edilmesi gereken yön kible doğrultusudur. Bu yüzden İslam Dünyası'nda kible yönünün belirlenmesinin büyük önemi vardır. İslam astronomlarının çoğu hazırladıkları cizlere, usturlablara ve rubu tahtalarına kible cetvelleri eklemişlerdir.

Kıble doğrultusunu ise İslam astronomları değişik yöntemlerle belirlemişlerdi. Bunlardan biri, usturlabın arkasındaki rüzgar gülü adı ile işlenmiş levhadan yararlanarak tayin etme yöntemidir. Battani ise kıble doğrultusu belirlenecek yerin ve Mekke'nin boylam ve enlemini tespit etmiş ve boylam ve enlem farkını alıp Kıble doğrultusunu bulmuştur.

Bu yöntem, daha sonra, İbni-i Yunûs (ölümü 1009), tarafından da kullanılmıştır. On beşinci yüzyıl astronomlarından Ali Kuşçu' da "Fethiyye" adlı eserinde Battani' nin çözümüne benzer bir çözüm vermektedir. Mahmud b. Muhammed b. Ömer El-Çagmini (1345) Mulahhas fi'l-Hey'e (Astronominin Özeti) adlı eserinde yine aynı yöntemle kıble tayini verir.

Battani' nin Latinceye de çevrilen en önemli yapıtı *De Scientia Stellarum – De Numeris Stellarum et Motibus* adıyla tanınan tablolı bir astronomi incelemesidir. Battani' nin bu zici, o güne kadar yapılan bütün ziclerden daha doğrudur.

Aynı zamanda matematikçide olan Battani, bu alanda da son derece önemli çalışmalar yapmıştır. Sinus, kosinüs, tanjant, kotanjant, sekant, kosekantı gerçek anlamda ilk defa kullanan bilim adamının Battani olduğu söylenmektedir. Battani, çalışmaları sırasında bazı temel trigonometrik bağıntılara ulaşmış ve bunları astronomik hesaplamalarda kullanmıştır.

Abdurrahman El-Sûfi (903-986)

Abdurrahman El-Sûfi, Batlamyus' un Almagest' inden yararlanarak hazırlamış olduğu yıldız katalogu ile tanınmıştır. Bu katalogda, kırk sekiz yıldız takımında bulunan yıldızlar tanıtılmış, bunların gökyüzündeki konum ve parlaklıkları bildirildikten sonra, Almagest' te geçen yıldız isimlerinin Arapça karşılıkları verilerek, bu konuda Arapça' da ki önemli bir boşluk doldurulmuştur.

Abdurrahman El-Sûfi'nin önerdiği terimler, daha sonra Doğulu ve Batılı astronomlar tarafından kullanılmış ve bunlardan 94'ü modern astronomi literatürüne girmiştir.

13. yüzyılda Castilla-Leon Kralı X. Alfonso' nun hazırlattırdığı Astronomi Bilgisi Kitabı adlı dört bölümden oluşan İspanyolca ansiklopedide, Abdurrahman El- Sûfi' nin bu eseriyle diğer Müslüman astronomlarından bazılarının eserlerinden yararlanılmıştır.

Abdurrahman El-Sûfi, astronomik aletlerinin geliştirilmesinde de önemli hizmetlerde bulunmuştur. Güneş'in yüksekliğini ölçmekte kullanılan usturlapların ölçme duyarlılığını arttırmış ve 10 kg ağırlığında gümüşten bir gök küresi yapmıştır. Ayrıca, 123. 5 cm çaplı bir halka kullanarak ekliptiğin eğimini 23° 33' 45" olarak belirlediği bilinmektedir.

Ebu El-Vefa El-Buzcani (940-998)

Yazmış olduğu eserlerle astronomiye büyük hizmetlerde bulunan Ebu El-Vefa El-Buzcani, küresel astronomide karşılaşılan sorunların çözülebilmesi için, yeni trigonometrik bağıntıların keşfedilmesi suretiyle trigonometrinin geliştirilmesi gerektiğini anlamış ve araştırmalarını daha ziyade bu alana yöneltmiştir.

Habeş El-Hasip ve El-Mervezi gibi önemli matematikçileri izleyerek, tanjant ve sekant fonksiyonlarını tanımlamış ve trigonometrik fonksiyonların yaylarının büyüklüğüne göre değişen değerlerini 15 dakikalık aralıklarla hesaplayarak tablolar halinde sunmuştur.

Bağdat'ta yaptığı gözlemlerle ekliptiğin eğimini ölçen El-Buzcani, mevsim farklarını bulmak için ekinoksları gözlemlemiş, ayrıca Bağdat'ın enlemini de ölçmüştür. El-Zic El-Vazih (Apaçık Zic) adlı bir de Zic hazırlamıştır.

Biruni ile ilişki içinde olan Ebu El-Vefa El-Buzcani Bağdat' ta, Biruni ise Harezm' de 997 yılındaki Ay tutulmasını gözlemlemişler ve her iki kentteki tutulma farkını bir saat olarak bulmuşlar ve bu bulgudan hareketle, iki kent arasındaki boylam farkını doğru olarak saptama olanağını elde etmişlerdir. Ayrıca her iki bilim adamı da ekliptiğin eğimini $23^{\circ} 37'$ olarak belirlemişlerdir.

Ebu El-Vefa çalışmalarını iki farklı gözlemevinde yürütmüştür. Bunlardan birisi Şemsüddevle ve diğeri ise kendi gözlemevidir. Bu ikincisinde onun büyük boyutlu aletler yaparak dakik gözlemlerde bulunduğu söylenmektedir.

Biruni (970-1030)

11. yüzyılın çok yönlü bilginlerinden biri olan Biruni'nin büyük bir Türk hükümdarlığından Gazneli Mahmud'un oğlu Mesud için 1030 yılında hazırladığı Kanûn El-Mesudi fî El-Hey'e ve El-Nücûm (Astronomi ve Astrolojide Mesud'un Kanunu) adlı meşhur astronomi kitabı, İslam Dünyası'nda bu sahada yazılmış olan en kapsamlı eserlerden biridir.

Trigonometriye ayrılmış olan uzun giriş bölümünde, trigonometrik fonksiyonların birer oran veya sayı niteliğinde olduklarına dikkat çekilmiş ve birim çemberin yarıçapının 1 olarak kabul edilmesi önerilmiştir.

Yer'in günlük hareketi üzerinde duran Biruni, bu konuda bir de kitap yazmıştır. Ancak bu eser kaybolduğu için, görüşlerini ayrıntılarıyla bilme şansımız yoktur. Kanûn El-Mesudi'de de bu konunun tartışıldığı fakat sonuçta Yer'in durağan olduğu şeklindeki Batlamyuscu görüşün benimsendiği görülmektedir. Aristoteles fiziğinin hâkim olduğu bir dönemde, bu konunun gündeme getirilmiş olması oldukça önemlidir.

Biruni tutulma düzlemi eğiminin sabit olup olmadığını araştırmış ve bu amaçla kendisinden önce yapılan gözlemleri incelemiştir. Sonuçta bu eğimin sabit olduğuna ve ölçümlerde karşılaşılan büyük farkların ise kusurlu aletlerle yapılmış gözlemlerden kaynaklandığına karar vermiştir.

Biruni’de diğer pek çok İslam astronomu gibi Kible yönünün belirlenmesi konusunda da çalışmıştır. Tahdid Nihayat El-Amakin (Yerlerin sınırlarının çizilmesi) adlı eserinde Biruni farklı bir yöntem önermektedir. Biruni, ilkin, Mekke ile Gazne arasındaki boylamsal farkı bulur ve dört farklı metotla, Gazne’nin kibleye olan istikametini tespit eder. Kanûn El-Mesûdi adlı eserinde ise Biruni İbni El-Heysem’in yönteminin geometrik yapısına benzer çok daha kısa bir biçimde kible yönü belirlemesi yapmaktadır.

Biruni diğer bir önemli astronomi eseri Kitab El-Tefhim li-Evail Sına’ at El-tencim’dir (Eski yıldızbilim sanatının aktarımı). Burada Biruni, kürelere ve astronomiye ilişkin ayrıntılı bilgiler vermektedir. Biruni’ye göre gök küre dönen bir topa benzeyen bir cisimdir. 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 iki uzaklık oluşur; en yakın ve en uzak. İlk küre Ay’ ın küresidir. Sonra sırasıyla Merkür venüs, Güneş, Mars, Jüpiter ve Satürn’ ün küreleri gelir. En son küre ise sabit yıldızlar küresidir.

Teleskopun keşfine kadar yapılan gökyüzü gözlemlerinin amacı, gök cisimlerinin konumlarının mümkün olduğunca hassas bir şekilde belirlenmesidir. Biruni, bunun için gözlem aletlerinin boyutlarını büyütme yerine, açı büyüklüklerinin okunduğu cetvellerin çapraz çizgilerle taksimatlandırılması yöntemini geliştirerek verniye ilkesinin temellerini atmıştır. 16. yüzyıl sonlarında, ünlü astronomlardan Tycho Brahe de bu yöntemi kullanacaktır.

Ömer Hayyam (1045- 1123)

İran’da meşhur rübaiyat şairi olarak tanınan, matematikçi, astronomdur. Ömer Hayyam’ın astronomi alanındaki çalışmaları önemlidir. Eskiden beri kullanılmakta olan takvimlerin düzeltilmesi için Selçuklu Sultanı Celaleddin Melikşah (1052-1092), (1074-1075) yılları civarında İsfahan’da bir gözlemevi kurdurmuş ve başına da dönemin en ünlü astronomlarından biri olan Ömer Hayyam’ı getirmiştir.

Ömer Hayyam ile arkadaşlarının yapmış olduğu araştırmalar sonucunda, daha önce kullanılmış olan takvimleri düzeltmek yerine, mevsimlere tam olarak uyum gösterecek yeni bir takvim düzenlemenin daha doğru olacağına karar verilmiş ve bu maksatla gözlemler yapılmaya başlanmıştır. Gözlemler tamamlandığında, hem Zic-i Melikşahi (Melikşah Zici) adlı zic ve hem de El-Tarih El-Celali denilen Celaleddin Takvimi düzenlenmiştir (1079).

Celaleddin Takvimi, bugün kullanmakta olduğumuz Gregorius Takvimi’nden çok daha dakiktir; Gregorius Takvimi, her 3330 yılda bir günlük bir hata yaptığı halde, Celaleddin Takvimi 5000 yılda yalnızca bir günlük hata yapmaktadır.

Uluğ Bey (1393-1449)

Timur'un bilimi desteklemek amacı ile Herat'ta (başkent) bilim adamlarını toplaması ve bu konuda çeşitli kurumlar inşaa etmesi, 15. Türkistan'ın parlak dönemi yapmıştır. Timur'un torunu Uluğ Bey (yönetici hükümdar ve bilim adamı) ise Semerkant şehrini bilim ve kültür merkezi haline getirmiştir.

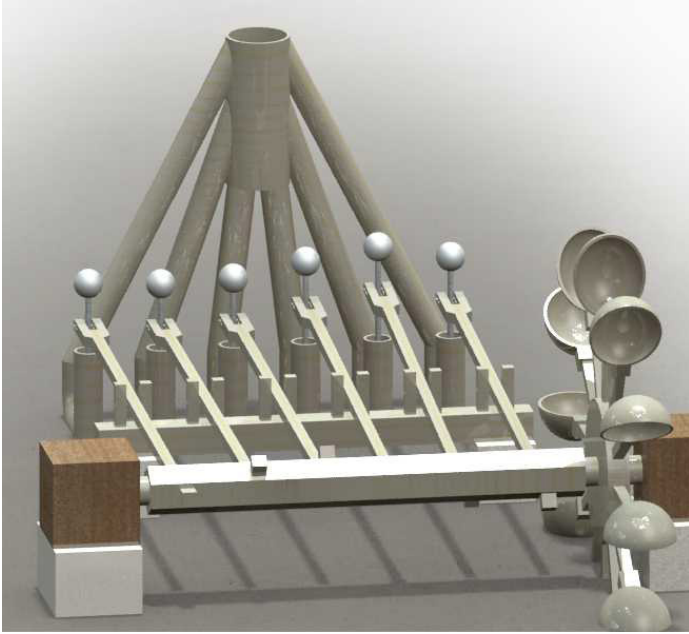
1421 yılında kurduğu Semerkand medresesinin bir devamı niteliğinde gözlemevi inşaa etmiştir. 23 metre çapında ve 30 metre yüksekliğindeki bu gözlemevinde Gıyaseddin Çemşid, Ali Kuşçu, Kadızade-i Rumi gibi bilim adamları da çalışmıştır.

Gözlemevinde yapılmış konum ölçümü çalışmaları "Uluğ Bey Ziyci" adlı eserde toplanmıştır. Eser gözlem tekniklerini, hesap yöntemlerini, sabit yıldızların konumlarını ve yıldız bilgilerini içermektedir. Burada güney yarıküreden görülebilen 48 takımyıldızına ait 1028 yıldızın da konumları kayıtlıdır. Katalog 17. yüzyıla kadar konum astronomisi için temel kitap olarak kullanılmıştır. Batlamyus'un hesaplarında ki pek çok hatayı da ortaya çıkarmıştır.

Bir yılın uzunluğunu 365 gün 5 saat 49 dakika 15 sa-

niye olarak belirlemiştir (gerçek değerden 26 saniye daha fazla). Ek olarak oluşturduğu “Gezegen Hareketleri Çizelgesi”, uzun süre popülerliğini korumuştur. Parlak, 5 gezegenin (Satürn, Jüpiter, Mars, Venüs ve Merkür) yıllık devinimlerini verdiği bu çalışma doğruluğu nedeniyle hala dikkate alınmaktadır.

Uluğ Bey’in ölümünden 3 yıl sonra, ihmal edilen gözlemevi yavaş yavaş önde gelen merkez olma özelliğini yitirmiştir. Gözlemevinin yeri 1908’de Rus arkeologlar tarafından bulunmuştur.



Paul of Middleburg (1446-1534)

Bugün Hollanda sınırları içerisinde bulunan Zealand'de doğmuş olan bilim adamı ve piskopos Roma'da ölmüştür. Çalışmalarından ötürü Zealand Katedral özel heyeti üyeliği aldı ancak bilinmeyen bir nedenle bu üyeliği düşürülmüştür. Bu doğduğu yere karşı derin bir öfke ve nefret beslemesine yol açmıştır.

Dolayısıyla, ilk çalışmalarını yaptığı Louvain'de bir süre öğretmenlik yapmıştır. Daha sonra Venedik'e Sinyor tarafından davet edildiği bilim kuruluna girmiştir. Bütün İtalya'yı dolaştı ve Fizik'le uğraşmayı tercih etmiştir. Daha sonra, kendini kimi kişilere vakfetmiş ve çalışmalarını da buralarda sürdürmüştür.

Fossombrone başpiskoposluğuna aday olduğunda bazı eserlerini yok etmiştir. Bunlar, "Gindizio dell anno 1480", bu çalışmasında matematikçiler için bazı kısıtlamalar öne sürmüştür. Daha sonra, kendisi hanedan arması altında astronomiye geçmiş ve piskopos sarayını güzelleştirip genişletmiştir.

Tefecilere karşıda mücadele eden Paul, takvimin yeniden düzenlenmesiyle ilgili 1487 yılında “Epistola ad Universitatem” eserini yazmıştır. Bunu “Epistola apologetica” takip etmiştir. Son olarak ta en önemli çalışması olarak kabul edilen “Paulina de recta pasch celebratione”yi (1513) yazmıştır. Soyadı bilinmeyen Middleburg’lı Paul Roma’da ki ilahi Divan’a yardımcılık ederken ölmüştür.



Nikolas Copernicus (1473- 1543)

Copernicus 1473 yılında Torun kasabasında doğmuştur. Annesi Alman asıllı, babası Nikolaus bir tüccardı. Babasını küçük yaşta kaybeden Copernicus, amcası Ermland papazı Lucas Waczenrode tarafından yetiştirilmiştir. Amcası onun papaz olmasını istiyordu. İlk önce Torun’da St. John okuluna, daha sonra da Wloclawec’deki Katedral okuluna devam etti.

Burada ilk astronomi derslerini Nikholas Vodka’dan aldı. Orta öğrenimini tamamlayınca Cracow Üniversitesi’ne gönderilen Copernicus burada felsefe, astronomi, coğrafya ve astroloji derslerine devam etti. Copernicus, burada Albert Brudzewski’den matematik ve astronomi dersleri aldı ve bazı astronomi aletleri kullanmasını ve gözlem yapmasını öğrendi. Albert Brudzewski gezegen kuramlarını çok iyi bilen bir bilim adamıydı.

1482 yılında da Peurbach’ın (1423-1461) Theoricae Novae Planetarum (Gezegenlerin Yeni Teorileri) adlı eserine bir şerh yazmıştı. Bu bilim adamı sayesinde oldukça iyi bir astronomi bilgisi sahibi olan Copernicus astronomi ile ilgili kitap koleksiyonuna da bu yıllarda başladı.

1496'da tekrar Torun'a dönen Copernicus rahip olmak için beklemeye başladı. Bu bekleme süresinde de Bologna'da hukuk öğrenimi ile geçirmeye karar verdi. Burada dönemin önemli astronomları Giocomodi di Pietramellaro ve Domenico Maria da Novaro'dan ve matematikçilerinden Scipione del Ferro ve Benedetti Pancarasi'den dersler de aldı.

Hoca Novaro ve öğrenci Copernicus, Batlamyus sisteminin yetersizliğini ve düzeltilmesi konusu üzerinde de durmuşlardır. Burada ayrıca Scipione del Ferro'dan da matematik ve geometri dersleri alan Copernicus, Peurbach ile Regiomontanus'un (1436- 1476) görüşlerini de ayrıntılı bir şekilde öğrenme fırsatı bulmuştur.

Copernicus, 1501 yılında Padua'ya dönmüş ve rahiplik görevine başlamıştır. 1503 yılında ise Ferra Üniversitesi'nden hukuk doktoru payesini aldı. Ferra'da kaldığı süre içerisinde bazı önemli kişilerle tanıştı. Bunlarında arasında Celio Calcagini (1479-1539) oldukça önemlidir.

Ferraralı olan Calcagini 1525 yılında "Quod Caelum Stet", "Terra moveatur", "Uel de Perenni Motu Terra" adlı bir eser kaleme almış ve burada Yer'in günlük hareketine dayanan bir sistem ortaya koymuştur. Burada Calcagini, evrenin yirmidört saatte dolamının sakıncaları üzerinde durur ve dönenin Yer olması gerektiğini savunur. Yer evrenin merkezindedir; ancak eksenini etrafında günlük dolanım yapar.

Hukuk öğrenimini tamamlayan Copernicus, 1506'ya kadar Padua'da tıp eğitimi aldı, 1506'da memleketine döndü ve Frauenburg Katedrali'ne papaz olarak atandı. Bu katedralin kulelerinden birine yerleşti. Bugün bu kule " Copernicus Kulesi " adını taşımakta ve müze olarak kullanılmaktadır.

