

Ankara Üniversitesi

DİL VE TARİH - COĞRAFYA

Fakültesi Dergisi



Cilt : XVI, Sayı: 3-4

Eylül - Aralık 1958

İÇİNDEKİLER

- MEHMET ALTAY KÖYMEN... — Büyük Selçuklu İmparatorluğu'nun Kuruluşu III. (1 - 66 S.).
- FURUZAN KINAL..... — Kargamış şehri tarihi hakkında. (69 - 76 S.).
- ŞERAFETTİN TURAN..... — Marcus Aurelius tercümesi hakkında Hammer'in II. Mahmud'a bir mektubu. (79 - 82 S.).
- SAMİ N. ÖZERDİM..... — Prof. Orhan Burian (1914 - 1953) Bibliyografyası. (83 - 95 S.).
- MUHADDERE N. ÖZERDİM... — Uygurlar devrinde Turfan-Karahoco şehrinde evler. (97 - 123 S.).
- REFAKAT ÇİNER..... — Gaziantep çevresinde Paleolitik buluntular. (125 - 1285 S.).
- FARUK SÜMER..... — X. Yüzyılda Oğuzlar. (131 - 162 S.).
- MUBAHAT TÜRKER..... — Fârâbî'nin bazı mantık eserleri. (165 - 286 S.).
- TALİP YÜCEL..... — Akarsularımızın rejimiyle ilgili bazı meseleler. (287 - 300 S.).
- SEVİM TEKELİ..... — Nasirüddin, Takiyüddin ve Tycho Brahe'nin rasat aletlerinin mukayesesi. (301 - 393 S.).

NASİRÜDDİN, TAKİYÜDDİN VE TYCHO BRAHE'NİN RASAT ALETLERİNİN MUKAYESESİ*

SEVİM TEKELİ

Ö N S Ö Z

Bu yazı 1956 Temmuzunda Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesinde kabul edilmiş olan *Nasirüddin, Takiyüddin ve Tycho Brahe'nin Rasat Aletlerinin mukayesesi* adlı doktora tezimin esas kısmını teşkil etmektedir. Konu Prof. Dr. Aydın Sayılı tarafından verilmiştir. Bu mevzu 1951 senesinde Willy Hartner'in (Johann Wolfgang Goethe Üniversitesi Frankfurt am Main) İstanbul'a yaptığı ziyaret esnasında Topkapı Sarayı Kütüphanesinde bulunan *Alât-ı rasadiye li zic-i şehinşahiye* adlı yazmanın tetkiki sırasında ortaya atılmıştır. Eserin kısa bir tetkiki kendilerine Takiyüddin'in aletleri ile Tycho Brahe'nin aletleri arasında şayanı dikkat bir benzerlik olduğunu göstermiş ve aşağı yukarı bundan bir sene sonra mevzu bana doktora çalışması olarak verilmiştir. Tezimin hazırlanmasında gösterdikleri alâkaya, titizliğe ve müşküllerimi çözmek hususundaki yardımlarından dolayı Prof. Dr. Aydın Sayılı'ya sonsuz teşekkürlerimi bildirmek fırsatını bulduğumdan dolayı bahtiyarım.

Mukayese, bu astronomların rasat aletlerinin tasvirini veren dört kaynak esere dayanılarak yapılmıştır. Bunlardan biri Tycho Brahe tarafından yazılan *Astronomiae Instauratae Mechanica* adlı eserdir. Bu, 1944 senesinde *Tycho Brahe's Description of His Instruments and Scientific Work as Given in Astronomiae Instauratae Mechanica* adı altında Hans Raeder, Elis Strömgren ve Bent Strömgren tarafından Latince'den İngilizce'ye tercüme edilmiştir.

İkincisi, Nasirüddin-i Tûsî'nin aletlerinin tasvirini veren Urdî'nin *Risaletun fi Keyfiyet-al-Arsad* adlı eseridir. İlk defa 1909 senesinde Amable Jourdain tarafından *Mémoire sur l'observatoire de Maragâh et sur quelques instruments employés pour y observer* adlı makalede takribi ve çok eksik olarak Fransızcaya, 1928 senesinde Hugo J. Seemann tarafından *Die Instrumente der Sternwarte zu Marâgha nach den Mittheilungen von al-Urdî* adı ile oldukça mükemmel bir tarzda Almancaya tercüme edilmiştir. Bu eserin ikisi İstanbul'da, birisi Pariste olan üç yazmasının karşılaştırılması ile kritik edisyonu ve Türkçe tercümesi yapılmıştır.

