

OSMANLILARIN ASTRONOMİ TARİHİNDEKİ EN ÖNEMLİ YÜZYILI

Prof. Dr. Sevim TEKELİ
(Ankara Üniversitesi)

Sayın Konuklar,

Osmanlı İmparatorluğu döneminde,yani XIV. yüzyıldan XX. yüzyıla uzanan, tam 5 yüzyıllık dönemde, yalnızca astronomi alanında değil her yönde, İmparatorluğun en görkemli yüzyılı XVI. yüzyıldır.

Bilindiği gibi XV. yüzyılda İstanbul fethedilmiş, yüzyıllar süren Bizans İmparatorluğu sona erdirilmiştir. Fatih burayı Dünyanın en önemli kültür merkezlerinden biri yapmak istiyordu. Bunun yolunun da, öğretim kurumları, kütüphaneler kurmak, bilim adamlarını toplamak olduğunun bilincindeydi. Bu amaçla medreseler açmış, külliyesini inşa ettirmiş, bilim adamlarını ve sanatkârları toplamıştı.

Bu yüzyılda astronomiyi ilgilendiren en önemli olay, Ali Kuşçu'nun (? - 1474) İstanbul'a davet edilmesi, Ayasofya Medresesinde ders vermeye başlamasıdır. Kimdir Ali Kuşçu? Ali Kuşçu Semerkant Rasathanesinin kurucusu, tarihin nadir yetiştirdiği bilimadamlarından biri olan Uluğ Bey'in (1394-1449) öğrencisi ve yardımcısıydı. Uluğ Bey, bilindiği gibi XV. yüzyılda, Dünya astronomisine katkı yapmış, ayrıca Batı Dünyasını etkilemiş (nitekim etkisi Newton'a (1642-1727) kadar uzanır), önemli bir astronom ve matematikçidir. Böyle bir bilim adamının öğrencisi ve çalışma arkadaşı olan Ali Kuşçu'nun İstanbul'a gelişi ve de medresede ders vermeye başlaması, Külliyenin programlarının düzenlenmesinde yardımcı olması, bir yüzyıl sonra Osmanlılarda astronominin canlanması için çok uygun bir ortamın hazırlanmasına neden olmuştu.

Şimdi XVI. yüzyılda astronomi alanında ne gibi çalışmalar yapılmıştı bunlara kısaca bir göz atalım,

Astronomi alanındaki çalışmaları, bu dönemde, iki grup altında toplayabiliriz.

1. Teorik astronomi, yani sistem kurma.

2. Pratik astronomi.

Bu yüzyılda Osmanlılarda teorik alanda bir çalışmaya rastlanmaz. Örneğin bir Kopernik'in paralelini bulmak olanaksızdır. Çalışmalar pratik alanla ilgilidir. Bu alanı da üç grup altında inceleyebiliriz.

1. Gözlem yapma : Bunun önkoşulu olan dakik gözlem araçları inşa etme, yani rasathane kurma.

2. Yapılan gözlemlere dayanarak parametreleri hesap etme ve bunlara ilişkin yöntemler üretme.

3. Hesaplama aracı olarak kullanılan trigonometri üzerindeki çalışmalar.

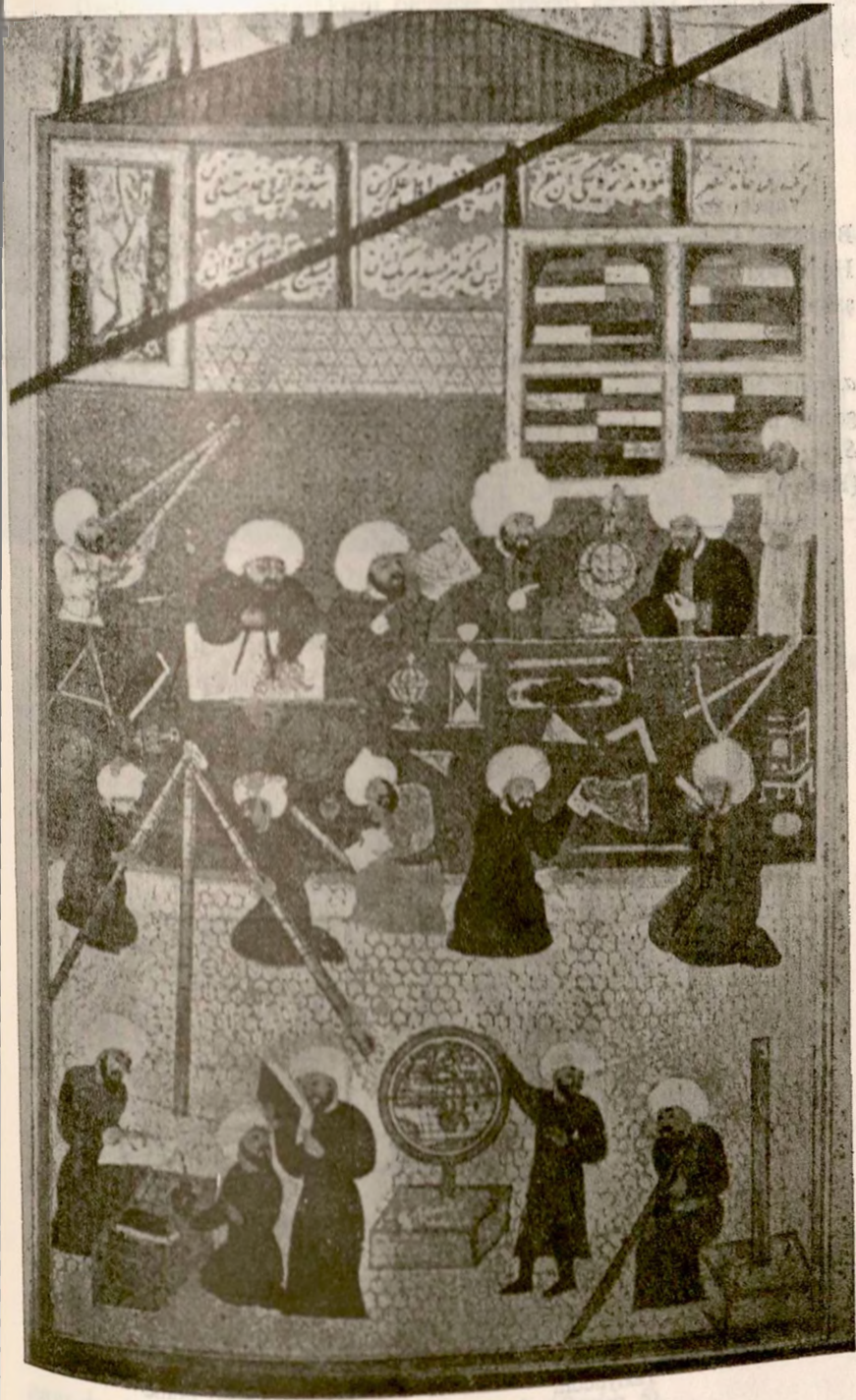
Rasathane kurma : İstanbul'da, Tophane'de, boğazın Avrupa yakasında, Murat III'ün (1574-1595) desteği ile Astronom Takiyüddin tarafından 1575 yılında bir rasathane inşa ediliyor. Kaynaklarda, kuruluşuna ilişkin değişik bilgiler verilmektedir. Bu Rasathanede inşa edilecek gözlem araçlarının tasvirini veren, yazarı bilinmeyen, ancak Takiyüddin'in tasvirlerine dayanılarak kaleme almış olan, *Âlât-ı Rasadiyeli zic-i Şehinşahiye* adlı makalede verilen bilgiye göre, Murat III bir rasathanenin kurulmasını istiyor; Vezir-i Âzâm Sokullu Mehmed Paşa (1512 - 1579) bunu destekliyor. Hoca Saadettin Efendi (1536-1599) de matematik ve astronomi alanında derin bilgiye sahip olan Takiyüddin'i bu işle görevlendirmesi için Sultan Murad'a takdim ediyor. Sultan Murad ona her türlü parasal yardımı yapıyor,