Onun bu kuleye yerleşmekteki amacı, çevresinin açık olması ve gözlem yapmaya elverişli olmasaydı. Buraya kendi amacına yardımcı olacak kadar birkaç gözlem aracı yerleştirmişti. Gerçekte Copernicus iyi bir gözlemci değildir; Frauenburg’da yirmi yedi gözlem yapmıştır. Bunlar da çoğunlukla, Ay ve Güneş tutulmalarına ve gezegenlerin kavuşumlarına ilişkindir.

Copernicus gözlemciden çok bir teorik astronomdur. Çalışmalarını gizli ama sürekli olarak geliştirmiş, otuz yıla yakın bir süre sistemini ortaya koymak için çalışmalar yapmıştır. Sisteminin ayrıntılarını açıklamadan önce Copernicus, sisteminin ana hatlarını “Commentarius” ‘da verir.

Copernicus burada şunları söyler: “Böylece, 34 daire, evrenin tüm yapısını ve yıldızların koro halindeki dansını açıklamak için yeterlidir.” Ona göre venüs ve Merkür’ün Güneş’in etrafında dolandığını ileri sürmek, “Yer’i evrenin merkezine hapseden ve hemen hemen sınırsız çokluktaki dairelerle oyalanmak”tan daha iyidir. Gerçekte, Copernicus’tan önce, daha az sayıda daire kullanarak gökyüzündeki hareketleri açıklama girişimi vardır.

13. yüzyılda yaşamış Novaralı Campanus, göksel cisimlerin hareketlerini açıklamak için daire sayısını 34’e, yine 15. yüzyılda yaşamış olan Jhon Tolhopf ise bu sayıyı 28’e indirmeye çalışmışlardı. Ancak Campanus’un konuyla ilgili çalışması The Teory of the Planets (Gezegenler Teorisi) yayımlanmıştır; sadece Tycho Brahe tarafından bir kez adı anılmaktadır. Copernicus’un bu çalışmadan haberdar olup olmadığını bilmiyoruz.

Copernicus’un bu küçük şehri mutemelen, Papa Celestine III’e ithaf edilmiş olmalıdır. Zira Papa 1533 yılında Widmanstad’ın Vatikan bahçesinde, Copernicus’un sistemini tanıttığı bir konuşmaya katılmış ve bundan birkaç yıl sonra da Capua baş Piskoposu Kardinal Von Schönberg

Copernicus'a eserini basması için ısrar etmiştir. Ancak Copernicus bu konuda isteksiz ve gönülsüz tavır sergilemekteydi.

Gemma Frisius, Copernicus'un çalışmasından haberdar olan ve onun çalışmalarını görmeye can atanlardan biriydi. Copernicus'a gönderdiği 1541 tarihli mektubunda, yeni bir evren ve yeni bir Dünya ümit ettiğini yazar. Ona göre halihazırda kullanıla gelmekte olan astronomik tablolar oldukça yetersizdir.

Bu tablolara dayanarak gökcisimlerinin hareketlerine boylam ve enlemlerine ilişkin herhangi bir şey söylemek imkansız hale gelmiştir. Copernicus bunları doğru bir şekilde oturtursa "bize yeni bir Dünya, yeni bir gök ve yeni bir evren" verebilirdi.

Ne var ki Gemma'ya göre Copernicus kuramının doğru ya da yanlış olması, Yer'in dolanması ya da sabit olması önemli değildi. Onun istediği, gezegen hareketlerinin tam olarak ölçülebilmesidir. 1543 tarihli diğer bir mektubunda ise Gemma, Büyük Adam Nicolaus Copernicus'un matematiksel çalışmasını büyük bir arzuyla beklediğini yazar.

1539 yılında ise, Rheticus adıyla tanınan George Joachim (1514-1576) Copernicus'u ziyaret etmiş ve iki sene onun yanında kalarak sistemi hakkında bilgi sahibi olmuştur. Rheticus geri döndüğünde sistemi daha geniş çevrelere tanıtmak için bir makale kaleme almıştır (Prima Narratio de Libris Revolutionum, 1540).

1542'de, Wittenberg'de astronomi ve Matematik profesörü olan, Peurbach'ın Gezegenlerin Yeni Teorileri adlı eserinin yeniden basımının önsözünde, birkaç eğitimli kişinin astronomik tablolardaki hataları düzeltmek üzere olduğundan söz ederek şunları söyler: "astronomiyi düzeltmeye çalışan bütün insanlar arasında en son ve en seçkin mucidin büyük bir mirasla yükseleceği muhakkaktır."

Artık Copernicius'un Güneş'i merkeze alan, Yer'i de bir gezegen gibi Güneş çevresinde dolandıran bir sistem kurduğu söylentileri bütün Almanya'da yayılmıştı. Copernicius çok yaşlanmış ve son zamanlarda da hastalanmıştı. Titizlikle koruduğu müsveddelerini basılmak üzere Piskopos Giese gönderdi.

Basım işini Rheticus üstlendi. Ancak dini çevreler Copernicius'u hoşgörü ile karşılamıyorlardı. Özellikle Protestanlardan sert tepkiler geliyor ve Papa'yı İncil'e sadakat göstermemekle suçluyorlardı. Bunların başında Luther ve Melanchton yer almaktaydı. Rheticus zor durumdaydı; bu yüzden eserin basım işini Nurnberg'de Rahip Andrea Osiander'e (1498-1552) bıraktı.

Ancak tepkilerden korkan Osiander kitaba bir önsöz ekledi. Bu önsözde şunlar yazılıydı; " Bu çalışmanın varsayımlarıyla ilgilenen okuyucuya; Yer'e hareket veren ve Güneş'in evrenin merkezinde hareketsiz olduğunu beyan eden bu çalışmanın tuhaf varsayımlarının getirdiği yenilik hemen her tarafta duyuldu.

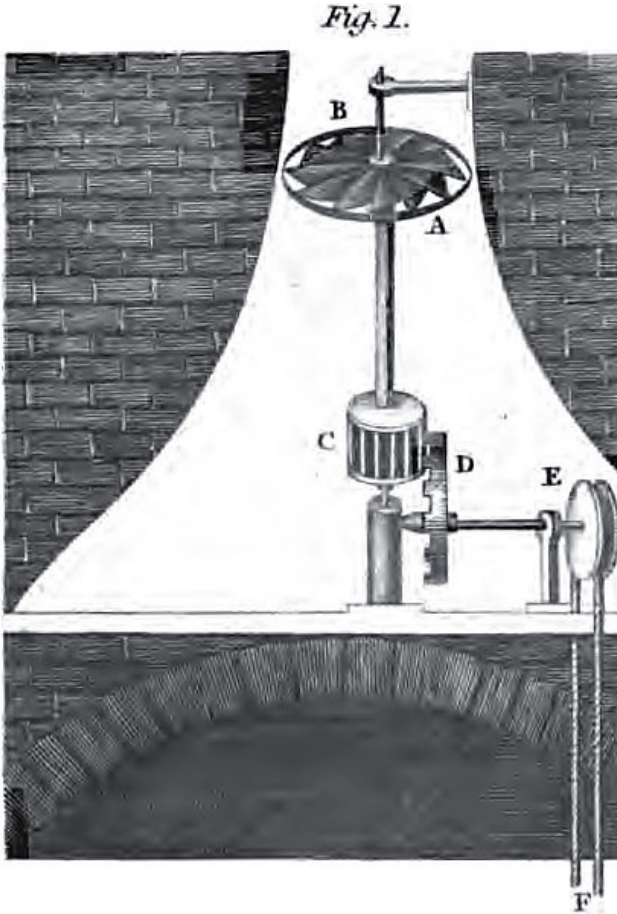
Bazı bilim adamlarının tepki göstermiş ve uzun zaman önce sağlam temeller üzerine kurulmuş olan özgür sanatlar arasında bir kargaşalık yaratmanın doğru olmadığını düşünmüş olduklarına hiç kuşku yok. Ne var ki konuyu yakından incelerlerse bu yapıtın yazarının suçlanacak bir şey yapmamış olduğunu göreceklerdir.

Zira bir astronomun görevi, göksel hareketlerin tarihini dakik ve özenle toplamak ve bu hareketlerin nedenlerini ya da onlara ilişkin varsayımları düşünmek ve tasarlamaktır. Onların gerçek nedenlerine hiçbir zaman ulaşamayacağına göre geçmişte olduğu gibi gerçekte de geometri prensiplerinden yararlanılarak bu hareketler hesap edilebilir.

Yazar bunda mükemmel bir başarı göstermiştir. Bu varsayımların doğru hatta muhtemel olması gerekmez. Bu

varsayımlar gözlemlere uygun düşen bir hesaba ulaşırlarsa bu kafidir.”

Bu anıtsal yapıt “De Revolutionnibus” (Gök Kürelerinin Hareketi) adıyla 1543 yılında basıldı. Söylendiğine göre ölümünden birkaç saat önce de bir kopyası Copernicus’a yetiştirildi (24 Mayıs 1543).



Gök Kürelerinin Hareketi

Nicolai Copernici Tormensis de Revolutionibus Orbium Coelestium Libri VI adıyla basılan kitap De Revolutionibus olarak tanınır. De Revolutionibus (Gök Kürelerinin Hareketi) adlı bu yapıt iki ana bölümden oluşur.

Bunlar önem ve amaç bakımından birbirinden farklıdır. Birinci bölüm genel okuyucu topluluğuna hitap eder ve sistemin ana hatlarını, ikinci bölüm ise uzmanlar için yazılmış olup sistemi ayrıntılarıyla ve matematik form içinde verir.

Eserin 1. kitabında temel varsayımlarını veren ve yukarıda verilen konuları tartışan Copernicus burada ayrıca bir kirişler tablosu verir. İkinci kitap, Ekvator, meridyen, deklinasyon gibi astronomik kavramların açıklanmasına ayrılmıştır.

Burada ayrıca bir de bir yıldız kataloğu yer alır. Bu katalogda, 1024 yıldızın konumları verilmiştir. Bu 1024 yıldızdan 15'i birinci parlaklık derecesinden, 45'i ikinci parlaklık derecesinden, 206'sı üçüncü parlaklık derecesinden,

476'sı dördüncü parlaklık derecesinden, 217'si beşinci parlaklık derecesinden, 49'u altıncı parlaklık derecesindedir. 11 yıldız sönük, 5'i ise bulutsu (nebulae) olarak verilmiştir.

Üçüncü Kitap'ta ekinoksların presesyonu konusu, ele alınmış ve Yer'in ekvator düzleminin değişmesinin koni hareketi oluşturduğu öne sürülmüştür. Burada Copernicus eskiden beri süre gelen bir yanlışlığı da kabul ederek Yer bir üçüncü hareket, trapidasyon hareketi vermiştir. Dördüncü Kitap'ta ise Ay'ın hareketi, Güneş ve Ay'ın Yer'e uzaklıkları ele alınmıştır.

Beşinci Kitap'ta, gezegenlerin ortalama hareketleri, paralaksıları ve gezegenlerin düzensiz hareketlerinin (ileri-geri hareketler) Yer'in hareketine göre açıklaması verilmiştir. Altıncı Kitap'ta ise gezegenlerin enlemsel hareketleri ele alınmıştır.

Copernicus ilkin sisteminin temel prensiplerini verir. Bu temel prensipler şunlardır:

1. Evren küreseldir. Bunu eskiden bilinen biçimde kanıtlar. Evren küreseldir, çünkü küre en mükemmel şekildir, en çok şeyi içine alır, gibi.

2. Yer küreseldir. Copernicus Yer'in küreselliğine yine eski kanıtlamaları kullanır.

3. Gök cisimlerinin hareketi dairesel, muntazam ve sonsuzdur. Ona göre, gök cisimleri dairesel veya dairesel hareketlerden oluşan hareketler yaparlar. Dairesel hareketin başı ve sonu yoktur. Yalnız böyle bir hareket geçmişi geri getirebilir.

Ancak böyle bir hareketle gece ve gündüzün birbirlerini izlemeleri, uzayıp kısalmaları, mevsim farklarını açıklamak mümkündür. Gök cisminin gayri muntazam hareket ettiğini kabul etmek tanrının gücünden kuşkulanmak demektir. Bu

ise olanaksızdır. Bu kanıtlamalarda eskiden beri kullanılan kanıtlamalardır.

Yer’de dahil olmak üzere bütün gezegenler Güneş’i merkez olarak dolanırlar. Copernicus, sisteminde gök cisimlerini şöyle sıralamıştır: Merkezde Güneş, çevresinde sırasıyla Merkür venüs, Yer, Mars, Jüpiter, Satürn dolanır. Ay ise Yer’in çevresinde dolanır.

Copernicus’un ortaya koyduğu Güneş merkezli bu sistemin en temel özelliği ve diğer sistemlerden farkı Yer’in hareketli olduğu düşüncesidir. Copernicus’a göre otoritelerin bir çoğu Yer’in evrenin merkezinde ve hareketsiz olduğunu kabul ederek aksinin düşünülemeyeceğini ve saçma olduğunu ileri sürerler; oysa bu yanıtlandırılmamış bir sorudur.

Her görünen hareket ya gözlemcinin hareketinden ya da gözlemlenen objenin hareketinden veya her ikisinin hareketinden meydana gelir. Eğer her ikisi aynı yöde ve aynı hızla hareket ediyorsa hareket gözlenemez.

Günlük harekette bütün evrenin Yer’in çevresinde yirmi dört saatte bir dolanım yaptığı kabul edileceği gibi, evrenin hiç hareket etmediği, yalnızca Yer’in ekseni çevresinde doğudan batıya döndüğü kabul edilebilir; her iki durumda aynı hareket gözlemlenir.

Evren her şeyi içine alandır; hareketin neden içine alana değil de içe alınan, başka deyimle her şeye mekân sağlayan verildiğini anlamak ise olanaksızdır. Aynı nedenlerden ötürü Pythagorasçılar, Herakleides ve Ephantus, Çiçero’nun bildirdiğine göre Hicetas’da Yer’in evrenin merkezinde döndüğünü ve bu hareket sonucunda yıldızların doğuyor ve batıyor gibi göründüklerini kabul etmişlerdi.

Copernicus’a göre, eskilerin Yer’i evrenin merkezinde ve hareketsiz olarak kabul etmelerinin nedeni ağırlık ve hafifliğe ilişkin görüşlerdir. Buna göre ağır olan şeyler mer-

kezde hareketsiz kalırlar. Bir diğer neden de basit öğelerin basit hareket yapmalarının ön görülmüş olmasıydı. Toprak ve su gibi ağır olanlar merkeze, hava ve ateş gibi hafif olanlar ise çevreye doğru, gök cisimlerini oluşturan öge olan eter ise dairesel hareket yapmaktadır.

Bu koşullar altında, Yer'in günlük hareket yapabileceğini düşünmek olanaksızdır. Çünkü dört öge doğalarına uygun olmayan hareket yapmaya zorlanmış olurlar.

Ayrıca Yer böyle bir hareket yapmış olsa, bunun korunç hızlı hareket olması gerekecek ve bu hızın etkisiyle parçalanarak dağılıp gidecektir. Ayrıca yukarı doğru atılan bir taş aynı yere düşmeyecek, bulutlar hep batıya doğru hareket edecek ve büyük fırtınalar meydana gelecektir.

Ancak neden hızı çok daha fazla olması gereken evrenin hareketinden korkulmuyor da hızı çok daha az olan Yer'in hareketinden korkuluyor? Oysa merkezkaç kuvvetinin etkisiyle evren her an büyüyecek, sonunda hız ve evren sonsuz olacaktır. Fizik prensiplerine göre de sonsuzun hareketi yoktur. Sonun da evren hareketsiz kalacaktır. Sınırları bilinmeyen evrene hareket verileceğine, sınırı bilinen Yer'e hareket verilmesi daha akla yatkındır.

Copernicus'a göre, Yer'e günlük hareket dışında yıllık hareket de verilebilir. Böylece gezegenlerde görülen ve yer merkezli sistemlerde anlaşılması olanaksız olan intizamsızlıklar da bir çırpı da açıklanmış olur. Yer evrenin merkezi değil, yalnızca bir gravitasyon merkezidir. Gravitasyon, başka bir deyişle ağırlık, nesnelerin bir araya gelerek bir küre meydana getirmelerini sağlayan, doğa tarafından nesnelerin içlerine konulmuş bir istektir.

Copernicus bu temel prensiplerini verdikten sonra sistemin ayrıntılarını ele alır ve sırasıyla Yer, Ay ve gezegenlerin düzensiz hareketlerini açıklar.

Batlamyus'un Yermerkezli Evren Kuramı'nda Güneş'in

bir tek düzensiz hareketi vardır. Batlamyus bu düzensiz hareketi eksantrik bir daire ile açıklar. Batlamyus Güneş'in hareketine ilişkin olarak şunları söyler; "Bu açıklanan şeylerle, şimdi, Güneş'in görünen düzensizliğini veya anomalisini vermek gerekiyor; bu düzensizlik sadece tekdir ve bu da en yavaş hareketinden ortalama hareketine kadar geçen zamanın, ortalama hareketinden en hızlı hareketine kadar geçen zamandan büyük olmasıdır."

Copernicus, Güneş'in görünen birinci düzensiz hareketini Batlamyus'ta olduğu gibi eksantrik daire ile açıklar. Ancak bu sistemde Güneş merkezdedir ve Güneş'in bu görünen hareketi Yer'in Güneş etrafındaki hareketinden kaynaklanır. Buna göre, Yer, merkezden belli bir miktarda kaydırılmış olan Güneş'i merkeze alarak eksantrik bir dairede dolanır.

Güneş'in görünen ikinci düzensiz hareketi ise Güneş Merkezli Kuram'da Yer'in eksantrik dairesinin merkezinin küçük bir daire üzerinde hareket etmesiyle açıklanmıştır. Buna göre yukarıdaki şeklimizde de Güneş D'de yani merkezdedir. Yer ise, merkezi C olan ve D merkezli küçük bir daire üzerinde bulunan ve Batıya doğru hareket eden EFG dairesi üzerinde yer alan eksantrik bir daire üzerinde bulunur.

Copernicus venüs ve Üst Gezegenlerin düzensiz hareketlerini Yer'e göre ve iki daire kullanarak açıklar. Merkezi C olan ve eksantritesinde Güneş'in (D noktası) bulunduğu eksantrik daire ve gezegenin üzerinde yer aldığı A merkezli epicycle dairesi (şekil 3). Gezegenin epicycle dairesini taşıyan eksantrik dairenin dolanımı gezegenin yıldız dönemine, epicycle dairesinin dolanımı ise kavuşum dönemine eşittir (Venüs ve Merkür dışındaki gezegenler için).

Merkür gezegeninin hareketi diğer gezegenlere kıyasla daha karmaşıktır. Merkür gezegeni dolanımı sırasında iki

Uzayı Çözen Bilim Adamı

kez Yer'e en yakın konuma gelmektedir. Bu da bu gezegenin hareketinin izahını güçleştirmektedir. Copernicus'un kuramında Merkür gezegeni, Batlamyus'da olduğu gibi, merkezi hareketli bir daire üzerinde bulunan bir taşıyıcı daire üzerindeki epicycle dairesi üzerinde yer alır.