Üçüncüsü, Takiyüddin'in aletlerinin tasvirini veren, kimin tarafından yazıldığı bilinmemekle beraber, Takiyüddin'in takrirlerine dayanılarak meydana getirildiği içinde zikredilen Osmanlıca *Alât-ı rasadiye li zic-i şehinşahiye*

* Makalenin sonunda İngilizce bir özet ve Arapça bir metin vardır.

adlı eserdir. Bunun da ikisi İstanbulda, birisi Kütahyada bulunan üç yazmasının karşılaştırılması ile kritik edisyonu ve sadeleştirilmesi yapılmıştır.

Dördüncüsü, Takiyüddin'in *Sidret-ül-müntehâ* adlı eserinin aletlere tahsis ettiği üçüncü bölümüdür. Bu kısmın da, ikisi İstanbulda, birisi Vatikanda bulunan üç yazmasının karşılaştırılması ile kritik edisyonu ve Türkçe tercümesi yapılmıştır.

Mevzu ile doğrudan doğruya bir münasebeti olmamakla beraber, aletlerin tarihi bakımından bazı karışık meseleleri aydınlatacağı tahmin edilen, Câbir ibn Eflah'ın *Kitab-ül-hey'e* veya *Ishlah-al-mecistî* adları verilen eserinin aletlere tahsis ettiği beşinci bölümünün bir kısmının da Tübingen'deki tek nushası yardımı ile edisyonu ve Türkçe tercümesi yapılmıştır. Bu Gerard tarafından Lâtinceye tercüme edilmiş ve Apian tarafından Nürnbergde *Gebri filii Affla Hispalensis de astronomia libri IX in quibus Ptolemaeum, alioqui doctissimum, emendavit* adı altında neşredilmiştir.

Sarton'un transkripsiyonu esas kabul edilmiştir. Mamafih sık sık tekrarlanan ve Türkçede kullanıla gelmekte olan kelimeler Türkçe okunuşlarına göre yazılmıştır.

Bütün gayretlerimize rağmen Arapça metinlerde çözümleyemediğimiz bazı kısımlar, Sayın Prof. Dr. Muhammed ibn Tâvîr at-Tancî'nin yardımları ile halledilmiştir. Kendilerine bu vesile ile teşekkür ederim. Sayın Doç. Dr. Samim Sinanoğlu'na yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Bibliyografyama tamamlamak hususunda çok fazla güçlükle karşılaştım. Unesco'nun kapanan İstanbul Bürosu ile Milli Kütüphanenin bu hususta çok yardımlarını gördüm, bu iki müesseseye teşekkürü bir borç bilirim.

2 Nisan 1956

GİRİŞ

Copernicus'un heliosantrik sistemi teorik sahada büyük bir başarı sağladığı halde, pratik sahada buna paralel bir duruma erişememişti. Copernicus'dan sonra bizzat onun hesaplamış olduğu gezegen katalokları, Erasmus Reinhold tarafından *Tabulae Prutenicae* (1551) adı altında neşredilmişti. Her ikisinin de kullanmış olduğu rasatlar hem mahdut hem de pek itimada layık olmadığından bu kataloklar gezegenlerin dakik olarak hareketlerini veremiyorlardı. İşte, Copernicus'dan sonra, rasataletlerini ve metotlarını islah ederek, bu sahayı dolduran ve astronomiye yeni ufuklar açan Tycho Brahe olmuştur. O, Danimarka Kralı Frederic II'in himayesiyle Hvende Uraniborg rasathânesini inşa etmiştir. 1576 da inşasına başlanan bu rasathâneyi devrin en mükemmel aletleri ile teçhiz ederek 20 sene müddetle devamlı ve dakik rasatlar yapmıştır.

Garip bir tesadüf olarak İslâm Âleminde de aynı seneler zarfında eski z'çlerin hatalı olduğu ve artık ihtiyaca cevap vermediği ileri sürülerek Takiyüddin (Taqî al-Dîn) tarafından Tophanede Padişah Murad III'ün yardımları ile büyük bir rasathâne kurulmaya başlandı.

Tezimin konusu bu iki astronomun aletlerinin mukayesesidir; ve bu mukayeseye 1261/2 senelerinde Hülâgu'nun himayesinde Nasirüddin-i Tûsî (Naşir al-Din al-Tûşî) tarafından kurulmuş olan ve Tycho Brahe zamanına kadar mükemmelliyetine erişilemeyen Marâğa rasathânesi aletleri de temel olarak alınmıştır.