Bir başka kaynakta ise Takiyüddin eski *zic*lerin artık ihtiyaca cevap vermediğini görerek bir rasathanenin kurulması gerektiğini öneriyor. Vezir-i Âzâm Sokullu ve Hoca Saadettin Efendi bu işle ilgileniyorlar ve onu destekliyorlar. Takiyüddin de neden yeni bir rasathane kurulması gerektiğini anlatan bir raporu Sultana sunuyor.

Rasathanenin ne büyüklükte olduğuna ilişkin bir bilgiye sahip değiliz. Ancak bir kütüphaneyi, astronomların ve görevlilerin lojmanlarını da içine alan oldukça büyük bir yapıdan oluştuğu düşünülebilir. Kaynaklarda bu yapının yanında, küçük rasathane diye adlandırılacak bir binadan da söz edilmektedir. Buranın taşınabilen gözlem araçlarının toplandığı bir yer olması olasılığı fazladır.

Rasathanede inşa edilen gözlem araçları : a) Bir rasathanenin önemi orada inşa edilen gözlem araçlarının nitelik ve niceliğine , orada yapılan gözlemlerin dakikliğine ve orada faaliyet gösteren astronomların niteliğine bağlıdır.

Genellikle bir rasathanede inşa edilen gözlem araçlarını taşınabilenler ve büyük boyutlu yerleşik olmak üzere iki gruba ayırabiliriz. Takiyüddin taşınabilen gözlem araçlarına ilişkin bilgi vermez. Ancak *Şehinşahname* adlı yazmada (İstanbul Üniversitesi Kütüphanesi, F-1404- s. 57 a). Küçük Rasathanede astronomları çalışırken gösteren bir minyatür vardır. (Resim 1). Bu minyatürde taşınabilen çeşitli gözlem araçlarını saptamak mümkündür.



Kesim 1

Yerleşik ve dakik gözlem yapmaya elverişli araçlara gelince : bunlara ilişkin yeterince kaynak bulunmaktadır. En önemlileri,

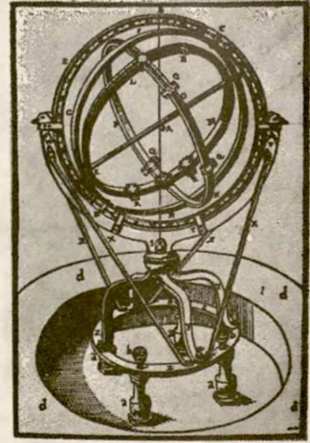
1. *Âlât-ı Rasadiye li Zic-i Şehinşahiye*,
2. *Sidret ül -Müntehâ* ve
3. *Âlâüddin el-Mansur'un şiiri*.

Yapılan araştırmalar, bu rasathanede inşa edilen gözlem araçları ile Tycho Brahe'nin gözlem araçları arasında tam bir paralelizmin olduğunu göstermiştir. Hem Takiyüddin'in gözlem araçlarını, hem de bu paralelizmi göstermeye çalışalım. Bunları üç grup altında inceleyebiliriz.

1. **Yunan Çağından bu yana kullanılan gözlem araçları :** a) Batlamiyüs'ün *astrolap* adını verdiği, yıldızların enlem ve boylamlarını ölçmeye yarayan, iç içe geçmiş halkalardan oluşan, İslâm Dünyasında *Zât ül-Halâk*, Batıda *Armillary Sphere* diye bilinen halkalı araç. Bu araç her iki rasathanede de inşa edilmiştir (Resim 2).



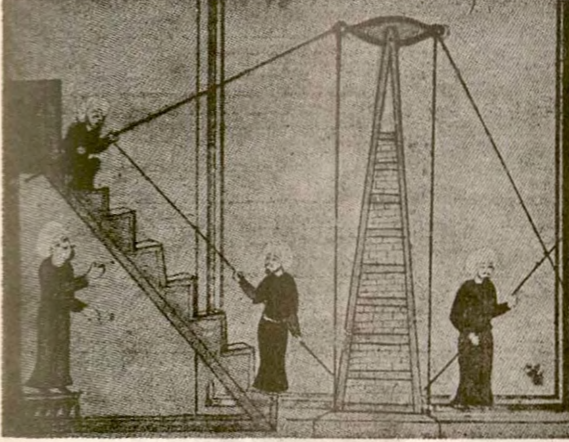
Takiyüddin



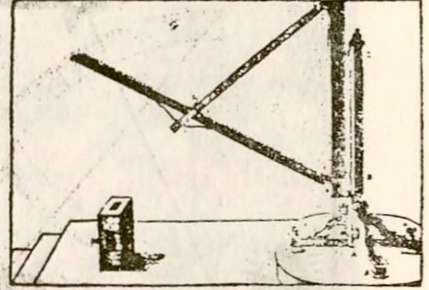
Tycho Brahe

Resim 2

b) Özellikle Ay'ın paralaksını ölçmeye yarayan Paralaks aracı (Resim 3). Bu araca hemen hemen XVI. yüzyıla kadar inşa edilmiş bütün rasathanelerde rastlanmaktadır.