Copernicus'un Dayanak Noktaları

Copernicus sisteminin ana hatlarını açıklamış olduğu Commentariolus da şöyle der: “Bu nedenle böyle bir teori (Yer merkezli sistem) bana gerektiği kadar kesin görünmediği gibi akla da yatkın düşmüyordu. Bu noktaları saptadıktan sonra, bütün görünen değişikliklerin açıklanabileceği ve mutlak hareket prensibinin gerektirdiği şekilde her gezegenin muntazam hareket edebileceği daha rasyonel bir sistemin bulunup bulunamayacağını düşündüm... Bazı aksiyon ve postulalar kabul etmek koşuluyla, eskiden bize kalan yapıtlardan daha basit ve daha uygun olanına erişebilmeyi mümkün kılan çözümü buldum.”

Copernicus burada gök olaylarını açıklamak için Güneş'i referans noktası olarak seçtiğini belirtmekte ve sanki onun evrenin fizik bünyesine uygun olup olmadığı problemi ile ilgilenmiyormuş izlenimini uyandırmaktadır.

Böylece Copernicus, Yer'den başka bir referans noktası seçilip seçilemeyeceğini sorgular. Hiç kuşkusuz bir mata-

matikçi buna olumlu yanıt vereceği halde, bir fizikçi için bunu kabul etmek olanaksızdır. Çünkü o bir astronomik sistemin evrenin gerçek bünyesine uygun olması gerektiğini savunur.

15. ve 16. Yüzyıllarda, Avrupa’da Pythagorasçı görüşün etkisinde kalmış olan Platon felsefesinin egemen olduğu görülür. Nitekim Güney İtalya’da Floransa’da, Medici ailesinin himayesi altında bir akademi kuruldu. Copernicus’un çok yakından tanıdığı ve etkilendiği bazı astronomlar ve Matematikçiler bu görüşü benimsediler ve onun savunucusu oldular.

Pythagorasçı felsefeye göre nesnelerin matematik oran içinde bulundukları evren sonsuz bir harmonidir ve bilgi ölçü olduğundan, yaratıcının zihninde şeylerin ilk modeli sayılardır. Bir kelime ile söylemek gerekirse, insan için olanaklı bilgi matematiksel bilgidir.

Madem ki astronomi Matematiğin bir koludur, Şu halde Matematik değerlerin göreliliğini paylaşması gerekir. Matematik açıdan bu iki sistemden hangisi doğrudur sorusu anlamsızdır. Ancak bu sistemlerden hangisi basit ve harmonik ise Pythagorasçılara göre onun evrenin gerçek bünyesine uygun olması gerekir.

14. yüzyıldan sonra astronomlar Batlamyus sistemini daha anlaşılır bir hale getirmek için çok uğraştılar, bu konuya ilişkin yapıtlar kaleme aldılar.

Bu çalışmalar sırasında Regiomomtanus’un (1436-1475) tamamlayıp bastırdığı Peurbach’ın (1423-1461) Epitome in Ptolemai Almagest Magestum adlı yapıtında ilk defa olarak gezegen hareketleri ile Güneş’in hareketi arasında bir bağ olduğu ortaya atıldı. Daha açık bir deyimle Batlamyus sisteminde Güneş’in müstesna bir yeri olduğu meydana çıktı. Zira Batlamyus, gezegen hareketlerini açıklarken Güneş’e özel bir önem atfetmekteydi.

Daha açık bir ifadeyle, gezegenlerin hareketleri Güneş'in hareketiyle ilişkilendirilmişti. Batlamyus astronomisinde iç gezegenlerin epicycle'nin merkezi Güneş'e bağlı olarak hareket etmektedir. Yani, iç gezegenlerde, episklin dolanım periyodu, Güneş'in ortalama hareketine eşitti Böylece iç gezegenlerin Güneş'ten belli bir açıdan fazla uzaklaşması önlenmiş olmaktadır.

Zira yapılan gözlemler, iç gezegenlerin Güneş'ten belli bir açı değeri kadar uzaklaştığını, bunun da asla 90° 'yi geçmediğini göstermekteydi. Oysa, epicycle kullanılmaz ise, Yer merkezli sistemde, Güneş ile gezegen arasındaki açısal uzaklık 0° - 360° arasında değişmeliydi. Dış gezegenlerde ise, gezegenin epicycle üzerindeki hareketi Güneş'in ortalama hareketine eşitlenmekteydi.

Yani, Güneş'i gezegene birleştiren doğru, Yer'i epicycle'in merkezine birleştiren doğruya paraleldi Buda, gezegenlerin ileri geri hareketlerindeki Güneş'e bağlı periyodik değişimleri açıklıyordu. Ancak Batlamyus bu zorlamaların nedenini asla verememekteydi. Diğer taraftan, neden Güneş'in iç gezegenlerle her türlü açıyı yapamadığını ve neden gezegenlerin zaman zaman durup, ileri ve geri hareket yaptıklarını da açıklayamıyordu.

Batlamyus'un yanıtlayamayacağı bütün bu soruları, Güneş'i merkeze almak ve Yer'i de bir gezegen gibi Güneş'in çevresinde dolandırmak süretiyle bir çırpıda çözümlemek mümkündür.

Ne var ki Copernicus, Batlamyus'un sadece verilerini kullanmakla kalmamış, eksantrik ve epicycle modelleri kullanmasına gerek olmasa bile bu modelleri kullanmıştır. Copernicus, kendi yeni kuramının Batlamyus kuramından daha iyi bir biçimde dairesel hareket prensibi'ni koruduğunu ifade eder; ona göre epicycle ve eksantrik modeller muntazam hareketle bağdaşmamaktadır.

Fakat buna rağmen, gezegenlerin hız ve mesafe değişimlerini açıklamak için bu modelleri kullanmak zorunda kalmıştır. Üstelik, Ay'ın hareketini açıklamak için iki epicycle kullanma yoluna gitmiştir. Bu yüzden de kuramı büyük ölçü de Batlamyus kuramına yakındır. Güneş, Yer dahil bütün gezegenler için tam merkezde değil, merkezden kaydırılmıştır.

Üstelik tüm gezegenler için bir ortak merkez yoktur. Bu yönden bakıldığında sistem Yer merkezli olmadığı gibi, tam olarak Güneş merkezli de sayılmaz. Batlamyus sistemi hareketsiz bir gözlemciye göre tasarlanmıştı ve 16. ve 17. yüzyılda bile usturlablar, Yer merkezli sisteme göre yapılıyordu. Bu durumda Batlamyus sistemini geostatik (hareketsiz Yer), Copernicus sistemini de geodinamik (hareketli Yer) bir sistem olarak nitelemek olasıdır.

Buna karşın, geri ve ileri hareket meselesi ise Copernicus kuramı ile daha iyi aydınlanmıştır. Bunlar artık Batlamyus kuramındaki gezegenlere ait olgular değil, Yer'in hareketiyle ortaya çıkan bir takım görüntü aldanmaları haline gelmiştir.

Copernicus'un Karşılaştığı Engeller

Copernicus sistemini kurarken çok büyük engellerle karşılaşmıştır. Bunların başında Teoloji gelir. Batlamyus – Aristoteles kozmolojisi Hristiyanlığın ilk zamanlarında büyük tepkilerle karşılaşmış olmasına rağmen zamanla Hristiyan dininin evren görüşü haline gelmiş ve Yer merkezli sisteme karşı çıkmak dine karşı çıkmak olarak algılanmıştır.

Diğer taraftan kullanıla gelmekte olan Batlamyus sisteminin hesabını veremeyeceği hiçbir gök olayı yoktur. Yeni sistemin böyle denenmiş sisteme karşı başarı şansı çok zayıftı. Oysa Copernicus, Batlamyus'u eleştirirken dakiklik yönünden ondan daha fazlasını yapabilmek şöyle dursun, onun kadar yaklaşık değerler verebilmeyi büyük başarı sayacağını açıklıyordu. Yine algılarımız da Yer'in evrenin merkezinde hareketsiz olduğuna ve göğün 24 saatte çevremizde döndüğüne tanıklık ediyordu.

Yer'in hareketi kabul edildiği takdirde öyle sorunlar ortaya çıkıyordu ki Copernicus döneminde bunların açıklamasını yapmak da olanaksızdı. Bunların en önemlisi yukarı doğru atılan bir taşın yine aynı noktaya düşmesiydi. Galilei gelmeden bunun kanıtlanması mümkün değildi. Copernicus, sistemiyle Aristoteles fiziğine karşı çıkarken, diğer taraftan kendini savunmak için Aristoteles fiziğinin verilerini kullanmak zorunda kalıyor bu nedenle de inandırıcı olamıyordu.

Copernicus Güneş'in merkezde olmasının fiziksel izahını da veremez. Bunun için verdiği açıklamalar bilimsel olmaktan çok mistik açıklamalardır. Konuyla ilgili olarak Trimegistus'u ve Sophocles'in Elektra'sını söz konusu eder. Ona göre Güneş bir lamba gibidir; bütün evrenin aydınlatıcısıdır.

Bir diğer olay da sabit yıldızlarda paralaks görünmesidir. Eğer Yer yörünge hareketi yapıyorsa, bunun sabit yıldızlara da yansması, başka deyimle sabit yıldızlarda paralaks görünmesi gerekir.

Oysa 1838 de F.W. Bessel'in (1784-1846) paralaksı ölçmesine kadar kullanılan araçlar böyle çok küçük değerleri ölçecek dakiklikte değildi. Sabit yıldızlarda paralaks görünmemesi Batlamyus sistemini desteklemek için kullanılan en önemli delil idi. Bütün bunlar göstermektedir ki Güneş merkezli sistemi deneysel olarak desteklemek Copernicus dönemi için olanaksızdı.

Güneş Merkezli Sistem ve Etkisi

De Revolutionibus'un yayınlanması Avrupa'da büyük bir heyecan yaratmadı. astronomlar da dahil olmak üzere çok az kişi onun değerini kavramıştı. Genellikle kitap gezegen kataloglarının hazırlanmasına yardımcı olacak yeni bir yöntem olarak kabul edilmişti.

Erasmus Reinhold (1511-1553) 1542'de daha Copernicus'un yapıtı basılmadan önce onu yeni bir çağın başlangıcı olarak karşıladı ve hemen Güneş sistemini temel alan bir gezegen kataloğu hazırladı; "Tabulae Prutenica."

Ancak bu katalog, kullanıla gelmekte olan Alfonsine kataloglarına göre başarılı sayılsa da beklenileni vermemişti. Bütün bu olumlu davranışlarına ve Copernicus'u "İkinci Ptolemy" diye adlandırmasına karşın Reinhold'un Güneş merkezli sistemin evrenin gerçek bünyesini temsil ettiğine inanıp inanmadığını bilmiyoruz.

1550 yılında Rheticus, Leipzig’de profesör iken, 1551 yılı için Copernicus kuramını temele alan bir Ephemeris hazırladı. 1556 yılında da John Field adlı bir astronom tarafından yine Copernicus ve Reinhold temelli, 1557 yılına ilişkin bir Ephemeris hazırladı. Bunlara Thomas Digges’i de eklemek gerekir 1576 da oda bir Ephemeris yayımlamış ve burada Copernicus’un sistemini savunmuştur.

Rheticus ayrıca Copernicus kuramının astrolojik boyutlarını da ele alır. Yine Reinhold da Copernicus kuramında tutulmalar ve kavuşum konumlarının astrolojik açıdan büyük önem taşıdığını ve gelecekte haber verdiğini söz eder.

Zwinger (1533 –1588) ansiklopedik eseri “Theatrum Vitae Humanae”de (1571), Copernicus’un, Reinhold’un ve Stadius’un (1527 – 1579) Güneş’in apsislerinin Yer’e olan uzaklığını Batlamyus zamanında olduğundan daha yakın bulduklarını ve bunun da Melanchton tarafından göksel ve yersel cisimlerin yıkımıyla ilişkilendirildiğini yazar.

Daha sonra da William Postel bundan, yeryüzünün ateşle sona ereceği zamana yaklaşıldığını ileri sürer. Ne var ki Copernicus’un bu olgudan herhangi bir astrolojik sonuç çıkardığına ilişkin bir kanıt yoktur. Muhtemelen kuramı bu sonuçlara yol açmış olmalı.

Bazı astronomlar ise Copernicus’tan biraz daha ileri gitmişlerdi. Batistista Benedetti (1530-1590) daha da ileri giderek gezegenlerin meskûn olabileceğini öne sürüyordu. Bunların başında Giordano Bruno (1548-1600) gelir.

Bir astronomdan çok orijinal bir düşündürdür. Güneş’in rotasyon hareketi yaptığını, kutuplarda basık olduğunu, sabit yıldızların birer Güneş olabileceğini, evrenin sonsuz olduğunu ileri sürmüş, bunlardan çoğu sonradan doğrulanmıştır. Ancak o dinsizlikle yargılandı ve 1600 yılında bu görüşlerinden dolayı yakıldı.

Dini çevreler Copernicus’u hoşgörü ile karşılamıyor-

lardı. En sert tepkiler Protestanlardan geliyordu ve Papa'yı İncil'e sadakat göstermemekle suçluyorlardı. Bunların başında Luther ve Melanchton geliyordu. Böyle bir ortam Copernicus ile İncil'i uzlaştırma çabalarına yol açtı. İspanyol Didacus a Stunica İncil'deki şu cümleye dayanarak Yer'in hareketini kabul etmişti: *“Kim Yer'i yerinden oynattı ve bunun etkisiyle sütunlar sarsıldı.”*

Bruno'nun yakılmış ve Galileo'nun da Engizasyon tarafından cezalandırılmış olmasının etkisi çok büyüktü. Nitekim Pierre Gassendi kutsal kitapla uyuşmuş olsaydı Copernicus sistemini tercih edeceğini söylüyordu.

Copernicus'un yapıtını ve Copernicus sistemini konu alan kitaplar 1882 yılına kadar kilisenin yasakladığı kitaplar listesinde yer aldı ve bu tarihte Kardinaller Koleji, katolik çevrelerinde Copernicus'un okutabileceğini ilan etti.

Yeni sistemin bazı sorunların yanıtını verememesi, gelişmesini engelleyen en önemli etkendi. Bu çatışmalar Galileo'nun modern fiziğin temellerini atmasıyla son buldu. Böylece düşünce tarihinde, yeni atılımlara sahne olacak, yepyeni bir ufuk açılmış oldu.

De Revolutionibus'un 1543 yılında yayınlanması Rönesans'ın en önemli olaylarından biridir. Bunun özellikle astronomide, genellikle tabii bilimlerde ve tüm insan düşüncesindeki etkileri çok derindir. Her ne kadar bazı noktalar da eskiye bağlı kalmışsa da Kant'ın (1724 –1804) belirttiği gibi, getirdiği görüş kökten bir değişikliğin sembolüdür. Bu yüzden bilim tarihi açısından bu yapıt Ortaçağ ile Modern çağı birbirinden ayıran gerçek bir sınır taşı olarak kabul edilir.

Christopher Clavius (1538-1612)

Christopher Clavius 13. Gregory zamanında yeniden yapılan takvimin gerçekleştirilmesinin sağlayan matematikçi ve astronomdur. Clavius, Onun gerçek adının Latinceleştirilmişidir. 1555’de girdiği “İsa Cemiyeti” matematik alanındaki parlaklığının Coimbra’ndan önce anlaşıldığı yer olmuştur. Daha sonra Collegium Romanum’dan aldığı davetle, çeşitli bilim dallarının en önde gelen adlarının öğretmenliğini yaptığı bu kuruma gelmiş ve ölümüne değin çalışmalarını burada sürdürmüştür.

Tyco Brahe, Johannes Kepler, Galileo Galilei ve Giovanni Antonio Magini onu takdir eden ünlü bilim adamlarındandır. 16. yüzyılın Öklid’i olarak kabul edilen Clavius, farklı düşüncedeki rakipleri tarafından bile methedilmiştir.

Buna rağmen, Clavius hakkında onun atanmış bir kardinal olduğu gibi asılsız, yanlış ve yalan pek çok söylenti Katolik Kilisesi’nce çıkartılmış, Galilei ile olan arkadaşlı-

ğı bile farklı şekillerde yorumlanmıştır. Matematiğe kattığı ilerlemenin en güzel örneği, sonradan “Christophori Clavii e Scoietate Jesu opera mathematica, quinque tomis distributa” adıyla 5 cilt olarak Mainzi’de basılan yazılarıdır.

Bu eserin birinci cildinde Öklid Geometrisi ve Theodosius Küresi, ikinci cildinde İşlevsel Geometri ve Cebir, üçüncü cildinde Joannis de Socro Bosco’nun Shaera çalışmasını tam olarak ele alan bir inceleme ile Usturlap Tezi konuları, dördüncü cildinde zamanın neye bağlı olduğunun çok detaylı bir çalışması ve son olarak beşinci cildinde de 13. Gregory zamanında yapılan takvimin izahı yer almaktadır. Bu yapıt çeşitli zamanlarda yeniden basılmıştır.

Tycho Brahe (1546-1601)

Copernicus'un Güneş merkezli sistemi, Yer merkezli sistemden çok daha başarılı değildi. Ayrıca henüz yeni fizik kurulmadığından, Güneş'in evrenin merkezinde ve Yer'in de bir gezegen gibi onun çevresinde döndüğünün kanıtı da verilmiyordu. Bu nedenle, astronomlar Copernicus'u hemen kabul etmediler.

Ancak astronomların karşısında gök olaylarının hesabını verebilen iki sistem vardı. Bunlardan hangisinin evrenin gerçek yapısını yansıttığının bilinmesi gerekiyordu. Bu da doğru gözlemler yapmakla mümkün olacaktı.

İşte bu görevi Tycho Brahe (1546-1601) yüklendi. Brahe teorik astronomdan çok gözlemcidir, Danimarka Kralı Frederick II'nin maiyetindeki soylulardan biriydi. Kral, kendisine Hveen adındaki bir adayı bağışlamış ve Brahe bu ada da kurduğu gözlemevinde (Uranienborg Gözlemevi, 1576), mükemmel aletlerle hayatı boyunca gözlemler yapmıştır.

Bu gözlemesinde, o zamana kadar Batı Dünyası'nda karşılaşılmayan büyük boyutlu gözlem araçları inşa edilmiş, Özellikle duvar kadrani çok ilgi çekmiştir. Bu aracın çapı oldukça büyük olmasına karşılık, bununla yetinmeyen Brahe, gözlemlerde daha küçük bölümlerin verilebilmesi için trasversal bölümlmeyi, ilk defa olarak Batı Dünyası'nda kullanmıştır.

Tyco 'nun kullandığı aletler zamanın kat kat ötesindeydi. Oldukça düzenli ve özenli bir gözlemciydi. 777 yıldızın konumunu hesap etti ve bunları bir katalogda topladı. Ölçtüğü yıldız konumlarında bir veya iki dakikadan daha fazla hata yoktu.

Brahe, Copernicus'un çalışmasını incelemişti ancak evrenin merkezine Güneş'i koyan bu sisteme karşıydı. Brahe'ye göre Copernicus'un sistemi, hem fizik yönden hatalı, hem de kutsal kitaba aykırıydı.