Böyle bir mukayese beni ilk önce hayrete düşürmüştü. Zira, bir tarafta 16'ncı asrın sonlarına doğru büyük bir ilerleme devrine girmiş olan Batı Âleminde yetişmiş, kurduğu rasathânesinde inşa etmiş olduğu mükemmel aletler ve yaptığı dakik rasatlarla ismini tarihin önemli birkaç astronomu arasına yükseltmiş, Kepler'in keşiflerini sağlamak şerefine nail olmuş olan Tycho Brahe, diğer tarafta ise ismi hiçbir astronomi tarihi kitabına girmemiş olan Takiyüddin vardı.

Osmanlıların ilmî sahadaki faaliyetleri hakkında yazılmış mahdut sayıdaki eserlerden edindiğim ilk intiba şu olmuştu. Bu asırda Batı dev adımları ile ilerlerken Osmanlılar Ortaçağ ilminin çevresi içinde oyalanıp kalmışlardır. Esasen Osmanlı İmparatorluğunda ilim adamları hiçbir zaman bu sahada büyük başarı gösterememişlerdir.

İşte bu fikirlerin tesiri altında peşinen Tycho Brahe'nin üstünlüğünü kabul ederek, ve nasıl bir neticeye vasıl olacağımı merakla çalışmalarına başladım.

Takiyüddin ile Tycho Brahe'nin rasat aletleri üzerindeki araştırmalarının sonunda, aralarında şaşılacak derecede yakın bir benzerliğe, daha doğrusu bir paralelizme vasıl oldum.

Bu benzerliği bir iki bakımdan ele alabiliriz. Her iki rasathânedede inşa edilmiş olan aletler arasında birebir tekabül vardır. Meselâ, Tycho'nun iftihar vesilesi olan ve onun dakik rasatlar yapma arzusunu sembolize eden *duvar kadranı* veya *Tychonian kadranı*,¹ İslâmiyette yaygın olarak kullanılan *libne* adı ile Takiyüddin tarafından da yapılmıştır.² Tycho'nun aleti 194 cm. yarı çapında Takiyüddin'ininki ise 6 metre yarı çapındadır. Astronomi tarihi bakımından 16'ncı asrın en önemli hadiselerinden birini teşkil eden bu *duvar kadranı* Batıda ilk defa Tycho'da görüldüğü halde İslâm Âleminde Nasirüddin-i Tûsî zamanından beri kullanılıyordu.³

Tycho'nun *Augsburg*'da Paul Hainzel'lerin malikânesinde yapmış olduğu büyük tahta kadranın aynısı,⁴ Takiyüddin tarafından tahta kadrân mânasına gelen *rub-u deffe* veya bir takım cetvellerden yapılmış olduğu için *rub-u mıstara* adı altında tasvir edilmiştir.⁵ Takiyüddin'in kadranı 450 cm. yarı çapında Tycho'nunki ise 543 cm. yarı çapında idi. Takiyüddin bu aleti kendi icadı olarak göstermemiş olmasına rağmen garip bir tesadüf olarak, gerek Batı ve gerekse İslâm Âleminde bu tip kadrana ilk defa Tycho ile Takiyüddin'de tesadüf edilmektedir.

Yan ve Yükseklik açılarının ölçülmesine yarayan *teodolit*in öncüsü olan *azimut kadranı* Batı Âleminde ilk defa Tycho tarafından kullanılmış; ve bu maksat için o, rasathânesinde çeşit çeşit aletler yapmıştır. Nasirüddin-i Tûsî de *Zât-ür-rub'eyn* adı ile müttekâmil bir hale gelen bu alet ibn Sînâ zamanından beri kullanılıyordu⁶. Takiyüddin de *zât-üs-semt ve'l-irtifâ* adı ile rasathânesinde bu aleti yapmıştır⁷.

Batlamyüs'den beri yıldızların ekliptiğe göre enlem ve boylamlarını bulmaya yarayan, Batıda *armillae zodiacales* İslâmlarda *zât-ül-halâk* adını alan alet; her iki rasathânedede de gayet büyük çapta olarak inşa edilmişlerdir⁸.

¹ Tycho Brahe, *Tycho Brahe's description of his instruments and scientific work as given in Astronomiae Instauratae Mechanica (Wandersburgi 1598)*. Hans Reider, Elis Stömgern ve Bent Strömgren tarafından İngilizceye tercüme edilmiştir. Kobenhavn 1946, S. 28-31.