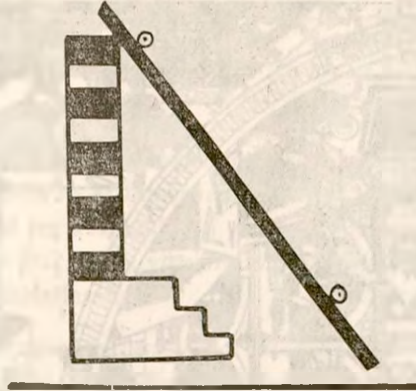
Takiyüddin



Tychø Brahe

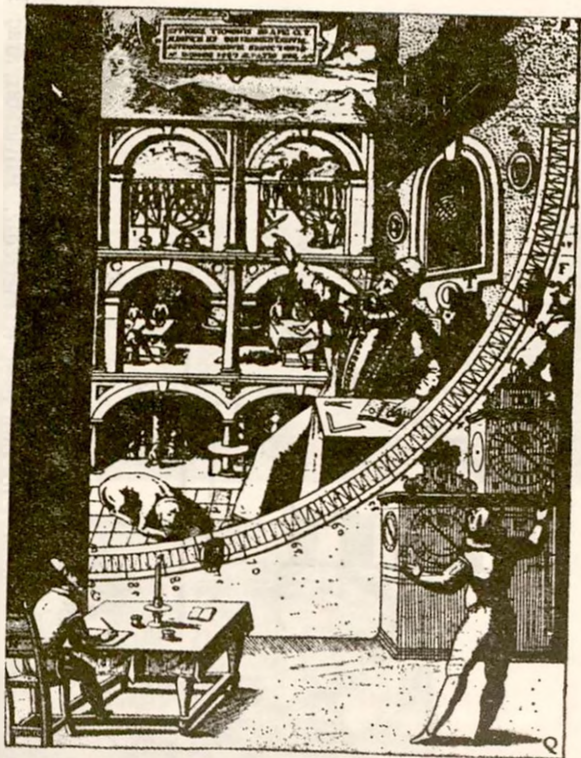
Resim 3

c) İki delikli araç, dioptra, Güneş'in, Ay'ın çaplarını, Güneş ve Ay tutulmalarının miktarlarını hesaplamakta kullanılır (Resim 4).

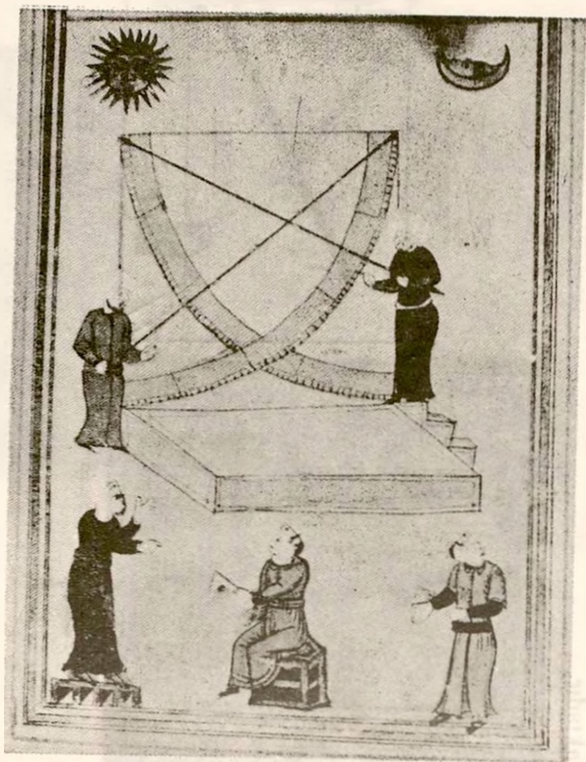


Resim 4

2: a) İlk defa İslâm Dünyasında kullanılan araçlar : a) Duvar kadrani, meridiyen üzerine inşa edilmiş bir duvarın yüzeyine tesbit edilmiş bir kadrandır. Takiyüddin'in kullandığı kadrani'nin çapı 6 metredir. Böyle bir araç Batı Dünyasında ilk defa Tycho Brahe tarafından kullanılmıştır. O bu aracından gurur duyduğundan *Tychonian* adını vermiştir (Resim 5).

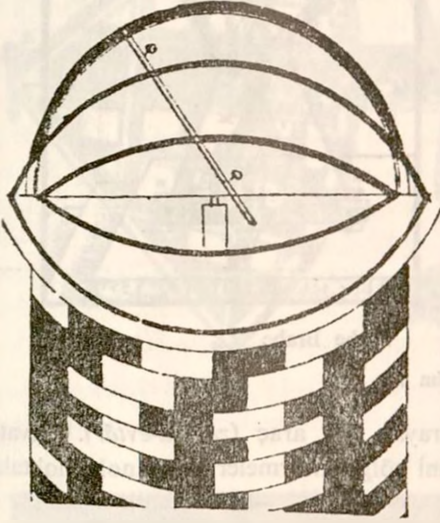


Tyche Brahe

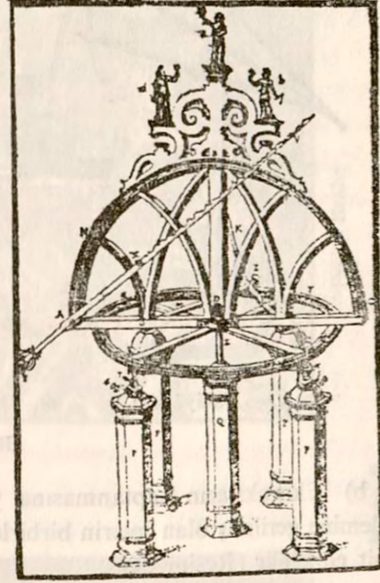


Takiyeddin

b) Azimut yarım halkası : Yükseklik ve azimutları ölçmeye yarayan bu araç İbn Sinâ tarafından icadedilmiş ve Nasirüddin-i Tusî tarafından mükemmel bir hale getirilmiştir. Batı Dünyasında ilk defa Tycho Brahe tarafından kullanılmış olmasına karşılık, İslâm Dünyasında yüzyıldan bu yana kullanılmaktaydı (Resim 6).