Brahe'ye göre Yer hareketsizdir ve merkezdedir. Ancak o, Batlamyus sisteminin yetersizliğinin de farkındadır ve bu nedenle Copernicus ve Batlamyus sistemini içine alan yeni bir sistem verir. Sisteminde, Yer merkezdedir ve Ay, Güneş ve diğer gezegenler Yer'in etrafında dolanırlar; Merkür ve Venüs ise Güneş'in etrafında dolanmaktadır. Böylece Brahe hem Copernicus'a, hem Batlamyus'a hem de Aristoteles'e sadık kalmaktaydı.

Brahe, sisteminden çok, yaptığı gözlemlerle önem taşır. Onun yaptığı gözlemler sayesinde Aristoteles fiziği ve kozmolojisi büyük darbeler almıştır. 1572 yılında, Cassiopea takımyıldızında yeni bir yıldız ortaya çıkar. Yaptığı hesaplamalarda Brahe, bu gökcisminin sabit yıldızlar bölgesinde yeni bir yıldız olduğunu ortaya çıkardı.

Aristoteles fiziğine göre eterden yapılmış olan bu bölge mükemmeldi ve burada yeni hiçbir şey varlığa gelemeyeceği gibi, var olan bir şey de yok olamazdı. Oysa bu 1572

yıldızı (bugünkü deyimini ile nova) Aristoteles'in temel prensiplerine karşıydı. Tyco Brahe bu gözlemini "De Stella Nova" (Yeni Yıldız Üzerine) adlı eserinde şöyle kaleme aldı:

"Akşamüzeri, günbatımından sonra, başımın üzerinden ı ışık saçan, parlaklık bakımından bütün ötekilere baskın çıkan yeni ve olağan olmayan bir yıldız dikkatimi çekti. Çocukluğumdan beri gökteki yıldızları çok iyi bildiğimden orada daha önce hiç yıldız olmadığı, hatta onun kadar dikkati çekecek ölçüde parlayan yıldız denebilecek en ufak bir şey olmadığı benim için çok açıktı. Fakat başkalarının da onu görebildiğini gözleyince artık hiçbir kuşum kalmadı. Bu, ya dünyanın başlangıcından beri bütün bir doğa tarihinde ortaya çıkan en büyük mucizeydi ya da mutlaka kutsal kehanetlerin açığa vurdukları arasında yer alan mucizelerden biriydi."

Brahe, 1577'de ise bir kuyruklu yıldız gözlemledi ve bu yıldızın Ay küresinin dışında, çok uzağında olduğunu saptadı. Bu da Aristoteles kozmolojisine aykırı idi. Çünkü Aristoteles'e göre, kuyruklu yıldızlar ay küresinin altındaydılar.

Brahe'nin diğer bir gözlemi Mars'a ilişkindir. Mars'ın Yer'e, bazen Güneş'ten daha yakın olduğunu bulan Brahe, bu gözlemleri sonucunda sisteminde Mars'ın yörüngesini Güneş'in yörüngesiyle iki noktada kesiştirir. Onun yaptığı gözlemler sayesinde Aristoteles kozmolojisi büyük darbeler almıştır. Bundan sonra Kepler'i beklemek gerekecektir.

Yeryüzü atmosferinin gökcisimlerinden gelen ışınları kırdığı ve bunun da gökcisimlerinin konumları üzerinde etkide bulunduğu konusunda çalışan ilk kişi Brahe'dir. Bu konu geçmişte biliniyordu ancak ciddiye alınmıştı.

Brahe yaptığı çalışmalarını üç ciltlik bir kitapta yayımlamaya karar verir. Bu üç ciltlik kitapta sırasıyla 1572 yıldızı, 1577 kuyruklu yıldızı ve diğer kuyruklu yıldızlar

ve gezegenler, Ay ve Güneş ‘e ilişkin kuramlara ver verilecekti. 1588 yılının başlarında yazımına başladığı bu kitabın ilk cildine “*astronomiae Instauratae Progymnasmata*” adını veren Brahe bu çalışmayı tamamlayamadan ölür.

Bu cilt 1602 yılında Kepler tarafından bitirilmiştir. “*De Mundi Aetherei Recentionibus Phanomenis Liber Secundus*” adını taşıyan ikinci cilt ise daha erken tarihte bitirilmiştir. Diğer cilt ise (*astronomiae Instauratae Mechanica*) kısa bir otobiyografi ile birlikte önemli keşiflerin anlatıldığı ve Brahe’nin yapmış olduğu astronomik aletlerin betimlemelerini içerir.

Galileo Galilei (1564 – 1642)

Adı 17. yüzyıl bilimsel devrimi ile birlikte anılan en önemli bilim adamlarından birisi olan Galilei (1564-1642), fizik, matematik ve astronomi gibi konularda çığır açan çalışmalar yapmış ve ilgisi daha çok hareket üzerinde yoğunlaşmıştı. Bu alandaki çalışmalarının sonucunda klasik mekaniğin temellerini kurmuş, astronomide ise Güneş merkezli sistemin, gözlemsel kanıtlarını ileri sürmüş ve fiziğini geliştirmiştir. Hareket ve astronomiye ilişkin önemli eserleri şunlardır:

- De Motu (Hareket Üzerine, 1590)
- Siderus Nuncius (Yıldızların Habercisi, 1610)
- Lettere Sulle Macchie Solari (Güneş Lekeleri Üzerine Mektuplar, 1613)
- Discorso Sulle Comete (Kuyruklu Yıldızlar Üzerine Söylev, 1619)

• Dialog Sopra i due Massimi Sistemi del Mondo (İki Büyük Dünya Sistemi Üzerine Konuşmalar, 1632)

• Discorsi e Dimostrazioni Matematiche Intorno á due Nuoue Science (İki Yeni Bilim Üzerine Konuşmalar, 1638)

Galilei teleskopu astronomik amaçla kullanan ilk bilim adamıdır. Kepler'in Yeni astronomi adlı bir kitabının bir nüshasının, Kepler tarafından kendisine gönderildiği yıl olan 1609 yılında, kendi yaptığı bir teleskopla önemli gözlemler yapmış ve bu gözlemleri "Yıldız Habercisi" adlı kitabında vermiştir. Galilei yaptığı teleskop hakkında 1609'da kayınbiraderine yazdığı mektubunda şunları söyler:

"Sana bir haberim var... Flanders'de Prens Maurice'e bir teleskop hediye edildiğini duymuş olmalısın. Bu alet... en uzaktaki cisimleri yakındaymış gibi gösteriyor... Bu bana olağanüstü geldi ve düşünmeye koyuldum; bana göre perspektif yasalarıyla ilgili... Böylece Flanders'de olduğu söylenen teleskoptan daha üstün bir teleskop yaptım... bu duyulunca Senato'ya çağrıldım ve aleti onlara gösterdim."

Galilei'nin astronomide yaptığı gözlemler, Güneş merkezli sistemi desteklediği, Aristoteles fiziğinin geçerli olmadığını kanıtladığı için oldukça önemlidir. En önemli gözlemleri Ay ve Güneş gözlemleridir. Ay'ın evrelerini incelemiş, Ay'da kraterlerin, dağların ve vadilerin olduğunu görmüş ve bunun Ay ile Yer'in aynı maddelerden yapıldığının, sanıldığı gibi eterden yapılmadığının kanıtı olduğunu söylemiştir.

Ay'daki bazı karanlık bölgeleri ise deniz olarak nitelendirmiş ve Ay'da atmosfer olduğunu ileri sürmüştür. Galilei, Orion bölgesini gözlemlemiş ve daha önce bir bulut olduğu varsayılan bu kümenin gerçekte yıldızlardan oluştuğunu bulmuştur. Yine Samanyolu'nun yıldızlardan oluştuğunu tespit etmiş ve böylece Aristoteles'in Samanyolu'nun bir bulut olduğu görüşünü yıkmıştır.

Gözlemlerine Satürn gezegeni ile devam eden Galileli, Satürn'ün halkasını gözlemlemiş ancak teleskopu güçlü olmadığı için gezegenini halkasını iki yapışık parça olarak görmüş ve bunları uydu zannetmiştir. Gezegenin periyodik özelliğinden dolayı halka bir müddet sonra kaybolmuş ve bu parçaları göremeyen Galileli bu olaya çok şaşırmıştır.

Bunun hakkında şöyle yazar: *“Satürn’ün tek bir yıldız değil, neredeyse birbirine değen üç yıldızdan oluştuğunu gözlemledim... Ortadaki yanlardakinden daha büyüktü... Birbirlerine neredeyse dokunuyorlar. Aralarında ise sadece küçük bir karanlık alan var.”* Galileli Satürn çevresinde kozmik bir karmaşa keşfetmişti. Bu Aristoteles fiziğine yeni bir darbeydi. Zira Aristoteles ve yandaşları, gökyüzünün sonsuz, değişmez ve bozulmaz olduğunu, gökyüzünde yeni hiçbir şeyin keşfedilemeyeceğine inanmışlardı. Artık bu iddia ciddiye alınamazdı.

Daha sonra, Galileli teleskopunu Venüs’e çevirdi ve Venüs’ün safhaları olduğunu tespit etti. Bu gözlem, Copernicus’un ne kadar haklı olduğunu bir göstergesiydi. Batlamyus sisteminde Venüs, sürekli belli bir uzaklıkta olmalıydı ve sadece hilal şeklinde görünmeliydi.

Oysa gözlemler venüs’ün bazen çok yakın bazen de çok uzakta olduğunu göstermekteydi. Ayrıca Venüs, sadece hilal olarak değil, değişik hallerde de görünmekteydi. Bu ise ancak Copernicus sistemi ile açıklanabilirdi. Bu da Güneş merkezli sistemi doğruluyordu.

Galileli, Jüpiter’i de gözlemlemiş ve Jüpiter’in çevresinde dolanan dört gökcismi belirlemiştir. Bunların Jüpiter’in etrafında dönen uydular olduklarını bulmuş ve Jüpiter’le birlikte uydularını, “adeta minyatür bir Güneş Sistemi” olarak betimlemiştir. Bu Batlamyus kuramını tam bir çöküşü anlamına geliyordu.

Diğer taraftan, bütün gökcisimlerinin Yer etrafında

dönmediği açık olduğu gibi, Güneş merkezli sisteminde gözden geçirilmesi gerekiyordu. Bu konuda şöyle söyler: “Konu sadece bir cismin Yerin çevresinde dönmesi ve Copernicus kuramını bize öğrettiği gibi her ikisinin beraber Güneş’in çevresinde dönmesi olayından ibaret değildir.

Dört cismin Ay’ın Yer çevresinde dolandığı gibi, Jüpiter çevresinde de dolanması söz konusudur; bunları hepsi Jüpiter’le birlikte Güneş’in çevresinde on iki yıl süren bir devir yapıyorlar.” Galilei bu dört uyduya Medici ailesinin adını verdi. 2. Cosimo, Francesco, Carlo ve Lorenzo. Bu buluş kısa sürede Avrupa’ya yayıldı ve şiddetli tartışmalar başladı.

Diğer taraftan Medici ailesini kıskanan Fransa sarayı Galilei’ye yeni bir yıldız bulmasını ve bulunacak yıldız da Muhteşem Fransa Yıldızı adı verilmesinde ısrar ettiler.

Galilei’nin bu bulguları Aristoteles yandaşlarında büyük bir tepki ve nefretle karşılandı. Bir Aristoteles yanlısı şöyle yazıyordu: “Doğanın Medici adını ölümsüzleştirmek için Jüpiter’e dört uydu verdiğine inanmamız beklenemez... Doğa bu karmaşalardan nefret eder. Böyle bir kendini beğenmişlik, gerçekten akıllı olanlara iğrenç geliyor.”

Floransalı Francesco Sizi adında bir Aristoteles yanlısı ise 1611’de Venedik’te bir broşür bastırır. Broşürde şunlar yazılıdır: “Jüpiter’in uyduları gözle görülemezler ve bu yüzden Yer üzerinde herhangi bir etkide bulanamaz; bu nedenle de yararsızdırlar; o halde var olamazlar. Ayrıca modern Avrupalılar, Yahudiler ve başka eski milletler, haftanın yedi güne bölünmesini kabul etmişler ve onlara yedi gezegenin adını vermişlerdir. Şimdi gezegen sayısını arttırsak bu güzel sistem bütünüyle yerle bir olur.”

Çevresindeki tepkilerin arttığını gören Galilei ise, arkadaşı ve destekçisi Kepler’e şunları yazmıştır: “... Aziz Kepler, çoğunluğun akıl almaz budalalığına gülmekten başka

yapacak şey yok. Çalışmalarımı göstermeyi önerdiğim fakat tıka basa karnını doyurmuş bir yılanın tembel inatçılığı ile, gezegenlere, Ay'a teleskopla bakmaya yanaşmayan bu ünlü filozoflar ne dersin? Tıpkı yılanların kulaklarını tıkadıkları gibi insanlar da gözlerini gerçeğin ışığına kapatıyorlar."

Gözlemlerinin sonuçlarını veren "Yıldız Habercisi" yayınlandıktan sonra Galilei, 1613 yılında Güneş Lekeleri Üzerine Mektuplar'ı yayımlar. Galilei bu eserinde Güneş gözlemlerine yer vermiş ve Güneş üzerinde bulunan gölgelerin Güneş'in üzerinde yer alan lekeler olduğunu kanıtlamıştır. O zamanlarda, Güneş üzerinde görünen lekelerle ilişkin iki açıklama bulunmaktaydı.

Bunlardan birincisine göre, bu leke, Merkür'ün Güneş'in önünden geçerken oluşan gölgesiydi. Ancak Galilei bunun olanaksız olduğunu söyler. Çünkü Merkür'ün Güneş'in önünden geçişi yaklaşık yedi saat sürmektedir ancak bu lekeler yedi saatten daha fazla Güneş'in üzerinde yer almaktaydılar. İkinci açıklamaya göre, bu lekeler, Güneş ve Yer arasında bulunan küçük gökcisimlerine aitti.

Oysa Galilei bu lekelerin Güneş üzerinde hep aynı yerde bulunduklarını tespit etmişti. Eğer bu lekeler, küçük gökcisimlerinin gölgeleri olsalardı, gözlem yerine bağlı olarak, Güneş üzerinde farklı konumlarda olmalıydılar.

O halde Güneş Aristoteles'in söylediği gibi mükemmel değildi. Ayrıca Güneş lekelerinin bıraktığı izleri de gözlemleyen Galilei, eğer bu izler düz birer çizgi olsalardı bunun Yer' in hareketsiz olduğunun kanıtı olacağını, oysa düzensiz olan bu izlerin Yer' in hareketi nedeniyle düzensiz olarak görüldüğünü söylemiştir.

Bu eserinde artık tamamı ile Copernicus sistemini savunan Galilei kilise tarafından 1616' da Engizisyon'a çağrılır. Galilei Engizisyon önünde hiçbir şekilde Copernicus'un kuramını savunamayacağını bildirerek af diler. Aynı yıl kilise bir bildiri yayınlar. Bu bildiride iki buyruk yer alır:

1. Güneş'in, Yer etrafında dönmeyen, merkezde sabit olduğu düşüncesi kutsal öğretiye aykırı, saçma ve yanlış bir savdır.

2. Yer' in, merkezde sabit değil, güneş çevresinde dolanan bir gezegen olduğu görüşü felsefi açıdan saçma ve yanlış, teolojik açıdan gerçek inanca ters düşen bir savdır.

Galilei'nin astronomiye ilişkin önemli kitaplarından biri de "İki Büyük Dünya Sistemi Üzerine Konuşmalar"dır. Kitapta 3 kişi Batlamyus ve Copernicus sistemini tartışır. Kitap kilisenin baskısı sebebiyle diyaloglar şeklinde yazılmıştır. Burada 3 önemli olgu tartışılır:

1) Yer, gök ve evrendeki her şey aynı maddeden yapılmışlardır.

2) Gök çok büyüktür ve 24 saat dolanım yapması olanaksızdır. Oysa daha küçük olan Yer' in hareketi daha mantıklıdır; Yer günlük dolanım yapar.

3) Galilei'nin daha önce Hareket Üzerine adlı eserinde de aldığı, yukarı atılan taşın nasıl düştüğü meselesidir. Yer' in hareketsiz olduğunu savunanlar bunu en önemli delil olarak kullanırlar.

Ancak bu problemi Galilei çözer. Hareket halindeki bir geminin direğinden bir taş atılırsa taş direğin dibine düşer. Galilei bunu şöyle açıklar: V hızıyla hareket eden bir gemi varsayalım; gemi V hızıyla giderken geminin içindeki her şey de V hızına sahiptir. Taş direktten bırakıldığında aynı V hızına sahip olacaktır. Eğer Yer olmasaydı dolayısıyla yer çekimi de olamayacaktı ve taş gemiyle birlikte (düşmeden) V hızında harekete devam edecekti. Taş düşerken, geminin

direği de V hızıyla hareket ettiğinden, taş tam direğin dibine düşer.

Diğer taraftan kitapta, diyaloglardan birinde, konuşmacılardan birinin topun eğimli bir düzleme konulması halinde ne olacağını sorması üzerine hareketinin nasıl olacağı da tartışılmıştır. Aristoteles fiziğine göre yanıt “sonsuz kadar” olacaktır.

Aristoteles ‘e göre, her hareket onu hareket ettiren bir kuvvet sonucu meydana gelmekteydi; cisim bu kuvvet kendisini hareket ettirdiği sürece hareket ediyordu. Galilei, günlük gözlemlere uyan bu Aristotelesçi yaklaşımı eylemsizlik prensibi ile yıkmıştır.

Eylemsizlik prensibine göre; kendi haline bırakılan cisim, herhangi bir kuvvet etkisinde kaldığı sürece, durumunu korur, yani hareket halinde ise hareketine, sükûnet halinde ise sükûnetine devam eder. Galilei’nin üstü kapalı olarak ifade ettiği, Newton’un ise formüle ettiği bu prensip ile yeni bir hareket kavramı ileri sürülmüş oldu.

Buna göre, hareket cisimde bir değişiklik yapmaz; hareket bir durumdur, bir noktadan başka bir noktaya geometrik bir geçiştir; durma da harekete karşı başka bir durumdur. Durma için kuvvet uygulanması gerekmiyorsa, hareket içinde kuvvet uygulanması gerekmez; hareketin hızının değişmesi için ise kuvvet gerekir. Eylemsizlik, içinde bulunduğumuz Dünya’da gözlenemez; ancak ideal koşullar altında böyle bir durum meydana getirilebilir.

Zaten Galilei’nin deneyleri de düşünce deneyleri idi. Galilei için gerçek Dünya, matematik bağıntılarının dünyası, Platon’un deyimi ile idealler dünyası idi. İçinde yaşadığımız dünyayı anlamak için, idealler dünyasından bakmak gerekliydi. Mükemmel yuvarlaklıktaki toplar, sürtünmesiz düzlemler üzerindeki hareketlerini, yalnızca idealler dünyasında sonsuza dek sürdürebilirlerdi. Doğa, geometrik

harflerle (eğrilerle, dairelerle, üçgenlerle) yazılmış bir kitap gibiydi; doğayı anlamak için bu dili bilmek gerekiyordu.