² Takiyüddin, *Âlât-ı rasadiye*, İstanbul, Topkapı 6b-7a. Kütahya 5b-6a. *Sidret-ül-müntehâ*, İstanbul Topkapı 30b, Nuruosmaniye 17b, Vatikan 31a.

³ A. Jourdain, *Mémoire sur quelques Instruments employé à l'Observatoire de Méragaha, Magazin encyclopédique*, 1809, cilt 6. S. 55, Hogo J. Seemann, *Die Instrumente der Sternwarte zu Margâha nach den Mitteilungen von al' Urdî, Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät*, cilt 60, Erlangen 1928. S. 28-33.

⁴ Tycho Brahe, S. 88-91.

⁵ Takiyüddin, *Âlât-ı rasadiye*, İstanbul, Topkapı 12b-13a, Kütahya 8b-9a.

⁶ E. Wiedemann, ve Th. W. Juynbol, *Avicennas Schrift über ein von ihm ersonnenes Beobachtungs instrument, Acta orientalia*. cilt 5, S. 81-167. 1926.

⁷ Takiyüddin. *Âlât-ı rasadiye*, İstanbul Topkapı 9b-10a. Kütahya 6b-7a *Sidret-ül-müntehâ*. İstanbul Topkapı 33a, Nuruosmaniye, 19b-20a, Vatikan 33b.

⁸ Tycho Brahe, S. 52-55, Takiyüddin, *Âlât-ı rasadiye*, İstanbul Topkapı 6b-8a. Kütahya, 4a-5b, *Sidret-ül-müntehâ*. İstanbul Topkapı, 31a-33a Nuruosmaniye 18a, Vatikan 31b-33b.

Bu gruba Batlamyüs'den itibaren aşağı yukarı rasatla meşgul olmuş olan her astronomun yapmış olduğu *zât-üş-şu'beteyn* yani, *triquetrumu* da ilâve edebiliriz⁹.

Her iki astronom, kendilerinden önce gelenlerin inşa ettikleri aletleri yapmakla kalmamışlar, o zamana kadar tesadüf edilmeyen yeni icatlarda da bulunmuşlardır. Tycho'nun hakikaten önemli icadı olan *armillae aequatoriae*¹⁰ ile *sextanti*¹¹ bunlardandır. Bu iki aletin Tycho için büyük başarı sayılması icabeder.

Takiyüddin de yıldızlar arasındaki mesafeyi ölçmek için *müşebbehü bi'l-manâtık*¹² ile güneşin ekinoks noktalarına geldiğini bildiren *zât-ül-evtar*¹³ adlı iki alet icat etmiştir.

Alet üzerinde daha küçük taksimat yapma imkanına sahip olabilmek için her iki astronom da büyük çapta aletler yapmışlardır.

Burada bazı sualler kendiliğinden ortaya çıkıyor. Madem ki aralarında bu derece yakın bir benzerlik var, acaba Takiyüddin ile Tycho Brahe arasında ilmî bir münasebet olmuş mudur? Şayet böyle birşey varsa, bu Batıdan Doğuya doğru mu yoksa Doğudan Batıya doğrumudur?

Bu meseleye dair iki tez ileri sürülmüştür. Birincisi, şimdiye kadar zannedildiği gibi ilmî bakımdan Batı ile temas 17'inci asırda değil, ondan çok önce Murad III. zamanında Takiyüddin ile başlamıştır. Takiyüddin ve rasathânesi hakkında bir etüt yapmış olan Mordtmann bu noktayı nazarı ileri sürer. Ona göre Takiyüddin gelecekte haber veren bir münecim değildir. Bilakis, Batıya giderek yeni metotlar öğrenmiş ve rasathânesini modern aletlerle teçhiz etmiş bir astronomdur. Rasathânenin tahribi de Türklerin Batı tesirine karşı göstermiş oldukları tepkinin ifadesidir; zira, Takiyüddin Türklerin alışık oldukları tarzda bir astronom değildi¹⁴. Muhtemel olarak Mordtmann'ı böyle bir neticeye sürükleyen sebeplerden en önemlisi 16'ıncı asırda Osmanlıların ilmî hayatını Batıya nazaran çok geri kabul etmiş olmasıydı. 16'ıncı asır Batının cidden çok kıymetli ilim adamlarını birbiri arkasına yetiştirdiği bir devirdir. Copernicus, Vesalius, Tycho Brahe, Kepler, hepsi bu asırda yaşamışlardır.