Takiyüddin



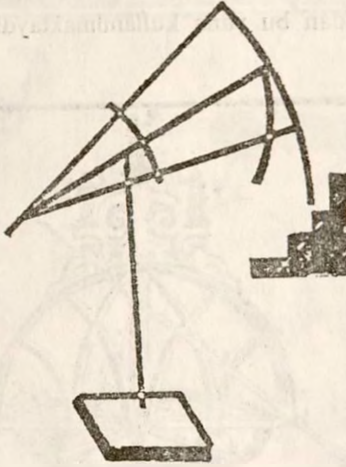
Tycho Brahe

Resim 6

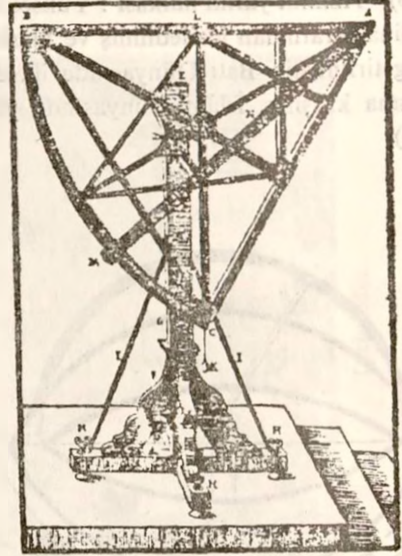
3. O zamana kadar kullanılmayan ve Takiyüddin tarafından icadedilen gözlem araçları : Takiyüddin'in *Müşabbehü bi'l-monatik*, Tycho Brahe'nin *sextant* adını verdiği, her hangi bir düzlemde iki yıldız arasındaki açıyı ölçmeye yarayan, üç cetvelden oluşan bu araç, XVI. yüzyılın, pratik astronomi alanında söz konusu edilen en önemli icadlarındandır.

Tycho Brahe *Astronomiae Instauratae Mechanica* adlı yapıtında şöyle der: "Şimdi özel olarak gökte iki yıldız arasındaki mesafenin ölçülmesine yarayan sekstantın açıklamasına geldik. Uzun deneylerimin sonunda astronomik *radius*'un doğru ve dakik olarak problemin çözümüne yetmediğini gördüm. Gereksinme karşısında, bu sorunu çözebilecek muhtelif *sekstantlar* yaptım."

Takiyüddin de bu araca ilişkin olarak şöyle der, "*Müşabbehü bi'l-monatik* bizim icadlarımızdandır. Bu iki yıldız arasında mutlak ve kaydedilmiş uzaklığı ve bunlar arasında ister doğru hat üzerinde olsun ister olmasın üçüncü bir yıldızın uzaklığını bulmakta çok yararlıdır." (Resim 7).



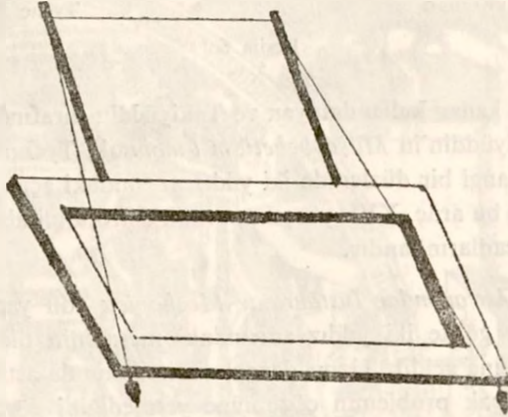
Takiyüddin



Tyche Brahe

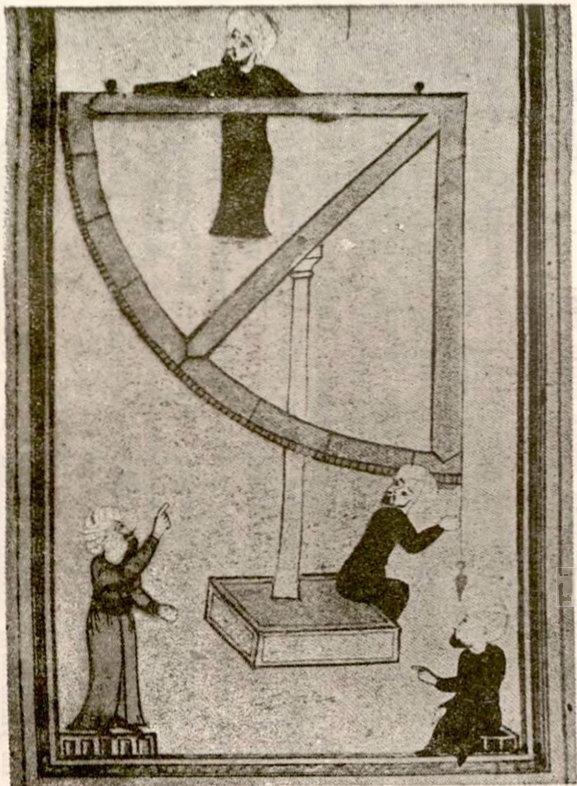
Resim 7

b) Ekinoksların saptanmasına yarayan ipli araç (*zât ül-evtâr*). Ekvator düzlemine gerilmiş olan iplerin birbirlerini gölgelendirmeleriyle ekinoks noktaları tesbit edilebilir (Resim 8).