Galilei bu düşüncelerinden dolayı Engizisyon'un tepkisiyle karşılaşır ve bu kitap yüzünden tekrar Engizisyon önüne çıkar. Çaresiz bir şekilde verilen metni diz çökerek okur. *“Ben Galileo Galilei, geçmişteki tüm yanlış ve aykırı düşüncelerimden ötürü, huzurunuzda kendimi lanetliyor, bir daha öyle saçmalıklara düşmeyeceğime, kutsal öğretiye aykırı hiçbir fikir taşımayacağıma yemin ediyorum.”*

Ancak Galilei'nin Engizisyon'dan çıkarken “Yer yine dönüyor ” dediği söylenmektedir. Kitabı yasaklanır ve Galilei ev hapsine mahkûm edilir. Artık iyice yaşlanmış ve görme duyusunu da tümüyle yitirmiştir.

Ancak boş durmamış ve Devinim üzerine araştırmalarını içeren büyük yapıtı. “İki Yeni Bilim Üzerine Diyalog” gizlice hazırlamış, dostları aracılığı ile Hollanda'da yayımlatmıştır (1638). Burada söz konusu olan iki yeni bilimden birisi, düşen tek bir ağır cismin düzgün hızlanan hareketi ile sınırlı olan dinamikti. İki Yeni Bilim Üzerine Diyalog’ da Galilei düşen bütün cisimlerin aynı ivmeye sahip olduğunu göstererek, serbest düşmenin sabit ivmeli bir hareket olduğunu saptamış ve serbest düşmede alınan yolun zamanın karesi ile orantılı olduğunu göstermiştir. Böylece Galilei Mekanik konusunu Matematikselleştirmeyi başarmış, düzgün ve sabit ivmeli, hareketleri tanımlamış ve Matematiksel formüllerini vermiştir.

Johannes Kepler (1571-1630)

1571’de Almanya’da doğan Kepler (1571-1630), çağdaş astronominin kurucusudur. İlk teoloji eğitimi almış, daha sonra astronomi ve Matematiğe yoğun ilgi duymuş ve matematik profesörü olmuştur. 1599’da Brahe’nin daveti üzerine, Brahe’ye yıldız tablolarının hazırlanışında yardım etmek için Prag’a gelmiş ve 1601’de Brahe’nin ölümü üzerine saray astronomu olarak göreve başlamıştır.

Brahe ölmeden önce, o güne kadar yapmış olduğu bütün gözlem kayıtlarını Kepler’e bırakmış ve Kepler’den kendi gözlemlerini basmasını ve ortaya koyduğu sistemi (Tycho-nik Sistem) hesap yapacak bir hale getirmesini istemiştir. Brahe’nin gözlem kayıtlarını inceleyen Kepler astronomik tablolardan bir anlam çıkarmaya çalışmış ancak bütün bu çalışmalarda Copernicus sistemini temel almıştır.

Kepler, bilinen her şeyi kapsayan ve bunlar arasında mutlak bir uyum sağlayan bir sistemin var olması gerektiğini düşünmüş ve Brahe'nin gözlemlerinden yararlanarak, bıkıp usanmadan, tekrar tekrar yaptığı hesaplar sonucunda, gezegenlerin dairesel yörüngeler üzerinde ve muntazam hızla dolandıkları temel prensibini terk etmiş ve ünlü üç kanunu ortaya koymuştur. Bu nedenle Kepler, modern gök mekaniğinin kurucusu olarak bilinir.

Kepler'in asıl amacı, göksel mimarlık dediği düzende matematik uyumu ortaya çıkarmaktı. Kepler'e gelinceye kadar astronomlar her bir gezegenin hareketini bağımsız olarak ele almışlar, gezegenler arasındaki bağıntıyı verememişlerdir.

Ancak Kepler, bir gezegenin elamanlarının, başka bir gezegenin elemanları hakkında bilgi verip veremeyeceğini tartışmış ve "Misterium Cosmographium" (Göksel Gizem, 1596) adlı eserinde gezegenlerin devinimlerini geometrik eğrilerle belirleme yoluna gitmiştir.

Kepler konuyla ilgili şunları söyler: "Yaratıcı, evreni yaratırken ve kainatı düzenlerken, Pythagorasçılar ve Platon'dan beri bilinen beş düzgün geometrik cismi ele almıştır." Kitabın ilk kısmında Copernicus astronomisinin kanıtlarını veren Kepler, sonraki bölümlerde gezegenlerin uzaklıkları arasında bir orantı bulmaya çalışır ve bu amaçla düzgün çok yüzlüleri kullanır.

Kepler burada bilinen altı gezegenin yörüngelerini, belli bir sıra içerisinde iç içe yerleştirilmiş beş düzgün çok yüzlünün oluşturduğu altı yarığa denk düştüğünü ispata çalışmıştır. Kepler, bu beş düzgün çok yüzlülerden her birini, bütün köşelerinin dokunduğu bir küre içine yerleştirir.

Buna göre, Satürn yörüngesini oluşturan kürenin içerisinde, bütün köşelerinin bu küreye dokunduğu bir küp (altıyüzlü) yer alır. Bunun kürenin içerisinde, bu küreye içten

teğet Jüpiter'in küresi bulunur. Jüpiter'in küresinin içerisinde, bütün köşelerinin bu küreye dokunduğu bir başka düzgün çok yüzlü, dörtyüzlü (tetrahedron) yer almaktadır; Mars'ın küresi, dörtyüzlünün içerisinde ve ona içten teğettir. Mars'ın küresinin içerisinde, on ikiyüzlünün (dodecahedron) bulunur.

On ikiyüzlünün içerisinde, Yer'in küresi yer alır. Yer'in küresi içerisinde de yirmi yüzlü (icosahedron) bulunur. Yirmiyüzlü'nün içerisinde de yine ona içten teğet olan Venüs'ün küresi bulunur. Venüs'ün küresinin içerisinde, sekizyüzlü (octahedron) yer alır ve Merkür'ün yörüngesi bu sekizyüzlüye içten teğettir. Hepsinin merkezinde ise Güneş bulunur.

“Misterium Cosmographium” adlı kitabında Kepler buna ilişkin şunları yazar: “ *Bütün yaz bununla uğraştım... Ve bir gün inanılmaz bir şans eseri gerçeğe yaklaştım... 19 Temmuz 1595'te, sınıftaki öğrencilere Satür'ün ve Jüpiter'in kusursuz kavuşumlarını ve onların bir üçlü takımdan diğerine nasıl geçtiklerini gösterirken, birinin başlangıcı diğerinin sonu olacak biçimde birçok üçgenler çizdim.*

Böylece üçgenlerin birbiriyle kesiştiği yerlerin birleşmelerinden daha küçük daireler oluştu... Ve şu soru kafama takıldı. Neden üç boyutlu yörüngelerde düzlemsel figürler bulunsun? Yer'in yörüngesi tüm nesneler için ölçü birimidir. Bunun çevresine bir on ikiyüzlü çizin; bunu kapsayan daire Mars'ın, Mars'ın çevresine çizdiğiniz bir dörtyüzlüyü kapsayan daire Jüpiter'in, Jüpiter'in etrafına çizdiğiniz bir küpü kapsayan daire ise Satürn'ün yörüngesi olacaktır.

Şimdi de Yer'in içine bir yirmi yüzlü (yirmi eşkenar üçgen yüzlü) çizin; bunun içine çizdiğiniz daire Venüs'ün ve Venüs'ün içine çizilecek bir sekizyüzlünün (sekiz eşkenar üçgen yüzlü) içindeki daire de Merkür'ün yörüngesi

olacaktır. İşte şimdi gezegenlerin adedinin nedenini biliyorsunuz... Bu benim uğraşlarımın sonucu ve başarısıdır... Birkaç gün içerisinde her şey yoluna girdi ve tüm gezegenlerin birbiri ardı sıra uygun bir biçimde iç içe geçmesini izledim."

Gerçekte varsayılan bu ilişki olgusal temelden yoksundu; ancak Kepler bu araştırmasında büyük coşku yaşamış ve her ne kadar da başarısız olsa da bu onu gezegenlere ait yörünge büyüklükleri arasında bir tür korelasyon düşüncesine getirmiştir. Nitekim Kepler'in formüle ettiği üçüncü yasası bu düşünceden kaynaklanır.

Kepler'in önemi, gezegenlerin daire biçimindeki yörüngeler üzerinde değil de elips yörüngeler de dolandığını keşfetmesinden kaynaklanır. Bu fikre ise Mars gözlemleri sayesinde ulaşmıştır. Mars'ın hareketini dairesel yörüngeye oturtmaya çalışan ve Brahe'nin gözlemleri ile kendi gözlemlerini karşılaştıran Kepler, kuramda 8 dakikalık bir hata bulmuş ve kendisinden önce Copernicus 10 dakikalık bir hata ile tatmin olacağını düşünerek, bu hatanı neden kaynaklanabileceğini düşünmeye başlamıştır.

Böylece Kepler, Mars yörüngesinde ortaya çıkan bu 8 dakikalık hatanın gerçekte kuramdan kaynaklandığını varsayarak, Mars'ın sadece iki konumda dairesel yörünge üzerinde bulunduğunu ancak diğer konumlarda Mars'ın daire içerisinde kalması gerektiğini ortaya koymuştur.

Ancak bu onu hayal kırıklığına uğratmış ve Mars ile uğraşmayı bir kenara bırakarak Yer yörüngesi üzerine çalışmaya başlamıştır. Bu çalışma sonucunda, Yer'in hızını Güneş'e olan uzaklığı ile ters orantılı olduğunu bulan Kepler, eşit olmayan hızlarda süpürülen alanların eşit zamanlarda alındığını düşünerek ikinci kanunu olan alanlar yasasına ulaşmış ve bu yasa Kepler'i dairesel yörünge fikrinden vazgeçirmiştir.

Kepler hesaplamalar sonucunda, bir gezegenin Güneş'e yakın olduğunda hızlı, uzak olduğunda ise yavaş hareket ettiğini bulmuştur. Buna göre gezegen eşit zamanlarda eşit alanlar taramaktaydı; Kepler ikinci kanununu bulmuştu:

Güneş'le gezegeni birleştiren doğru parçası, eşit zamanlarda eşit alanlar süpürür. Gözlemler, gezegenin Güneş etrafında dolanırken bazen yavaş bazen de hızlı dolandığını göstermekteydi. Oysa daire üzerindeki hareket düzgün olmalıydı. Demek ki yörünge daire değildi. Yörünge daireden farklı olmalıydı.

Kepler bu yörüngeyi oval ya da yumurta şeklinde olması gerektiğini düşündü ve hesaplarını buna göre yaptı. İdeal bir daire içerisine oval biçimli bir yörünge çizdi. (Şekil 8) ve Mars'ı bu yörünge üzerine yerleştirdi. Yörüngeyi basık kısmı ile ideal daire arasında kalan kısmının en kalın noktalarını ölçtü ve bu değeri, dairenin r yarıçapı 1 birim olarak alındığında 0.00429 olarak buldu.

Bundan sonra Kepler, Mars-Güneş-Yörünge merkezi arasında oluşan açı değerlerini ölçtü ve bu açının maksimum değerinin $5^{\circ} 18'$ olduğunu buldu. Açının sekantını aldı. Sonuç şaşırtıcıydı; açının sekantı 1.00429 çıkmıştı. Gerçekten de Mars, açının en büyük olduğu konumda, daire üzerinde değil de oval bir yörünge üzerinde bulunuyordu. Böylece Kepler yörüngeyi eliptik olması gerektiğini buldu. Bu Kepler'in birinci yasasıdır. Buna göre; Yer' de dahil olmak üzere, bütün gezegenler, odaklarının birinde Güneş'in bulunduğu bir elips üzerinde dolanırlar.

Kepler bu yasayı nasıl bulduğunu 1605 yılında David Fabricius'a yazdığı mektubunda şöyle yazar;

“Sevgili Fabricius, ne kadar aptalmışım! Araştırmam boyunca Mars yörüngesi sorununun yanıtını elimde tutuyormuşum da haberim yokmuş! 8 dakikalık bir yay hatası nedeniyle o sorunla uğraşmaktan vazgeçtiğimden bu yana dört uzun yıl geçti ve şimdi yeniden bu konuya yöneldim...”

İşe yeniden, Mars'a dairesel bir yörünge vermeye çalışarak başladım. Bunda başarısız oldum. Sonuç basitçe, gezegenin yolunun iki yandan içe doğru ve karşıt kutuplarda yine dışa doğru eğimlendiği idi.

Bu oval figür beni çok ürküttü. Bu, bilimimizin başlangıcından bu yana astronomlarca tartışmasız kabul edilen dairesel hareket doğasına tersti. Fakat ortaya koyduğum kanıtlarda göz ardı edilemezdi.

Biliyorum ki Mars için geçerli olan, diğer gezegenler ve Yer için de geçerli olacaktı. Bu dehşet verici bir şeydi. Ben kimdim ki Yer'in yörüngesini yeniden biçimlendiriyordum? Kısa bir hazırlık aşamasından sonra bu ovalin bir yumurtaya benzediğini buldum.

Bu şüpheli yumurtanın yerini bulmak için 180 tane Mars –Yer uzaklığı hesapladım ve bunları topladım. Bu işlemi 40 kez yineledim. Yine de başarısız oldum. Daha sonra gerçek yörüngenin yumurta şekli ve çember arasında bir şekil olması gerektiğine karar verdim; tıpkı tam bir elipsmiş gibi...

Daha sonra o tuhaf ve harika olay gerçekleşti. Ovalin basık tarafıyla ideal bir çemberin yörüngesi arasında bulunan kısımların en kalın noktalarının 0.00429'a eşdeğer bir genişlikleri olduğu ortaya çıktı.

Artık Mars'ın konumu, Güneş ve Mars'ın yörüngesinin merkezi arasında oluşan açıya yönelmiştim. Şaşkınlık içerisinde bu açının sekantının 1.00429 olduğunu gördüm. Bu değer in yeniden karşıma çıkması, bu açıyla Güneş arasında, gezegenin aldığı yolun her noktasında sabit olan bir ilişki olduğunu gösterdi bana. Sonunda, bu sabit oranı kullanarak Mars yörüngesini hesaplamanın bir yolunu bulmuştum.

Umutsuzluk içinde bu formülü bir kenara atıp, yörüngenin bir elips olduğunu varsayarak yeni bir hipotez geliştirdim.

tirdim. Geometri yoluyla bu figürü kurduğumda, kaçınılmaz olarak iki yöntemin de aynı sonucu verdiğini gördüm ve anladım ki denklem, elips şeklinin matematiksel bir ifadesiydi.

Artık bunu bir yasa olarak ortaya koyabilirdim; basit, kısa ve gerçek: Gezegenler Güneş tek bir odakta olmak üzere elips biçiminde hareket ederler.”

Kepler bu yasası ile o zamana kadar daire olarak bilinen gezegen yörüngelerinin elips olduğunu söylüyordu. Bu ise, daha önce daireye göre yapılan hesaplamalardaki sapmaları tamamen ortadan kaldırmaktaydı. Kepler bulduğu bu iki yasayı (elips yörünge ve eşit alanlar yasası) Astronomia Nova (Yeni Astronomi, 1609) adlı kitabında açıkladı.

Bu çalışmadan dokuz yıl sonra ise Kepler, gezegenlerin periyotları ve uzaklıkları arasında bir bağıntı bulur. Harmonik yasa olarak bilinen bu ilişkiyi ise Harmonica Mundi (Evrenin Uyum, 1619) adlı eserinde yayımlar.

Buna göre, gezegenlerin periyotlarının karesi ile Güneş’e olan uzaklıklarının küpü birbirleri ile orantılı idi. Bu ise üçüncü yasadır;

Kepler’in bulduğu yanıtlar, gezegen sistemiyle ilgili kuvvet yasalarının saptanması için gerekli olan temeli sağlamış ve Copernicus’u haklı çıkarmıştır. Diğer taraftan teorinin tam olarak yerine oturması için önce sistemin olanaklılığının gözlem yolu ile doğrulanması gerekiyordu. Bunu ise Galilei sağladı.

Kepler gezegen hareketlerinin dinamik yönü üzerinde de çalışmıştır. 1605 yılında yine David Fabricius’a yazdığı mektubunda şunları yazar;

“Astronomia Nova’daki amacım, göksel mekanizmanın tanrısal ve canlı varlık olmadığını fakat bir tür saat mekanizması olduğunu ve var olan her hareketin basit manyetik ve özdeksel bir güçten kaynaklandığını göstermektir.

Daha da önemlisi, beni özellikle ilgilendiren şey bu

göksel mekanizmanın biçimi ya da görünümü değil fakat gerçekliğidir. Gezegenel hareketlerin matematiksel açıklamaları gözümde inandırıcılıklarını yitirdiklerinde, bu hareketleri fiziksel nedenleri açısından açıklamaya çalıştım. Benden önce hiç kimse böyle bir şeye kalkışmadı; geçmişte kimse düşüncelerini bu çerçeveye oturtmadı.”

Gezegen Güneş’ten uzaklaştıkça hareketi azalıyor, yani Güneş’in hareket ettirici gücü azalıyordu.

Bunun nedenini vermeye çalışan Kepler, Güneş’teki güç ışıması kavramına ulaştı ve buna “anima motrix (hareket ettirici güç)” adını verdi ve 1621’de *Mysterium Cosmographicum* adlı eserinin ikinci baskısına şu dipnotu ekledi:

“Ruh (anima) sözcüğü yerine kuvvet (vis) sözcüğünü koyarsanız Astronomia Nova’nın dayandığı ilkelerin aynı-sını elde edersiniz. Gezegenleri hareket ettiren nedenin bir ruh olduğuna tamamen inanıyordum. Ancak hareket ettirici nedenin. Güneş’e olan uzaklık arttıkça zayıfladığını fark ettiğimde, bu kuvvetin maddesel olması gerektiği sonucuna vardım.”

Kepler’in anima motrix adını verdiği bu güç Güneş’ten çıkıyordu. Güneş’in mıknatıslığı çembersel fakat maddesel olmayan “görünüşler” uzay (species) içinde yayılıyordu. Kepler ışınların maddesel olmayan görünüşlerle yayıldığı düşüncesini Grosseteste ve Bacon’da almıştı.

Bu görünüşler ışıktan farklı olarak her yönde değil, sadece gezegenleri yörünge düzlemleri civarında, yani ekliptik düzlemi boyunca yayılıyordu. Uzaklıkla güç ters orantılıydı. Böylece bir gezegenin yörüngesindeki hızı mesafeye bağlı olarak farklılık kazanıyordu.

Güneşsel olan bu güç gezegenlerin dolanmasını sağlıyordu. Zira Güneş kendi eksenini etrafında ekliptiğe dik olarak dolanıyor ve bu dolanım, gücü gezegenlere ileten etra-

findaki bu “ görünüşleri” batıdan doğuya doğru sallıyordu. Böylece dairesel bir akıntı ya da vorteks oluşuyor ve bu da gezegenin hareketini sağlıyordu.

Ancak Güneş sebebiyle oluşan bu vorteksler gezegeni Güneş’le ortak merkezli dairesel bir yörüngede taşıya bilirdi. Bu nedenle oluşan dairesel hareketi eliptik harekete dönüştüren güçler olmalıydı. Gilbert’in *On the Magnet* (Mıknatıs Üzerine, 1600) adlı kitabının yayımlanmasından önce Kepler magnetizmaya ilgi duymaktaydı.