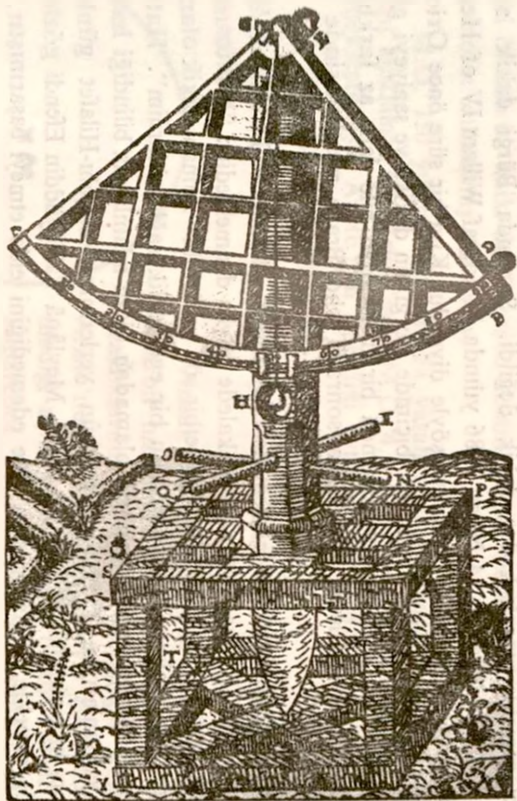
Resim 8

c. Kadran : Elde mevcut delillere göre yalnızca Tycho Brahe ve Takiyüddin tarafından kullanılan ve tasviri verilen ve birbirlerine şaşılacak derecede benzeyen bir diğer kadran vardır. Cetvellerden yapılmış bu araç ile yıldızların, her yönde yükseklikleri gözlenebilmektedir (Resim 9).



Takiyüddin

Resim 9



Tyche Brahe

d) **Saat** : Yıldızların sağ açıklığı Güneş'le yıldızlar arasında geçen süreyle ölçülür. Bu ancak çok dakik saatlerin kullanılmasıyla gerçekleştirilebilir. Saatçi Burgi (1552-1632) "Landgraf William IV of Hesse'in" yanına geldiğinde saatler bu amacı gerçekleştirecek kadar dakik değildi. Sonunda Bürgi dakik saat yapmayı başardı. Nitekim 14 Nisan 1586 yılında Landgraf Willam IV of Hesse Tycho Brahe'ye yazdığı bir mektupta şöyle diyordu. Kısa bir süre önce Orion, Canis Minor'un boylamları doğru bir biçimde Burgi'nin dakika ve saniyeyi gösteren saatleriyle iki külmasyon arasında bir dakikadan bile daha az farklılık gösterecek şekilde gözlemlendi. Daha sonra Tycho Brahe rasathanesinde üç saat inşa ettirdi.

Takiyüddin de saati bir gözlem aracı olarak kullanmıştır. Nitekim *Âlât-ı Rasadiye li Zic-i Şehinşahiye* adlı makalede şöyle denmektedir : "Dokuzuncu araç gözlem saatidir. Batlamyüs'den şöyle bir söz nakledilir "Zamanı dakik olarak ölçmeye muktedir olsam, gözlemde tam bir egemenlik sağlayabilirdim". Hatta, su ve kum ile ölçmeye çalışıp başarılı olamadığı bilim adamlarına bilindiği halde Allah'ın yardımlarıyla, Dünyanın meskûn yerlerinin Padişahı-Hilafet günleri daim olsun- hazretlerinin emirleriyle şimdi, Mevlânâ Takiyüddin Efendi gözlem saati tertip etmekle, Batlamyüs'ün elde edemediğini elde etmeyi başarmıştır."

Yıldızların enlem ve boylamlarının saptanmasında yeni bir yöntem : Gezenlerin yerlerinin doğru olarak saptanması, koordinatları doğru olarak hesap edilmiş sabit yıldızlar kataloğuna bağlıdır.

M.Ö. 150 yılları dolaylarında yaşamış olan Hiparchos ekinoksların presasyonu nedeniyle yıldız kataloglarının hazırlanmasında ekvator koordinatının değil ekliptik koordinatının kullanılması gerektiğini işaret etmişti. Oysa ekliptik düzlemi sürekli değişmektedir. Düzlemi belirlemek Güneş ile mümkündür. Ancak yıldızlar gece gözlemleneceğine göre bir çözüm yolunun bulunması gerekiyordu. Bu amaç için Ptolemy, Batılıların *Armillary Sphere*, Müslümanların *zât ül-halâk* adını verdikleri bir aracı yani *astrolabi* inşa etmişti. Çeşitli iç içe geçmiş halkalardan oluşan bu araçla gözlem şöyle yapılıyordu. Gündüz Güneş'le birlikte görünen Ay'ın koordinatları saptanıyor, sonra gece Ay'ın aracılığı ile diğer yıldızların enlem ve boylamları ölçülebiliyordu. Ancak Ay'ın boylamdaki günlük hareketi çok fazla olduğundan (13°nin üstündedir) düzeltmeler yapılırsa da istenilen dakiklikte bir sonuca ulaşamıyordu. Buna karşın bu yöntem yüzyıllar boyunca uygulandı. Tycho Brahe gündüz Güneş'le birlikte görünen, ancak boylamdaki hareketi Ay'a göre çok az olan Venüs'ü aracı olarak kullandı. Bu uygulama hatayı oldukça azaltıyordu.

Takiyüddin'in bu konuya ilişkin önerileri çok ilginçtir. O, şöyle diyor, "*Zât ül-Halâk* ile yıldızların gözlemlenmesi, Ay'ın aracılığı olmaksızın tamamlanmaz. Ancak Ay'ın boylamdaki hareketi çok fazla olduğundan sonuç tam doğru olamaz. Bu nedenle ekliptiğe yakın olan Aldeberan ve Spica Virginis'in yerlerinin bilin-

mesine gereksinme duyduk. Bunlarla diğer yıldızların kıyaslanması basit bir astronomik faaliyettir.”

Güneş'in parametrelerinin hesabı. XVI. yüzyılda, pratik astronomi alanındaki önemli bir katkı da Güneş'in eksantrisitesini hesap etmek için yeni bir yöntem kullanılmış olmasıdır.

M.Ö. 150 yılları dolaylarında yaşamış olan Hiparchos Güneş'in hareketlerini açıklamak için Aristo'nun (M.Ö. 4. y.y.) evren modeline uygun bir sistem gerçekleştirmişti. Aristo'nun önerdiği evren modeli şöyle idi.

1. Yer evrenin merkezinde ve hareketsizdir.

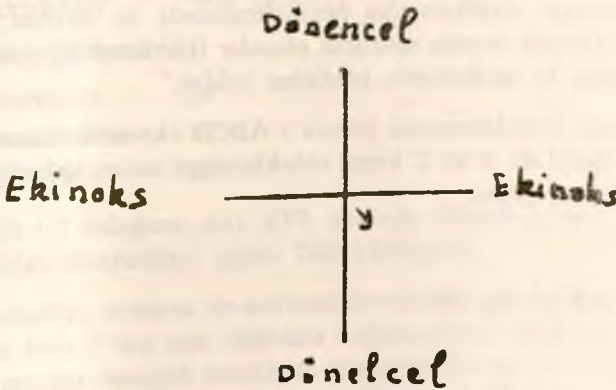
2. Bütün gök cisimleri Yer'in çevresinde dairesel yörüngeler çizerler ve hızları sabittir.



Şekil 1

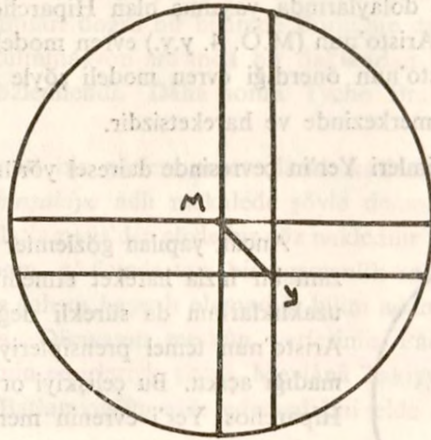
Ancak yapılan gözlemler, gezegenlerin muntazam bir hızla hareket etmediklerini ve Yer'e olan uzaklıklarının da sürekli değiştiğini gösteriyordu. Aristo'nun temel prensipleriyle gözlemlerin uyum sağlamadığı açıktı. Bu çelişkiyi ortadan kaldırmak için Hiparchos Yer'i evrenin merkezinden kaydırarak, yani eksantrik bir sistem kullanarak, sistem ile gözlemleri uyuşturmaya çalıştı. Eğer Yer kaydırılacak olursa, Güneş yörüngesi üzerinde muntazam hareket ettiği halde, gözlemci onu bazan yavaş, bazan hızlı hareket ediyor gibi görecektir (Şekil 1)

Burada önemli olan Yer'i evrenin merkezinden ne kadar kaydırılacağı, yani eksantrisitenin hesabıydı. Hiparchos bunu mevsim farklarından yararlanarak hesaplamayı başardı. Mevsimler bize doksan derecelik açılar altında görünürler ancak süreleri eşit değildir (Şekil 2). Birbirine dik olan bu doğruları kaydırmak



Şekil 2

suretiyle Hiparchos eksantrisiteyi hesap etmeyi başardı (Şekil 3). Ancak dönence noktalarının tam olarak gözlemlenip tesbit edilmesi çok zordu. Bu nedenle hata daha başlangıçta işin içine giriyordu. Başka bir yöntem de geliştirilemediğinden XVI. yüzyıla kadar uygulanmasını sürdürdü.



Şekil 3

Copernicus ve Tycho Brahe dönence noktalarını hesaba katmayan bir yöntem geliştirdiler. *Üç gözlem noktası yöntemi* adı verilen bu yöntem pratik astronomide gerçekten önemli bir adımdır.

İslâm Dünyasında daha çok önceleri El-Beyrûnî (973-1048) ve Nasirüddin-i Tusî (1201-1274) tarafından da uygulanan bu yöntemin Takiyüddin tarafından da uygulandığını görüyoruz. *Sidret ül-Müntehâ* adlı eserinde genel olarak gök cisimlerinin yörünge elemanlarının hesaplanmasında üç tarzdan söz eder ve şöyle der, "İkincisi nerede olurlarsa olsunlar ikisi karşılıklı olmak koşuluyla üç nokta yardımı ile modernlerin izledikleri yoldur."

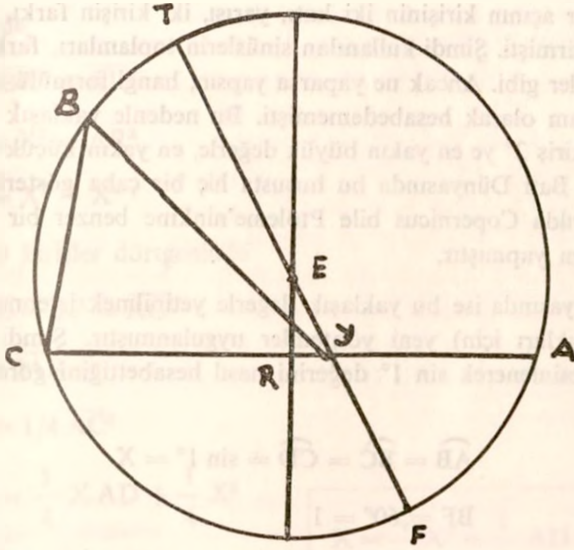
Bu yöntemin uygulanmasına gelince : ABCD eksantrik dairede üç gözlem noktası olsun (Şekil 4). A ve C karşı olduklarından onları birleştiren doğru zornulu olarak Y'den geçer.

Verilen :

yay AB ve yay BC

İstenilen :

EY (eksantrisite), F'nin yeri (apojenin boylamı).



Şekil 4

YBC üçgeninde : Y gözlemlerle bilinir. $\hat{C} = 1/2 \text{ AEB}$. Buradan CY bulunur.

ERY üçgeninde : $RY = CY - CR \rightarrow RE = \sin \frac{1}{2} (180^\circ - \text{AEC})$

$$\overline{RY}^2 + \overline{RE}^2 = \overline{EY}^2, EY = \sqrt{\overline{RY}^2 + \overline{RE}^2}$$

Eksantrisitenin sonucu,

Copernicus	1° 56'
Tycho Brahe	2° 9' 2" 24"
Takiyüddin	2° 0' 34" 6" 53" 41" 8" 8"

Apojenin yıllık hareketi

Copernicus	24°
Tycho Brahe	45°
Takiyüddin	63°

Gerçek değeri 61° olduğuna göre XVI. yüzyılda Güneş parametrelerine ilişkin olarak en doğru hesaplamayı yapan Takiyüddin'dir.