Bu konuda Harwart von Hohenburg’a yazdığı mektubunda bu ilgisini dile getirmiştir. Gilbert’in kitabından sonra Kepler’in konuya ilgisi arttı ve bu olgunun gezegenlerin eliptik hareketinin izahını sağlayacağına inandı. Böylece kısmen *Commentory on Mars*’ta ve kısmende *Epitome Astronomiae Copernicanae*’de konuya ilişkin teorisini geliştirdi.

Kepler’e göre gezegenler dev bir mıknatıstır. Bunun kanıtı da Gilbert’in Yer’in bir mıknatıs olduğu görüşünde arar. Zira Yer de bir gezegendir. Her gezegen manyetik bir eksene sahiptir. Bu manyetik eksen her zaman aynı yöndedir ve kendisine paralel kalır. Bu eksenin iki kutbu vardır. Bu manyetik kutuplardan biri Güneş tarafından çekilir diğeri itilir.

A noktasında bir gezegen olsun. Bu konumda gezegenin manyetik kutupları Güneş’ten çıkan güç gezegeni yörüngesinde ileriye doğru hareket ettirir ve bu hareketle gezegen sırasıyla B,C,D,E konumlarına ulaşır. Bu durumda “Güneş’e dost (soli amica) kutup Güneş’e doğru döner; “Güneş’e düşman” (soli discors) kutup ise aksi yöndedir.

Böylece yörüngenin bu kısmında gezegen Güneş tarafından çekilir. Bu, gezegen E konumuna ulaşınca kadar devam eder. E konumunda çekim ve itim yine dengelenir ve birbirlerine eşit olur. Gezegen E konumunu geçince zıt kutup (düşman kutup) Güneş’e döner ve yörüngenin bu ikinci, kısmında gezegen Güneş tarafından itilir ve A konumuna ulaşınca kadar gezegenin mesafesi artar.

Ancak gezegenin manyetik eksenini Güneş'in etkisiyle küçük bir sapma oluşturur. Eksen, gezegen ortalama uzaklığında iken tam olarak Güneş'i işaret eder. Güneş, gezegen alt çeyrekte iken, uzun bir müddet zayıf bir kuvvet ile üst çeyrekte iken ise kısır bir süre fakat güçlü bir kuvvetle eksenini eğir. Gezegen yörüngelerinin dışmerkezlik değeri, gezegenlerin manyetik yoğunluklarına bağlı olarak farklılık gösterir. Fakat en büyük hızın en küçük hıza oranı her zaman sabittir.

Kepler'in "*Ruh (anima) sözcüğü yerine kuvvet (vis) sözcüğünü koyarsanız Astronomia Nova'nın dayandığı ilkelerin aynısını elde edersiniz.*" sözüne geri dönelim. İlk bakışta, bir sözcüğün yerine bir başkasının geçmesinden başka bir şey değilmiş gibi görünür. Ancak iki sözcük tamamen farklı iki görüşü temsil etmektedir. Anima yerine vis okumak, animistik bir görüşü mekanik bir görüş için terk etmektir.

Kepler artık doğayı canlı bir varlık olarak değil bir makine olarak görmektedir. Eğer gezegenlerin hareketleri ruh yerine bir güce atfedilirse bu onların cansız cisimler olarak görünmek istendiğini gösterir. Cansız cisimler ise mekanik kanunlara maruz kalırlar.

Böylece Kepler, gezegen hareketi kuramında vis sözcüğünü anima yerine kullanmaya başladığında doğru yönde ilk adımı atmış oluyordu. Bu sadece vis sözcüğünün animanın açıklayamadığını açıklayabilmesi yönünde atılmış bir adım değil, aynı zamanda vis sözcüğünün kullanılmasıyla gezegen hareketlerinin mekanik kanunlar yardımıyla anlaşılabileceği yönünde atılmış bir ilk adımdır.

Bu noktadan sonrası, gezegen hareketlerinin ne türde güçlerle yönetildiği ve hangi yasalara uyduğunun belirlenmesidir.

Kepler'in gezegen hareketlerinin bu izahı Güneş sisteminin mekanik anlamını verme yolunda atılmış ilk ciddi

teşebbüstür. Ne var ki Kepler bunun ötesine geçememiştir. Zira Kepler, bir gezegenin hareketini sürdürmesi için sabit bir gücün olması gerektiğine inanıyordu. Güç kesildiğinde gezegen durmalıydı.

Ona göre bu aktif güç manyetizma idi; “*Gezegenler birer mıknatıstırlar ve Güneş tarafından manyetik güçle idare edilirler; sadece Güneş canlıdır.*”

Kepler’in diğer bir önemli eseri de Epitome Astronomiae Copernicanae’dir (Copernicus Astronomisinin Özeti, 1618-1621). Güneş merkezli astronominin kanıtlamalarını, elips hareketi, evrendeki harmoniği ve gezegen hareketlerine ilişkin bulgularını verdiği bu eserinde Kepler ayrıca, Tycho Brahe’nin gözlemlerine dayanarak gezegenlerin kürelerinin neden Aristoteles yandaşlarının söylediği gibi katı olmayacağına ilişkin görüşlerini de verir.

O buna ilişkin üç kanıt ileri sürer:

1. Eğer gezegenleri taşıdığı yöne sürülen bu küreler katı olsalardı, kuyruklu yıldızlar bir küreden diğerine geçemeyeceklerdi.

2. Eğer göksel cisimler Yer’i merkeze alan katı kürelerden oluşan yörüngelerde dolanıyor olsalardı, göksel cisimlerden gelen ışıklar defalarca kırılmalıydı.

3. Gözlemlerimize göre, Mars Yer’e bazen Güneş’ten daha yakın bazen de daha uzaktır. Küreler katı ise bu durum asla olamaz.

Kepler astroloji ile de uğraşmıştır. 1602 yılında Kralın astrolojik eğilimlerine cevap verebilmek için On the More Certain Foundations of Astrology (Astrolojinin Kesin Dayanakları) adlı kitabını kaleme almıştır. Burada Kepler astrolojiye ilişkin olarak şunları söyler: “Her canlıya varlığın anlamını veren doğa, bir yardımcı olarak astrolojiyi armağan etmiş ve astronomi ile birleştirmiştir.”

Johannes Hevelius (1611-1687)

Johannes Hevelius müstakil olarak çalışmıştır. 1647’de Selenographia (Ay’ın Fiziksel Coğrafyası) adlı bir kitap yayınlamış ve burada Ay yüzeyinin önemli dağlarını, kraterlerini, karanlık bölgelerini, denizlerini tanımlamış ve isimlendirmiştir.

Onun kullandığı bazı isimleri günümüzde de kullanılmaktadır. Hevelius’un diğer önemli eserleri Prodrömus Cometicus (1654) ve Cometographia’dır (1668). Hevel bu iki eserinde de kuyruklu yıldızları incelemiştir. 1500 yıldızı içeren bir yıldız katalogu da olan Hevel ilk sistematik kuyruklu yıldız kayıtlarını tutmuştur.

Francesco Maria Grimaldi (1618-1663)

2 Nisan 1618’de Bologna’da doğdu, 28 Aralık 1663’te aynı kente öldü. Sırasıyla Parma, Ferrara ve Bologna’daki Cizvit okullarında felsefe, retorik ve dinbilimi öğrenimi gördü. 1647’de felsefe doktorasını tamamlamasının ardından Collegio di Bologna’da felsefe dersleri vermeye başladı. Bir yıl sonra matematik bölümüne geçti, astronomi ve Mekanik araştırmalarına yöneldi.

Bu dönemde, yardımcılığını yaptığı Giovanni Riccioli’nin (1598-1671) deneylerine olduğu kadar kitaplarının içeriğine de önemli katkılarda bulunan Grimaldi, 1655’ten sonraki çabalarını, ölümünden kısa bir süre önce tamamlayabildiği “Physicomathesis de lumine” (Işık Üzerine Fiziksel-Matematiksel Bir Tez) adlı kitabın yazımında yoğunlaştırdı.

Riccioli ile birlikte yürüttüğü çalışmalar sırasın da serbest düşmeye bırakılan bir cismin aldığı yolun zamanın karesiyle orantılı olarak değiştiğini savlayan yasaya deneysel olarak varmayı ve Ay'a ilişkin gözlemlerinin sonucunda da oldukça ayrıntılı bir Ay haritası çıkarmayı başaran Grimaldi, bilimsel katkılarının en önemlisini, ışığın yansıma ve kırılma özelliklerinin yanı sıra kırınıma uğrama özelliğinin de gözlemlemekle yapmıştır.

İçine yalnızca dar bir delikten güneş ışığı girmesine izin verilen bir odaya yaptığı deneylerde, ışığın yolu üzerine yerleştirilen ışık geçirimsiz bir cismin ekrana düşürülen görüntüsünün içinde parlak ve renkli çizgiler bulunduğunu görmüş, başka bir deneyde ise ikinci ve daha dar bir delikten geçmesini sağlayan ışığın ekranda yarattığı aydınlık bölgenin beklenenden daha geniş olduğunu gözlemlemiştir.

Işığın bir engele rastladığında büküldüğünü gösteren ve çizgisel yayılmayla açıklanamayan bu sonuçlara bir akarsuyun, karşılaştığı engeller çevresindeki davranışları arasındaki koşutluğu de lumine'de açıklayan Grimaldi, ışığın kırınıma uğradığını göstermekle, sonraları Huygens'in kuruculuğunu yapacağı dalga kuramına ulaşma yolu açmıştır.

Christian Huygens (1629-1695)

Paris Gözlemevi'nde çalışmış en önemli astronomlardan biridir. Huygens kendi hazırladığı teleskoplarla yaptığı keşiflerle tanınır. Mercekler ve merceklerin nasıl yontulması gerektiği üzerinde çalışan, “Huygens Merceği” adı ile anılan merceği yapmıştır. Huygens'in bu konuya ilişkin eseri ölümünden sonra basılmıştır (*Commentarii de Formendis Poliendisque Vitris ad Telescopia*, 1703).

1671 yılında Paris Gözlemevi'nde çalışmaya başlayan Huygens'in en önemli keşfi, Satürn gezegeninin halkasıdır. Galilei Satürn'ü gözlemlemiş ve Satürn'e yapışık iki yapıdan söz etmişti. Huygens ise kendi yaptığı yaklaşık 4 metrelik teleskopla bu iki yapının Satürn'ün halkaları olduğunu bulmuştur.

1953-1956 yılları arasında yaptığı gözlemlerde Satürn gezegeni çevresinde yaklaşık 28° eğimli ince bir yapı gözlemleyen Huygens, gerçekte bu yapının Satürn'ün halkası olduğunu tespit etmiştir.

Aynı yıl Satürn'ün safhalarını inceleyen Huygens ayrıca Satürn gezegeninin uydusu Titan'ı da keşfetmiş (1655) ve bu keşfini 1656 yılında "De Saturni Luna Observatio Nova" adlı eserinde vermiştir. 1659 yılında ise, "De Saturni Luna Observatio Nova" anagram biçiminde bahsettiği Satürn'ün halkasına ilişkin keşfini "Systema Saturnium" (Satürn Sistemi) ayrıntılı olarak ele almıştır.

1658 yılında daha önce William Gascoigne tarafından 1640'ta bulunmuş olan mikrometreyi astronomik amaçla kullanan Huygens, "Satürn Sistemi" (1659) adlı eserinde mikrometreyi teleskopla birlikte bir ölçüm aracı olarak betimlemiş ve konumsal astronomi alanında devrim yaratmıştır.

Huygens kesin zaman ölçümü üzerine de çalışmıştır. Bu amaçla bir saate ucunda bir ağırlığın bulunduğu bir sarkaç ilavesiyle ilk sarkaçlı saati geliştirmiş (1657) ve bu aracı 1658 yılında yayımladığı Horologium (Saat) adlı eserinde betimlemiştir.

1673 yılında ise sarkaçlı saatlerin prensiplerini ele alıp matematiksel analizini yaptığı Horologium Oscillatorium (Sarkaçlı Saat) adlı eserini yayımlayan Huygens bu eserinde, dinamiğin maddeler sistemine ilk uygulanması olan bileşik sarkaç kuramını ortaya koymuş ve bir sarkacın salınımının, Galilei'nin de işaret ettiği gibi, eş zamanlı olduğunu göstermiştir. Ayrıca Huygens, sarkacı saatlerde ayarlayıcı olarak da kullanmıştır.

Sarkacın ilk kim tarafından saatlere uygulandığı meselesi çelişkilidir. Bu başarı Galilei'ye, J. Bürgi'ye, R. Harris'e ve Huygens'e atfedilmiştir. Galilei sarkacın eş zamanlı olduğunu biliyordu. 1641 yılında görme duyusunu yitirdikten sonra oğlu Vincenzo'ye sarkacın nasıl saatlerde kontrol mekanizması olarak kullanılabileceğini açıklamıştı. 1649'da ise Vincenzo Galilei'nin bu fikrini uygulamaya

başlamıştı. Ancak çalışmaları sona ermeden Galilei öldü ve bundan bir sonuç alınamadı.

Diğerlerinin çalışması ne olursa olsun böyle bir saati yapan ilk kişi Huygens'tir. Huygens Galilei'nin sarkaca ilişkin çalışmasından haberdardı. Ancak onun Galilei'nin kontrol mekanizmasını bilip bilmediği hakkında bir bilgimiz yoktur. Huygens'in kontrol mekanizması Galilei'nin kinden farklıydı. Sarkacın eş zamanlı oluşu meselesinde gerçek daire ile sikloid eğri arasındaki farkı biliyordu.

Huygens eşzamanlılığı elde etmek, yani sarkacın çizmiş olduğu eğriyi sikloid eğrisi haline getirmek için iki sikloid yanak kullanmıştır. Huygens, sarkacın salınım açısı ne olursa olsun bu hatayı sikloid eğrisi çizmeye zorlayarak ortadan kaldıracılabileceğini düşünüyordu. Ancak bu beraberrinde başka hatalar da getirmiş ve bu yüzden bu uygulama hemen terk edilmiştir.

Huygens yaşamının son yıllarında tekrar astronomi üzerine çalışmaya başlamıştır. 1698 yılında ölümünden sonra basılan eseri "Cosmotheoros" astronomideki son gelişmeleri popülerize etmeye yöneliktir ve burada ayrıca diğer gezegenlerde yaşam olasılığı da tartışılmaktadır.

Olaus Roemer (1644-1710)

Paris gözlemevinde çalışan Roemer (1644-1710)'in en önemli keşfi ışığın sonlu hızda olduğunu bularak ışığın hızını belirlemesidir. Roemer'den önce Descartes ışığın hızının sonlu olduğunu söylemiş ancak buna ilişkin bir değer vermemişti. Descartes'ten sonra Galilei ışığın hızını ölçmek için ilk girişimde bulunmuş ve buna ilişkin bir deney tasarlamıştır.

Kendisi ve yardımcısı, aralarında yaklaşık 5 kilometrelik bir mesafe bulunan iki ayrı tepe üzerine, fenerlerini de alarak çıkarlar. Her ikisi de yanan fenerlerini örterler. Galilei fenerini açar ve ışık 5 kilometrelik mesafeyi aşarak yardımcısına ulaşır. Yardımcısı ışığı görürü görmez kendi fenerini açar ve fenerinin ışığını Galilei'ye gönderir. Işık Galilei'ye ulaştığında Galilei, kendi fenerinin ışığını yardımcısına gönderdiği zaman ile yardımcısının fenerinin ışığını gördüğü zaman arasındaki süreyi ölçer ve mesafeden de yararlanarak ışığın hızını tespit eder. Ancak ışığın hızını bulma yolundaki bu ilk girişim, tepki sürelerinin ışığın aldığı yolculuk süresinden daha uzun olması nedeniyle başarılı olmamıştır.

Işığın hızını ölçmeye yönelik ilk ciddi çalışma Roemer'e aittir. 1675 yılında Jüpiter'in uydularının hareketini gözlemleyen Roemer şu sonuca ulaşır: *"Işık, uzayda, büyük bir hızla, belirli bir zamanda hareket eder."* Roemer Jüpiter'in uydularının tutulma sürelerini ölçer tutulma süreleri arasındaki farklılıklar ve bu farklılıkların Yer'in hareketinden kaynaklandığını tespit eder.

Yer yörüngesinde belirli bir yerde iken uydunun tutulmada kalma süresi 42.5 saat idi. Ancak altı ay sonra Yer yörüngesi üzerinde 180° bir kat edeceği için aynı uydunun tutulma süresinde 1000 saniyelik bir artış oluyordu. Burada Roemer, Jüpiter'in uydusunun ışığının Yer'in yörüngesinin çapı kadar fazladan bir yol kat ettiği ve bundan da t' zamanına karşılık geldiğini buldu ve bu sayede ışığın hızını ölçmeyi başardı. Bu, bilim tarihinde ışığın hızını ölçmeye yönelik ilk başarılı girişimdir.

Edmond Halley (1656-1742)

Edmond Halley (1656-1742) Greenwich gözlemevinin ikinci müdürü ve ikinci kraliyet astronomudur. 1676 yılında güney yarıküreye gözlem yapmak üzere gitmiş ve burada yaptığı gözlemlerin sonuçlarını 1678’de bir katalog halinde yayımlamıştır. İlk defa bir teleskop temel alınarak hazırlanan bu katalogda 360 güneysel yıldızın konumlarını vermiş olan Halley’e bu başarısından ötürü “*Güney’in Tychosu*” unvanı verilmiştir.

Halley’in en önemli çalışması kuyruklu yıldızlar üzerinedir. Kuyruklu yıldızlar üzerinde araştırma yapan Halley, bu gök cisimlerinin gelip geçici olmayıp Güneş’in birer üyesi olduklarını ve üzerinde çalıştığı kuyruklu yıldızın (daha sonra Halley adı verilmiştir) ise 75-76 yıllık süreler içinde Güneş’in çevresinde dolandığını kanıtlamıştır.

Daha önceleri kuyruklu yıldızların sisteme dahil olmadıkları düşünülüyordu. Isaac Newton’a bunlar gravitasyonun etkisiyle Güneş’e çekilip ve sonra uzaklaşmaktaydılar.

Halley, 1680-1682 yılları arasında 24 kuyruklu yıldız üzerinde çalıştı ve bunların yörüngelerini belirledi 1682’de ise bir kuyruklu yıldız gözlemledi.

Kayıtlara göre bu yıldız 1607’de Kepler tarafından gözlemlenmiş ve hatta 1531’de de görülmüştü. Gözlemler arasında 76 yıllık fasıla bulunduğunu gören Halley, buradan hareketle bu kuyruklu yıldızın 76 yıl sonra 1758’de gözleneceğini söylemiştir (1705). Ona göre kuyruklu yıldızlar gelip geçici değil, Güneş sisteminin birer üyesidirler ve Newton yasası uyarınca Güneş’e çekilirler ve itilirler.

Halley’in diğer bir gözlemi sabit yıldızlar üzerindedir. Halley sabit yıldızları gözlemlemiş ve bazılarının parlaklıklarının Batlamyus’tan bu yana değiştiğini, bazılarının da kaybolduğunu bulmuştur. Üç yıldızın da yer değiştirdiğini, tespit etmiştir (Sirius, Procyon, Arcturus). Onun bu keşfi sayesinde yıldızların öz hareketleri olduğu anlaşılmıştır (1718).

Halley Güneş tutulmasıyla da ilgilenmiş, tutulma sırasında oluşan Corona (Taç)’yı gözlemlemiş ve bunun Ay’ın atmosferi nedeniyle oluştuğunu söylemiştir. 1761 ve 1796 yıllarında Venüs’ün Güneş’in önünden geçişini gözlemleyerek Yer-Güneş mesafesini tespit etmek isteyen Halley, bunun için en uygun gezegenin Merkür olduğunu düşünerek Merkür’ün Güneş önünden geçişini belirlemiştir.

Anders Celsius (1701-1744)

Andres Celsius 27 Kasım 1701'de Uppsala kentinde doğdu, 25 Nisan 1744'te aynı kentte öldü. Babası astronomi profesörüydü. Astronomi, matematik ve deneysel fizik okuyan Celsius, bir süre Uppsala Üniversitesi'nde matematik profesörü olarak öğretim üyeliği yaptıktan sonra 1730'da astronomi profesörlüğüne getirildi. 1733'te kendisinin ve başkalarının kutup ışıklarına (aurora borealis) ilişkin, yapmış oldukları 316 gözlemin sonuçlarını derleyerek yayımladı.

1736'da dünyayı kutuplarda daha basık olduğunu ileri süren Newton'un savını kanıtlamak amacıyla saha araştırması yapan Maupertius'un ekibiyle İsveç'in kuzeyindeki Tornia'ya gitti. Meridyen ölçümündeki katkılarıyla bu ekibin Newton'un savını doğrulamasına yardımcı oldu. 1740'ta Uppsala Gözlemevi'ni kurarak, Jüpiter'in uydularının ışık şiddetindeki değişimi ve fotometrik yöntemlerle yıldızları inceledi.

Celsius bugün astronomi alanındaki çalışmalarında çok, 1742’de önerdiği sıcaklık ölçüm sistemi ile tanınır. Termometrelerde yüzlük derecelendirme daha önce kullanılmışsa da bu skala da bugün kullanılan sistemde iki sabit derecenin bulunması Celsius’un önerisinden kaynaklanmaktadır.

Celsius bu amaçla buzun ergime ve suyun kaynama derecelerini sabit noktalar alarak alıp aradaki farkı yüz eşit dereceye bölerek bugün kullanılan termometre sistemini oluşturmuştu. Ne var ki suyun kaynama noktasını 100°C , donma noktasını ise 0°C olarak kabul etmişti. Bu derecelendirme sekiz yıl sonra Celsius’un öğrencisi M. Stromer tarafından tersine çevrilerek bugün kullanılan durumuna getirildi. Santigrat (Centigrade) adıyla da bilinen Celsius derecelendirme sistemi, Fahrenheit ve Kelvin’inkilerle birlikte bugün yaygın olarak kullanılan üç sıcaklık ölçüm sisteminden biridir.

Charles Messier (1730- 1817)

26 Haziran 1730 Badonviller’de doğdu. 12 Nisan 1817 Paris’te öldü. Bulutsuların ve yıldız kümelerinin ilk sistemli katalogunu hazırlayan Fransız astronomdur. O dönemde bulanık ışık yayan her gökcismine bulutsu deniyordu.

Messier 1751’de ünlü Fransız Astronom Joseph-Nicolas Delisle’in gözlem kayıtçılığına getirildi. Halley KuyrukluYıldızı’nın 1758-1759 arasındaki dönüşü sırasında bu kuyrukluYıldızı Fransa’da gözlemleyen ilk astronom oldu. Bu olaydan sonra yeni kuyrukluYıldızlar araştırmaya girişti, bunlardan yeni 13 tanesini keşfetti, pek çok başkasını da gözlemledi.

Bulutsuların kuyrukluYıldızlarla karıştırılmasına son vermek için 1760’ta bir bulutsu listesi hazırlamaya başlayan Messier’nin kataloguna aldığı bulutsuların pek çoğu günümüzde de onun verdiği katalog numarasıyla anılır. Messier 1764’te Londra’daki Royal Society’ye yabancı üye olarak kabul edildi. 1770’te Paris Bilimler Akademisi üyeliğine seçildi.

Messier Katalogu, Fransız Astronom Charles Messier'in hazırladığı yıldız kümesi, bulutsu ve gökada listesi. Katalogda yer alan 109 gökcisminden pek çoğunu Messier kendisi keşfetmiştir. Bugün bile amatör astronomlarca kullanılmakta, özgün katalog numaralarından yararlanılmaktadır.

Messier katalogu'nda, Yengeç bulutsusu (M 1), Ülker yıldız kümesi (M 45) ve büyük sarmal Andromeda Gökadası (M 31) gibi oldukça farklı yapıdaki gökcisimleri yer alır. Kuyruklu yıldızları belirleme çabasında olan Messier'in katalogu hazırlamaktaki amacı kuyruklu yıldızları öteki gökcisimleri ile karıştırılmasını önlemektir.

Kırk beş gökcismini içeren ilk listesini 1771'de yayımlayan Messier, kataloguna son halini bunu izleyen on yıl içinde verdi. 1784'te Messier listesine 103 yıldız kümesi, bulutsu ve gökadayı almıştı; 1786'da Pierre Mechain 6 gökcismi daha ekledi. Messier'nin katalogunda yer verdiği 5 gökcisminin (M40, 47, 48, 91, 102) varlığı bugün tartışmalıdır.

Frederick William Herschell (1738-1822)

Gözlemsel astronomi alanındaki en önemli çalışma Herschell'e aittir. Herschell'in kızkardeşi Carolin ve oğlu John da astronomdur. Herschell merceklerini kız kardeşiyle birlikte hazırlamış ve çok güçlü teleskoplar yapmıştır. Teleskopun çapıyla yıldız uzaklığı arasında bir oran olduğunu bulmuştur.

Buna göre, teleskop merceğinin R çapıyla yıldızın L uzaklığı arasında doğru orantı vardır. Örneğin, merceğin çapı 40 inç olan bir teleskopla A yıldızını, 10 inç olan bir başka teleskopla da B yıldızını gözlemleyelim. Eğer iki yıldızın parlaklığı aynı ise A yıldızı B yıldızından 4 kat daha uzakta demektir.

Herschell astronomide oldukça önemli keşiflerde bulunmuş bir bilim adamıdır. En önemli çalışması galaksiler üzerinedir. Aristoteles kozmolojisi, gezegenlerin ve sabit yıldızların iç içe geçmiş kristal kürelere çakılı olduklarını varsayıyordu. On altıncı yüzyıla kadar geçerli olan bu görüş Tycho Brahe'nin yaptığı bazı gözlemler sonucunda geçerliliğini yitirmişti.

Bundan sonra sabit yıldızların evrende nasıl dağılmış oldukları sorusu gündeme gelmişti. Herschell astronomi tarihinde ilk defa sabit yıldızlar bölgesinde araştırma başlatmış ve teleskopla gökyüzünü tarayarak, evrende sabit yıldızların gelişi güzel değil, adacıklar, galaksiler oluşturduğu görüşünü ortaya koymuştur.

Ayrıca bizim sistemimizin Samanyolu galaksisine bağlı olduğunu bulan Herschell, bu gök adaların hareketini de incelemiş ve güneş sisteminin Herkül Takımyıldızı'na doğru hareket ettiğini de belirlemiştir.

Herschell'in asıl önemi Güneş sisteminin ilk yeni üyesini keşfetmesinden kaynaklanır. 1781 yılında Herschell kuyruklu yıldız sandığı hareketli bir gök cismini, yaptığı hesaplar sonucu, Güneş sisteminin altıncı üyesi olduğunu göstermiş ve bu gezegene Uranüs adı verilmiştir. 1787'de ise, yine Herschell tarafından bu yeni üyenin iki uydusu keşfedilmiştir.

Herschell'in önemli bir çalışması da çift yıldızlar üzerinedir. Gözlemleri sonucunda bazı yıldızların çift yıldız olduklarını bulan Herschell sayesinde, Newton'un kanunu artık evrensel bir hal almıştır.

Zira bu zamana kadar Newton'un çekim kanunu sadece Güneş sisteminde geçerli olduğu görüşü hâkimdi. Oysa çift yıldızlar da birbirlerinin etrafında çekim kanunu ile dönüyorlardı. O halde Newton'un çekim kanunu evrensel, yani bütün evrende geçerliydi.

Mars ve Satürn gezegenlerini de gözlemleyen Herschell, Mars'ın yörünge eğimini bulmuş ve bu gezegenin Yer'e benzediğini söylemiştir. Satürn gezegenin halkasının dolanım periyodunu da inceleyen Herschell, bu gezegenin uydusu olan Mimas'ı keşfetmiştir.

Herschell, yıldızlara ilişkin gözlemlerinde, bazı yıldızların parlaklıkların değiştiğini tespit etmiş ve bu olgunun

büyüklikle orantılı olduğunu belirleyerek bu değişimlerin periyotlarını vermeye çalışmıştır. Günümüzde bu yıldızlara “Değişken Yıldızlar” adı verilmektedir. Ayrıca yıldızların parlaklık değişimlerinin de inceleyen Herschell, parlaklık derecelerine göre yıldızları sınıflandırmıştır.

Herschell’in diğer çalışması Güneş lekeleri üzerinedir. Güneş lekelerini inceleyen Herschell bu lekelerin 11 yılda bir değişerek yeryüzündeki iklimleri etkilediğini bulmuştur. 1774’de Alexandra Wilson, Güneş lekeleri üzerine çalışmış ve bu lekelerin huni benzeri karanlık yapılar olduğunu ileri sürmüştü. Ancak Herschell, bu görüşü kabul etmez. Ona göre Güneş’in çekirdek kısmının üzerinde protosfer yer alır. Lekeler ise bu protosferin yırtık kısımlarıdır. Bu yırtık kısımdan çekirdek görünür ve biz bunları leke olarak algılarız.

Carl Friedrick Gauss (1777-1855)

Matematiğin prensi olarak anılan Gauss, fakir bir ailenin çocuğu idi. Gauss'un dehası çok erken yaşlarda kendisini göstermiş, daha konuşmayı öğrenmeden toplama ve çıkarmayı öğrenmiştir. Eğitimini güç koşullarda tamamlamış ve 18 yaşındayken Lagrange ve Newton'un eserlerini incelemiştir.

1 Ocak 1801'de yeni yüzyılın ilk gününde Ceres adlı asteroid'in bulunması onun astronomiye ilgisini uyandırmış ve çok az gözleminden yararlanarak bu asteroid'in yörüngesini hesaplamaya çalışmıştır. Bunu da 8. Dereceden bir denklem yardımıyla çözmüştür. 1802'de bulunan başka bir asteroidle de (Pallas) ilgilenmiş ve bu asteroid'in hareketine ilişkin bir eser yazmıştır.

Friedrich Wilhelm Bessel (1784-1846)

Bessel döneminin en önemli astronomlarındanır. 14 yaşındayken Bremen ticaret şirketine çırak olarak verilen Bessel, yirmi yaşındayken Lalende ve Olbers'in desteğiyle, Bremen yakınlarında özel bir gözlemevinde çalışmaya başladı. Başarılı çalışmalarıyla Prusya'nın 3. Frederich Wilhelm'in dikkatini çeken Bessel, hayatının geri kalan kısmını da burada geçirdi.

James Bradley'in yayımlanmış olan gözlemleri oldukça değerliydi, zira Bradley aletlerin ve gözlemlerin hatalarını belirlemişti. Bessel ise, sapma ve kırılma gibi asıl astronomik sabitler için doğru değerlere ihtiyaç duymuş ve astronomik kırılma çalışmasıyla başlamıştır.

Onu bu çalışması 1811'de öyle etki yaratmıştır ki Bessel'e çizgileri için Fransa Enstitüsü tarafından bir ödül verilmiştir. Bu çalışmaların sonuçlarının 1818 yılında "Astronomie Unter suchungen" adındaki eserinde yayımlan-

masıyla Bessel'in ismi de astronomi dünyasında duyulma başlamıştır.

Bessel'in en önemli başarısı astronomların yüzyıllardır yapmaya çalıştığı ancak başarısız oldukları bir konu, yani trigonometrik araçlarla bir yıldızın uzaklığını ölçmektir. Daha önce Bradley yıllık bir değişim bulmuştu ancak bu basit paralakstan ziyade ışığın sapmasından dolayı bir değişimdi.

Ancak Bradley'in bu çalışması astronomları, beklenen paralaktik kaymaların ne kadarda küçük (örneğin bir yayın yarısından daha küçük) olduğu konusunda uyarmıştı. Bessel, dikkatini 61 Cygni yıldızı üzerine yoğunlaştırdı. 61 Cygni yıldızını yanında daha belirsiz olan iki yıldızla göre 18 ay boyunca gözledi ve 1838 yılının sonlarında araştırdığı paralaktik kaymayı buldu. 1-2 yıl içinde de diğer paralaks-lar, Dorpat'ta F. G. W Struve ve Ümit Burnu Gözlemevi'nde Thomas Hendersen tarafından bulundu.

1818 yılında gözlemlerini bir katalog halinde yayımlayan Bessel, belli bir bölgedeki yıldızların sayısını tespit etmeye çalışmış ve bunu bir harita olarak vermiştir (Bonner Durchmsterrung).

Bu çalışmasında kendisine Argelander yardım etmiş ve haritayı oluştururken mikrometre de kullanmışlardır. Bessel, Ümit Burnu'nda Captown Gözlemevi'nde çalışmış ve Güney yarıküredeki yıldızları da inceleyen Bessel α -Centaruri'nin de paralaksını tespit etmiştir.

John Frederick William Herschell (1792-1871)

7 Mart 1792’de Buckinghamshire yakınlarındaki Slough’da doğdu, 11 Mayıs 1871’de Collingwood’da öldü. Uranüs’ü bulan ünlü William Herschell’in oğludur. Sürekli rahatsızlıklarla dolu bir çocukluk döneminin ardından 1809’da Cambridge’deki St. John’s College’a girdi. Burada, Babbage ve birkaç arkadaşıyla birlikte Analytical Society of Cambridge’i kurdu ve İngiltere’de geçerli olan matematiksel terimlemeye daha kullanışlı bir biçim kazandırma çalışmalarına katıldı. 1814’te hukuk öğrenimine başladıysa da kısa bir süre sonra astronomiye yöneldi.

Daha önce de optik konusunda bazı araştırmalar yapmış ve 1813’te Royal Society’ye sunduğu bir matematik çalışması nedeniyle bu kurumun üyeliğine seçilmişti. 1815’te kimya profesörlüğüne atanmak için yaptığı başvurunun Cambridge Üniversitesi tarafından geri çevrilmesi ve ardından çok ağır bir hastalık geçirmesi üzerine profesörlük gibi görevler üstlenmek düşüncesinden tümüyle vazgeçti.

Sonraki yıllarda bir yanda kimya ve matematik alanlarında ve ışığın davranışı konusunda önemli araştırmalar yaparken bir yandan da babasıyla birlikte çalışıyor, astronomi, teleskop yapımı ve kullanımı konularında uzmanlaşıyordu. 1820’de Royal Astronomical Society’nin kurucuları arasında yer aldı. 1822’de babasının ölümünün ardından astronomi çalışmalarını yoğunlaştırdı.

Gözlemlerini 1834-1838 arasında Güney Afrika’da, Ümit Burnu’nda sürdürdü. 1847’de Güney Afrika’daki gözlemlerinin sonuçlarını, iki yıl sonra birçok dile çevrilen “Outlines of Astronomy” (Astronominin Ana Hatları) adlı kitabını yayımladı. 1850’de darphane yöneticiliğine atandı. Uyumlu bir aile sayesinde ayakta durabilen sağlığı, yeni görevinin güçlüğü ve ailesinden uzakta yaşaması gibi nedenlerle hızla kötülemeye başladı.

1856’da darphanedeki görevinden ayrılarak ailesinin yanına dönen Herschell, yaşamının kalan süresinin tümünü yine yıldızları ve yıldız kümelerini kataloglamakla geçirdi.

Herschell, çeşitli dönemlerde Royal Society’nin başkanlığına ve başka ülkelerle ilgili sekreterliğine seçilmiş, iki kez de bu kurum tarafından altın madalya ile ödüllendirilmiştir. 1831’de Sir, 1838’de Baronet ünvanlarını almıştır.

Herschell’in astronomi’ye ilk büyük katkısı babası tarafından kataloglanmış olan çift yıldızlarla ilgili yeni gözlemler yapmak oldu. Herschell çekim yasasının evrenselliğinin kanıtlanmasını sağlayan çift yıldız gözlemlerinin sonuçlarını 1821 ve 1823’te yayımladığı makalelerde açıkladı. 1826’da, çift yıldızlarla ilgili araştırmalarının da duran yıldızların iraklık açılarının ölçümüne yöneldi. Herschell’in bulduğu rakamlar, iraklık açılarının yıllık değişimi probleminin çözümünde önemli bir aşama oluşturmuşlardır.

Kendisini babasının çalışmalarını sonuçlandırmakla yükümlü sayan Herschell, gökyüzünün İngiltere’de gözlem-

lenemeyen bölümünü incelemek amacıyla Ümit Burnu'na giderken yanında birisi kendisinin yaptığı yansıtmalı, öbürü 2 metre odak uzaklıklı bir merceği olan kırılmalı iki teleskop ta götürdü. Orada kaldığı dört yıl içinde 68.948 yıldızın konumunu belirledi, çiftyıldızlar ve bulutsularla ilgili kapsamlı bir çizelge düzenledi, Halley kuyruklu yıldızının ve Satürn'ün uydularının gözlemini yaptı.

Ayrıca yine aynı dönemde, Güneş lekelerinin etkinliklerini araştırmakla ve geliştirdiği bir aygıt yardımıyla Güneş'in ışıyım ölçmekle astrofiziğe de değerli katkılarda bulundu. Yer fiziği alanında da çalışmaları bulunan Herschell, büyük bir ilgi duyduğu fotoğrafçılık konusunda da buluşlar yapmış, fotoğrafçılıkta duyarlı kâğıtların ve hiponun kullanılmasının önemini ortaya çıkarmıştır.

Edwin Powell Hubble (1889- 1953)

20 Kasım 1889'da Missouri Eyaleti'nin Marshfield kentinde doğdu, 28 Eylül 1953'te Californiya Eyaleti'ndeki San Marino'da öldü. Burslu olarak okuduğu Chicago Üniversitesi'nden 1910'da fen dalında diploma almasına karşın, bir araştırma bursu kazanarak, İngiltere'deki Oxford Üniversitesi'ne bağlı Queen's College'a gittiğinde matematik yerine hukuk okumaya karar verdi.