Trigonometriye, dolayısı ile astronomiye ilişkin bir diğer önemli konu da giriş 1° veya giriş 2°'nin tam değerinin bulunmasıydı. Trigonometrik cetveller birer veya yarımşar derecelik aralıklarla düzenlendiğinden, giriş 2° veya giriş 1° tam olarak hesabedilemezse cetvellerin güvenilirliğine gölge düşmüş oluyordu.

Ploteme bir açının kirişinin iki katı, yarısı, iki kirişin farkı, toplamları için formülleri geliştirmişti. Şimdi kullanılan sinüslerin toplamları, farklarını bulmaya yarayan formüller gibi. Ancak ne yaparsa yapsın, hangi formülü uygularsa uygulasin kiriş 2° tam olarak hesabedememişti. Bu nedenle yaklaşık bir değerle yetinmişti. Yani kiriş 2° ye en yakın büyük değerle, en yakın küçük değeri toplayıp 2'ye bölmüştü. Batı Dünyasında bu hususta hiç bir çaba gösterilmemişti. Nitekim XVI. yüzyılda Copernicus bile Ptoleme'ninkine benzer bir yöntemle kiriş 2° hesaplamasını yapmıştır.

İslâm Dünyasında ise bu yaklaşık değerle yetinilmek istenmemiş, (onlar sinüsleri kullandıkları için) yeni yöntemler uygulanmıştır. Şimdi Takiyüddin'in Uluğ Bey'den esinlenerek sin 1° değerini nasıl hesabettiğini görelim.

$$\widehat{AB} = \widehat{BC} = \widehat{CD} = \sin 1^\circ = X$$

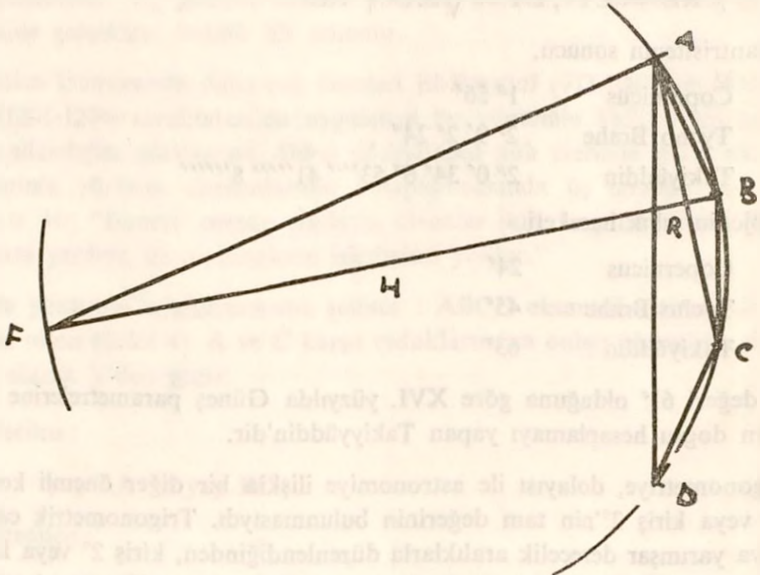
$$BF = 60' = 1$$

$$AR \perp FB$$

$$1. \overline{AB}^2 = \overline{BR} \cdot \overline{BF}$$

$$X^2 = \overline{BR} \cdot \overline{BF}$$

$$X^2 = \overline{BR}$$



Sekil 5

2. $\triangle ABR$ de

$$X^2 = \overline{BR}^2 + \overline{AR}^2$$

$$\overline{BR}^2 = X^2 - \overline{AR}^2$$

$$\overline{AR}^2 = X^2 - X^4$$

3. ABCD kirisler dörtgeninde

$$X \cdot \overline{AD} + X^2 = \overline{AC}^2$$

$$\overline{AC} = 2\overline{AR}$$

$$\overline{AR}^2 = 1/4 \overline{AC}^2$$

$$X^2 - X^4 = \frac{1}{4} X \overline{AD} + \frac{1}{4} X^2$$

$$4X - 4X^3 = \overline{AD} + X$$

$$3X - 4X^3 = \overline{AD} + 4X^3$$

$$X = \frac{4}{3} X^3 + \frac{1}{3} \overline{AD}$$

Bir noktaya daha değinelim. Copernicus çapı 200.000, Takiyüddin ise 120 veya 2 birim olarak almışlardır. Batı Dünyasında çapın 2 olarak kullanılması Bürgi (1552-1632) ile başlar. Bu, Batı'da ondalı kesirlerin kullanılmasını hızlandırmıştır denir.

Ondalı kesirlerin kullanılışı : Harezmiyle birlikte ondalı ve konumsal sayı sisteminin kullanımı yaygınlaşmaya başladı. Ancak kesirler eski atmışlı sisteme göre hesabediliyordu. Ondalı sistemin kesirlere uygulanması Ebû'l-Hasan Ahmed ibn İbrahim el-Öklidisî ile başladı ve Kaşî (? -1437) ile sürdürüldü.

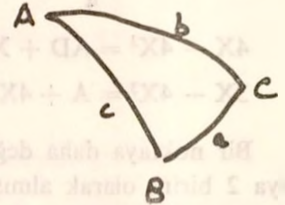
Altmışlı kesirlerle çalışmak oldukça zordu ve çok zamana gereksinmesi vardı, oysa astronomide açı değerleri bir hayli uzatılıyor bazan 6. haneye kadar götürülüyordu. Böylece astronomlar işlemler içinde boğulup kalıyorlardı. Takiyüddin ondalı kesirlerin astronomiye uygulanmasıyla ilgilenmiş ve bunu bazı yapıtlarında gerçekleştirmişti. *Teshilu Zici'l-Aşariyyi's -Şehinşahiyyeti's-Sâni Aşara fi Devleti'l-Osmaniyyeti'l-Muradiyye, ve Cerridetü'd-Dürer, ve Haridetü'l-Fiker* söz konusu edilebilir.