1912'de bu okuldan hukuk diplomasını aldı ve ertesi yıl ülkesine dönerek Kentucky Eyaleti'nin Louisville kentinde bir hukuk bürosu açtı. Ancak 1914'te, Chicago Üniversitesi'ne bağlı Yerkes Gözlemevi'nden doktora çalışması ve asistanlık önerisi alınca, bu gözlemevi'nin kurucusu ve üniversitede bir sürü hocası olan George Ellery Hale'in aşıladığı astronomi sevgisiyle, mesleğini ve bürosunu bırakıp Yerkes Gözlemevi'ne geçti.

I. ve II. Dünya savaşı yıllarındaki askerlik görevi dışında da o tarihten sonra tüm yaşamını astronomiye adanmıştı. 1917’de, Chicago Üniversitesi’nden doktora aldığı yıl, ABD’nin I. Dünya savaşına katılma kararı üzerine orduya çağırılarak Fransa’ya gönderilmişti.

1919’da ülkesine döner dönmez, Hale’nin çağrısını kabul ederek, o dönemin en güçlü gözlem araçlarıyla donatılmış Mount Wilson Gözlemevinde çalışmaya başladı. California Eyaleti’ndeki Pasadena yakınlarında, Hale’nin girişimi ve çabasıyla kurulmuş olan bu gözlemevinde yaşamının sonuna değin sürdürdüğü gözlemleriyle evrenin gizlerini çözmeye çalışan Hubble, II. Dünya Savaşı’ndan sonra Mt. Wilson ve Mt. Palomar Gözlemevi’nin araştırma komitesi başkanlığına da üstlenerek geniş çaplı araştırma programlarının gerçekleştirilmesinde etkili oldu.

Gaz ve toz moleküllerinden oluşmuş, dağınık biçimli, çok zayıf ışık yayan bulutsuları ilk kez 18. yy sonunda Fransız Astronom Charles Messier (1730- 1817) sistemli bir biçimde gözlemleyip adlandırmış ancak aradan yüzyılı aşkın bir süre geçmesine karşın, bu gökcisimlerin tüm gizemi çözülememişti.

Hubble’nin bu konuya eğildiği yıllarda, Güneş ve Güneş sistemi gezegenlerinin bulunduğu Gökadanın (Saman yolu) sınırları içindeki ya da hemen yakınındaki bulutsuların yapısı büyük ölçüde biliniyordu.

Ancak Gökadanın ötesindeki uzak bulutsuları gözlemleme olanağı olmadığından, astronomları uğraştıran temel sorun, bu gökcisimlerinin dağınık birer gaz bulutu mu, yoksa çok kalabalık yıldız kümeleri mi olduğunu saptayabilmek ve Güneş sisteminden ne kadar uzakta belirleyebilmektir. Mount Wilson Gözlemevi’nin 2, 5 metrelik dev teleskopunu giderek uzak bulutsulara yönelten Hubble’in, 1923 Ekim’inde, Andromeda takımyıldızının içinde yer

alan M31 bulutsusunda Sefeit türünden değişken bir yıldızın görüntüsünü fotoğrafla saptamayı başarması, bu sorunun çözümü için önemli bir veri sağlamıştı.

Gerçekten de Sefeit türü yıldızlarda ışınım yeğinliğinin değişmesi belli bir devirlik gösterdiğinden, bu devrin süresi belirlenerek yıldızın mutlak kadiri bulunur ve mutlak kadiri ile görünür kadiri (parlaklık) arasındaki bağıntıyla Sefeit'in uzaklığı hesaplanabilir. Nitekim bir yıl içinde, M31 bulutsusunda ve Üçgen takımyıldızındaki M33 bulutsusunda çoğu Sefeit türünden birçok değişken yıldız gözlemleyen Hubble, bu yöntemle, söz konusu bulutsuların uzaklığını yaklaşık 900.000 ışık yılı ($1 \text{ ışık yılı} = 946 \times 10^{10}$ kilometre) olarak belirledi.

Gökada sistemindeki en uzak yıldızın uzaklığı 100.000 ışık yılı olarak bilindiğine göre, bu bulutsuların Gökada dışında oldukları kesindi. Üstelik uzak bulutsuların yalnızca bir gaz ve toz bulutu değil, kalabalık bir yıldız kümesi olduğunu kanıtlayan bu bulgu, Gökadanın dışında da milyonlarca yıldızdan oluşmuş başka gökadalardan bulunduğunu ortaya koymuştu.

Hubbel'in gökadalar üzerindeki yıllarca sürdürdüğü gözlemler, uzaydaki madde dağılımı ve evrenin algılanabilir sınırları üstüne ilk bilgileri sağlarken, 1925'te astronomiye, bugün de temel olarak alınan ilk gökada sınıflandırılmasını kazandırdı.

Özelliklerine ve tayf sınıflarına dayanan Hubble sınıflandırmasına göre, gökadalar ya da bulutsular olmak üzere üç temel gruba ayrılır. Elips biçimi bulutsular, tüm bulutsuların yaklaşık %17'sini oluşturur ve grubun ilk örneklerinde küresimsi olan biçimleri E0'dan E7'ye doğru gittikçe uzun bir elipse dönüşür.

Ortadaki bir çekirdeğin çevresinde tüm madde kütlesinin sarmal biçimde döndüğü sarmal bulutsular, bilinen tüm

bulutsuların yaklaşık % 80'ini oluşturan en kalabalık gruptur ve normal sarmal ile çubuklu sarmal gibi iki alt sınıfa ayrılır. Üçüncü grup ise, genellikle Gökada dışında yer alan ve belli bir biçimi olmayan düzensiz bulutsulardır.

Gökadaların içinde Sefeitler'den başka nova türü ya da uzun dönemli değişken yıldızların, yıldız kümelerinin ve dev yıldızların varlığını saptayan, hareketlerini belirleyen, başlıca yıldızların parlaklığını ölçen ve 18 ayrı gökadanın uzaklığını hesaplayan Hubble, 1929'da gökadaların hızına ilişkin ünlü yasasını açıkladığında, kozmolojide yeni bir dönemin habercisi oluyordu.

ABD'li Astronom Vesto Melvin Slipher (1875-1969), Yer'den uzaklaşan bir yıldızın ışığının tayfın kırmızı bölgesine kaydığını açıklayan Doppler Fizeau olayını ilk kez bir gökadaya uygulayarak, 1912'de Andromeda bulutsusunun radyal hızını ölçmeyi başarmıştı.

Aynı yöntemle kırka aşkın gökadanın hızını ölçen Slipher, Andromeda dışındaki tüm gökadaların, çok yaklaşık bir değerlendirmeye, saniyede 300 ile 1. 800 kilometre arasında değişen bir hızla Yer'den uzaklaştığı sonucuna vardı.

Bu gözlemin önemini kavrayan Hubble, değişik uzaklıktaki gökadaların uzaklaşma hızını ölçerek, gökadanın Yer'den uzaklığıyla uzaklaşma hızının doğru orantılı olduğunu, 6 milyon ışık yılı uzaklığın ötesinde hızın, her milyon parsekte (1 pc = 3.26 ışık yılı) yaklaşık 500 km/sn düzeyinde arttığını saptadı. Gözlemevindeki çalışma arkadaşlarından Milton La Salle Humason'ın (1891-1972) katkılarıyla, giderek evrenin daha uzak bölgelerindeki ölçümler sonucu, gökadaların $v = H \cdot r$ hızıyla birbirlerinden uzaklaştığını açıklayan Hubble Humason ortaya koydular. Uzaklaşma hızı (v) km/sn cinsinden, gökadanın uzaklığı (r) milyon ışık yılı olarak alınırsa, Hubble değişmezi (H) 25'e eşit bir katsayıdır.

Gökadanın uzaklığı milyon parsek olarak alındığında $H = 75$ olur. Einstein'ın görelilik kuramının da öngördüğü gibi, bu sonuç, gökadalara aralarındaki uzaklıkla orantılı bir hızla birbirlerinden uzaklaştığını, dolayısıyla evrenin sürekli olarak genişlediğini ortaya koydu. Çalışmalarını sürdürerek, 1930'larda, uzaklıkla birlikte artan kaçış hızının belli bir sınırın ötesinde ışık hızına ulaştığını belirleyen Hubble'ın "evrenin genişlemesi" kuramı var olan tüm kozmoloji kuramlarını altüst edecek nitelikteydi.

Sonradan Hubble'ın, kaçış, uzaklaşma ya da gerileme hızı terimlerinin yerine kullanmaya başladığı "kırmızıya kayma" dan yararlanarak evrenin boyutlarını ve yaşını belirlemek için yapılan hesaplar çok sağlıklı sonuçlar vermedi ama evrenin genişlemesi kuramı, bir yandan Gold ve Hoyle'un "durağan hal" kuramı, öte yandan Lemaitre ve Gamow'un "büyük patlama" kuramı gibi, evrenin başlangıcına, oluşumuna ve gelecekteki durumuna ilişkin yeni kuramların çıkış noktası oldu.

Gökadalara yönelik gözlemleriyle astronomiye kazandırdığı temel verileri sağlam bir kuram çerçevesinde birleştirerek, evrenin yapısına ve boyutlarına ilişkin kuramların sınırlarını zorlayan Hubble, 20. yüzyılın yetiştirdiği en büyük astronomi bilginlerinden biridir.

Türkiye’de Astronomi Alanında Çalışmalar

Türkiye’deki astronomi ve Gökbilim alanında eğitim veren ve çalışan kurumların ve gökbilimle ilgilenenleri bir liste halinde sunacak olursak:

Kurumlar ve Projeler

Tübitak, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu.

TUG, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi

TÜBİTAK - ODTÜ BİLTEN, Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü

Uzay Kampı Türkiye

MAM, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi

TAD - Türk Astronomi Derneği

The Robotic Optical Transient Search Experiment (ROTSE) III

BİLSAT, Türkiye’nin ilk yer gözlem uydusu

Yaygınlaştırılmış Ulusal ve Uluslararası Projeler-I

Türkiye Ulusal Radyo Astronomi Gözlemevi

Üniversite Bölümleri

İTÜ Uzay Mühendisliği Bölümü

Uzayı Çözen Bilim Adamı

Ege Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü
Ege Üniversitesi Rasathanesi
Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölümü
Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem
Araştırma Enstitüsü
İstanbul Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bö-
lümü
İstanbul Üniversitesi Rasathanesi
Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bö-
lümü
Ankara Üniversitesi Rasathanesi
ODTÜ Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü
ODTÜ Fizik Bölümü Astrofizik Grubu
ODTÜ Amatör Astronomi Topluluğu
Erciyes Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bö-
lümü
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Astrofizik Araş-
tırma Merkezi (ÇAAM)
Sabancı Üniversitesi Fizik ve Astrofizik Bölümü
Akdeniz Üniversitesi Fizik Bölümü
İstanbul Kültür Üniversitesi Fizik Bölümü
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gözlemevi
Çukurova Üniversitesi UZAYMER - Uzay Bilimleri ve
Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi
Feza Gürsey Enstitüsü
Astronomi kulüpleri
Üniversiteler bünyesindekiler
İTÜ Astronomi Kulübü
GYTE Astronomi ve Fizik Topluluğu
Ege Üniversitesi Astronomi Topluluğu (Ks. EÜAT)
Erciyes Üniversitesi Astronomi Kulübü (Ks. ASTER)
ODTÜ Amatör Astronomi Topluluğu
Bilkent Üniversitesi Astronomi Kulübü

Ankara Üniversitesi Astronomi Araştırma Topluluğu
(Ks. ASART)

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Astronomi Kulübü (Ks.
ASTOM)

İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Amatör Astronom-
lar Kulübü (Ks. AAK)

Doğuş Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Ku-
lübü

Çukurova Üniversitesi Astronomi Topluluğu

Akdeniz Üniversitesi Astronomi Kulübü

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fizik ve Astro-
nomi Topluluğu (Ks. FAT)

Diğer Topluluklar

SpaceTurk

Türk Astronomi Derneği

İstanbul Ali Kuşçu Astronomi Topluluğu

Institute of Theoretical and Applied Physics, Marmaris

Turk Astro

Bursa İletişim ve Astronomi Topluluğu

Astronomi Bilgi Siteleri

Amatör Astronomlar - Amatör Astronomlar İçin Astro-
nomi ve Uzay Bilimleri Rehberi

amatorastronomlar.org

Gokbilim.com - Türkçe Gökbilim (astronomi) Portalı

Gokbilim.com

Aylık Gökbilim Dergisi (Türkçe)

gokbilim.com/dergi

Astrofotoğraf (Astronomi fotoğrafları)

astrofotograf.com

Bulutsu.org - Gökbilim Terimleri Sözlüğü, Abdullah Kızılırmak anısına.

ATM Türk - Amatör teleskop yapımı

Yıldızların Hayat Basamakları

Kaynaklar

- “Nasiruddin, Takiyüddin ve Tycho Brahe’nin Rasad Aletlerinin Mukayesesi”, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, C. XVI/3-4, Ankara, 1958, s. 301-353.
- “Onaltıncı Yüzyıl Trigonometri Çalışmaları Üzerine Bir Araştırma: Copernicus ve Takiyüddin”, Erdem, C. II/4, Ankara, 1986, s. 219-272.
- 16’ıncı Asırda Osmanlılarda Saat ve Takiyüddin’in “Mekanik Saat Konstrüksiyonuna Dair En Parlak Yıldızlar” (Türkçe-İngilizce-Arapça metin), Ankara, 1966.
- A.A. Adıvar, Osmanlı Türklerinde İlim, İstanbul, 1982.
- Âlât El-Rasadiyye li Zîc-i Sehinsâhiyye, Topkapı Sarayı Hazine, nr. 542.
- Anabritanica, Ana Yayıncılık A.Ş., İstanbul, 1986.
- Aydın Sayılı, “Alâüddin Mansur’un İstanbul Rasathanesi Hakkındaki Şiirleri”, Belleten, C. 20, Ankara, 1956, s. 411-484.
- Aydın Sayılı, The Observatory in Islam, Ankara, 1960.

- Ekmeleddin İhsanoğlu, Büyük Cihad'dan Frenk Fodulluğuna, İstanbul, 1996.

- Hüseyin Gazi Topdemir, Takiyüddin'in Optik Kitabı, Işığın Niteliği ve Görmenin Oluşumu, Ankara, 1999.

- Hüseyin Gazi Topdemir, Takiyüddin'in Optiğe Katkıları.

- İskenderiye, Belediye, Mecâmi`, nr. 3762.

- İstanbul Ünivesitesi, TY, nr. 1404; TY, nr. 1993.

- Kandilli Rasathanesi, nr. 183; nr. 208.

- L. Göker, "Fen Bilimleri Tarihi ve Türk-İslam Alimlerinin Yeri", Elif Matbaacılık, Ankara, 1984.

- M.S. Stern, "Time in The İslamic World", Encyclopedia of the History of Science, Tecnology, and Medicine in Non-Western Cultures, Ed. Helaine Selin, Dordrecht/Boston/London, 1997, s. 979-980.

- Mordmann, "Das Observatorium des Taqi ed-Din zu Pera", Der İslam, XIII, 1913.

- Mustafa Helvacı, Yavuz Unat, "İlm-i Mikât", İslam Ansiklopedisi, TDV, C. 22, İstanbul, 2000, s. 133-134.

- Ramazan Şeşen, Cevat İzgi, Cemil Akpınar, İhsan Fazlıoğlu, Osmanlı Astronomi Literatürü Tarihi (OALT), Ed. Ekmeleddin İhsanoğlu, İstanbul, 1997.

- Remzi Demir, Takiyüddin'de Matematik ve Astro-nomi, Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı Yayınları, Ankara, 2000.

- Remzi Demir, Takiyüddin'in Ondalık Kesirleri Trigonometri ve Astronomiye Uygulaması.

- S. Demir, Nasirüddin, Takiyüddin'in Farklı Büyüklükte Sonsuz Nitelikler Meselesine Trigonometriden Getirmiş olduğu Bir Örnek, Ankara, 1992.

- S. Tekeli, "Meçhul Bir Yazarın İstanbul Rasathanesinin Âletlerinin Tasvirini veren 'Âlât-ı Rasadiye li Zîc-i Şehinşahiye Adlı Makalesi", Araştırma, S. 1, Ankara, 1963.

- S. Tekeli, "Nasirüddin, Takiyüddin ve Tycho Brahe'nin Rasat Aletlerinin Mukayesesi", Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, C. XVI, S. 3-4, Ankara, 1958, s. 301-393.

- S. Tekeli, "Takiyüddin'in Sidret ül-Müntehâ'sında Aletler Bahsi", Belleten, C. 25, Ankara, 1961, s. 213-238.

- S. Tekeli, 16'ncı Asırda Osmanlılarda Saat ve Takiyüddin'in "Mekanik Saat Konstrüksiyonuna Dair En Parlak Yıldızlar" Adlı Eseri, Ankara, 1966.

- S. Tekeli, Alat El-Rasadiyye li Zic-i Şehinşahiyye, İTED, III/1-2, 1960.

- S. Tekeli, Esin Kâhya, Melek Dosay, Remzi Demir, Hüseyin Gazi Topdemir, Yavuz Unat ve Ayten Aydın Koç, Bilim Tarihine Giriş, Üçüncü Baskı Nobel, Ankara, 2001.

- S. Ünver, İstanbul Rasathanesi, Ankara, 1985.

- Sanat, Kültür, Antika Dergisi, Zaman ve Sanat, S. 28, Kış 2003, s. 80-97.

- Süleymaniye Kütüphanesi, Carullah nr. 1454.

- Süleymaniye Kütüphanesi, Esad Efendi, nr. 2033.
- Takiyüddin, El-Turuk El-Seniyyet fî El-Âlât El-Rûhâniyyet, University of Aleppo, 1976.
- Takiyüddin, Sidret El-Müntehâ El-Efkâr fî Melek El-Felek El-Devvâr, Kandilli Rasathanesi, nr. 208/1; Nuru-osmaniye, nr. 2930.
- Tj. De Boyer, “Zaman”, İA, C. 13, İstanbul, 1988.
- Turuq al-samiyya fî al-alat al-ruhaniyya.
- Türk Teknoloji Tarihi, Haz. Emre Dölen, Mustafa Kaçar, İstanbul, 2003.
- Türk ve Dünya Ünlüleri Ansiklopedisi, Adam Yayıncılık ve Matbaacılık A.Ş., 1983, İstanbul.
- Uğurcan Sağır, Tarih Boyunca Ünlü Astronomlar, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi Ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara, 2001.
- Urungu Akgül, Takiyüddin ve İstanbul Rasathanesi.
- Ünlü Kişiler Sözlüğü, Gelişim Yayınları, İstanbul, 1972.
- Y. Unat, “İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi”, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2001.
- Yavuz Unat, “Tâkiyüddîn ve İstanbul Gözlemevi (Rasathanesi)”, Türkler, Cilt 11, Yeni Türkiye Yayınları, Ed. Hasan Celâl Güzel, Kemal Çiçek, Salim Koca, Ankara, 2002.

- Yavuz Unat, “Osmanlı Astronomisine Genel Bir Bakış”, Osmanlı, Cilt 8, Yeni Türkiye Yayınları, Ed. Güler Eren, Ankara, 1999.
- Yavuz Unat, İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi, Nobel, Ankara, 2001.
- Yavuz Unat, Türk Teknoloji Tarihinden iki Örnek; Cezerî ve Takiyüddin, Türk Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi, 15-17 Kasım 2001.