Takiyüddin'in kullandığı hesaplama aracı : Astronomideki başarı büyük ölçüde kullanılan hesaplama aracına bağlıdır. Bu nedenle, daha Milattan önceki yüzyıllardan başlayarak trigonometri astronominin bir dalı olarak kabul edilmişti. Önceleri kirisler kullanılmak suretiyle trigonometride, dolayısıyla astronomide büyük bir ilerleme sağlanmıştı. Şu var ki Antik Yunan'da kirislere ilişkin her şey söylenmiş ve trigonometri gelişme sınırına ulaşmıştı. Trigonometride yeni

bir çıkış yolunun bulunması gerekiyordu. Bu atılım İslâm Dünyası bilim adamlarınca gerçekleştirildi. Sinüs, kosinüs, tanjant, kotanjantla açılar ölçülmeye başlandı. Trigonometride büyük bir ilerleme kaydedildi.

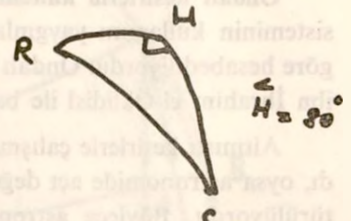
Şimdi XVI. yüzyılda Yer'i yerinden oynatan ünlü bilim adamı Copernicus'un astronomide kullandığı trigonometri ile Takiyüddin'in kullandığı trigonometriyi karşılaştıralım. Eski geleneğe bağlı olarak Copernicus *Gök Kürelerinin Hareketi* adlı yapıtının Kitap 1, Bölüm 12 de trigonometriyi ele almıştır. Takiyüddin de *Sidret ül Müntehâ*'sında Kitap 1, Bölüm 1'de bu konuyu işlemiştir. Açıkça görüleceği gibi Copernicus yalnızca kirişleri ele almıştır. Takiyüddin ise Sinüs, kosinüs, tanjant, kotanjantın tanımlarını yapmış, cetvellerini vermiş, bugün kullandığımız trigonometrik teoremlerin çoğunu kullanmıştır. Bunlardan bazılarını şöyle sıralayabiliriz.

$$\text{Sinüs teoremi : } \frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$$



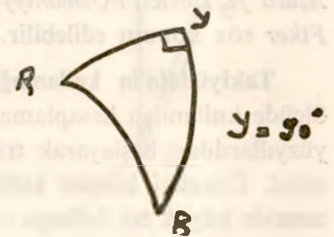
Şekil 6

$$\frac{\sin CR}{\sin RH} = \frac{\sin 90^\circ}{\sin C}$$



Şekil 7

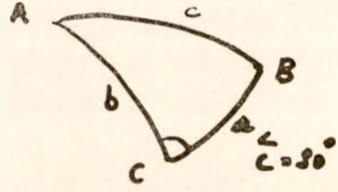
$$\frac{\cos B}{\cos YR} = \frac{\sin r}{\sin 90^\circ}$$



Şekil 8

$$\frac{\text{tg } A}{\sin A} = \frac{r}{\sin (90^\circ - A)}$$

$$\frac{\cos B}{\sin 90^\circ} = \frac{\text{ctg } BR}{\text{ctg } BY}$$



Şekil 9

$$\text{tg } A \cdot \text{ctg } A = \text{yarıçap}^2 \quad \text{yarıçap} = 1 \quad \text{ise}$$

$$\text{tg } A \cdot \text{ctg } A = 1$$

Bütün bunlar Takiyüddin'in neden bu kadar başarılı olduğunu göstermektedir.

K A Y N A K L A R

1. SAYILI, AYDIN : Alâ ad din al Mansûr's Poems on the Istanbul Observatory, *Belleten*, Vol. 20. (1956) s. 429-484.
2. SAYILI, AYDIN : *The Observatory in Islâm*, (Publications of the Turkish Historical Society), Ankara 1960.
3. ÜNVER, SÜHEYL : *Istanbul Rasathanesi*, (Publications of the Turkish Historical Society), Ankara 1969.
4. TEKELİ, SEVİM : Nasirüddin Takiyüddin ve Tycho Brahe'nin Rasad Aletlerinin Mukayesesi. *Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, Vol. 16, No. 3-4, (1958) s. 301-393.
5. TEKELİ, SEVİM : Mechul Bir Yazarın İstanbul Rasathanesinin Tasvirini Veren Âlât-ı Rasadiye Li Zic-i Şehinşahiye' Adlı Makalesi, *Araştırma*, Vol. 1 (1963), S. 71-122.
6. TEKELİ, SEVİM : Takiyüddin'in Sidretül-Müntehâ'sında Aletler Bahsi, *Belleten*, Vol. 25, S. 213-38.
7. TEKELİ, SEVİM : Al-Urdî'nin "Risalet ün fi Keyfiyetil-Ersâd" adlı Makalesi, "The Article on the Quality of the Observations" of Al-Urdî. *Araştırma*, Vol. VIII (1970) S. 1-169.
8. TEKELİ, SEVİM : Takiyüddin'de Kiriş 2° ve Sin 1° 'nin Hesabı (Taqî al Dins's Work on Extraction the Cord 2° and Sin 1°) *Araştırma*, Vol. III (1965), s. 23-31.
9. TEKELİ, SEVİM : Solar Parameters and Certain Observational Methods of Taqî al Din and Tycho Brahe. *Ithaca-26 VIII, 2, IX 1962* (Hermann-Paris), Vol. 2, S. 623-626.
10. TEKELİ, SEVİM : Takiyüddin'de Güneş Parametrelerinin Hesabı (Taqî al Din's Method on Finding the Solar Parameters) *Necatî Lugal Armağanı*, (Türk Tarih Kurumu Basımevi) Ankara 1969, S. 703-710.
11. TEKELİ, SEVİM : 16. Asırda Osmanlılarda Saat ve Takiyüddin'in Mekanik Saat Konstrüksiyonuna Dair En Parlak Yıldızlar' adlı Eseri (*The Clock in Ottoman Empire in 16th Century and Taqî al Din's The Brightest Stars For the Construction of the Mechanical Clocks*) (Ankara Üniversitesi Basımevi) Ankara 1966.
12. TEKELİ, SEVİM : Onaltıncı Yüzyıl Trigonometri Çalışmaları Üzerine bir Araştırma, Copernicus ve Takiyüddin (Trigonometry in the Sixteenth Century, Copernicus and Taqî al Din) *Erdem* Vol. 2, No. 4 (1986) S. 219-272.