Bir an gözümüzü Osmanlılara çevirelim, bunlara karşılık kimleri sayabileceğiz? Nitekim A. Adıvar *Osmanlı Türklerinde İlim* adlı eserinde Copernicus'dan, G. Bruno'nun fikirlerinden bahsettikten sonra şöyle der, "İşte, en bâriz hatları ile hülâsaya çalıştığımız bu ilim hareketinden Osmanlı Türkiyesi'nin aslâ haberdar olmadığı, yukardaki sahifelerin okunması ile,

⁹ Tycho Brahe, S. 44-47.

¹⁰ Tycho Brahe, S. 56-67.

¹¹ Tycho Brahe, S. 24-26, 72-83.

¹² Takiyüddin, *Âlât-ı rasadiye*, İstanbul Topkapı, 11b; Kütahya 10a, *Sidret-ül-müntehâ*, İstanbul Topkapı 34a-35b, Nuruosmaniye 20b, Vatikan 34b-35a.

¹³ Takiyüddin, *Âlât*, İstanbul Topkapı 13b, Kütahya 10a, *Sidret*, İstanbul Topkapı 30b-31a, Nuruosmaniye 18a, Vatikan 31 a-31b.

¹⁴ J. H. Mordtmann, *Das Observatorium des Taqi al Din zu Pera, Der Islam*, cilt 13, S. 89,

pek alâ anlaşılabilir. Teşrin, hep İbni Sina'nın ve nihayet İbni Nefis'in teşrihi ve fizyolojisi, tıp, ufak tefek müşahedeler ilâvesi ile, Galinos ve İbni Sina'nın tıbbıdır. Copernic'in bütün bir sistemi yıkan keşfinden Osmanlı Türkiye'si haberdar olmak şöyle dursun, Takyeddin "rasad-ı cedid" diye hâlâ Batlamyüs hey'eti üzerinde çalışıyordu. Velhâsıl Türkiye, bu devirde müsbet ilimler noktasından, hârice karşı kuvvetli bir set ile kapanmış ve âdetâ garp ile hiç teması olmamış gibidir. Fakat bundan sonraki devirde garp ile temas gâyet geç ve uzaktan bile olsa, hâsıl olmağa başlamıştır ki, gelecek babın en mühim mevzuunu bu temaslar teşkil edecektir." ¹⁵

Kuş bakışı olarak mutalaa edilecek olursa böyle bir hükme varmak zaruridir. Fakat, rasathânesi vesilesi ile Takiyüddin hakkında bilgimizin artmasına vesile olan Mordtmann yukarda işaret edildiği gibi onu sadece bir münecim olarak kabul etmiye yönelemiyor. Ona göre ilmî bakımdan geri olan Osmanlıların çevresi Takiyüddin'e bir temel vazifesini göremezdi. Böylece, bu durumu, onun Batı tesirinde kalmış olması ile izah ediyor ve Osmanlılarda Batı ile temasın Takiyüddin ile başladığını ileri sürüyor. Mamafih rasathânenin inşası sırasında İstanbulda sefaret papazı olan Salomon Schweigger'in Takiyüddin hakkında vermiş olduğu tafsilat ta onun böyle bir hükme varmasına geniş ölçüde amil olmuştur. Schweigger Takiyüddin'in Romaya gittiğini orada bir riyaziyeciye uşaklık ettiğini yazarak şöyle der, . . . "Sultan bu işin tahrip edilmesini emretti. O vakit bina yeniçeriler tarafından yer ile yeksan edildi. Eser tahrip edildi bu suretle daha önce Türkler tarafından meçhul olan yeni astronomi de sona ermiş oldu." ¹⁶

İkinci görüş Takiyüddin'in Batı astronomlarına tesir etmiş olduğu noktai nazarıma dayanır. Takiyüddin'in Romaya gidip birşeyler öğrenme meselesi mevzu bahis olamaz. Şayet Takiyüddin Romaya gitmişse oradaki astronomlara Doğunun alet yapma sahasında ulaştıkları yüksek seviyedeki bilgiyi öğretmiş olması icabeder. Seemann teferruata ve bir münakaşaya girmeden bu fikri ileri sürer. ¹⁷ İslâm astronomi aletleri üzerinde çok dikkatli araştırmalar yapmış olan Seemann'ın bu neticeye sürüklenmiş olması cidden çok önemlidir.

Astronomiyi 16'ıncı asra kadar Doğu ve Batı Âleminde tetkik etmek, bizi şu görüşe götürür. Doğu astronomide çok kıymetli hazineleri saklamakta ve Batı ancak bu asrın sonlarında ve Tycho Brahe ile Doğunun üç asır önce vasıl olduğu seviyeye yükselbilmektedir.

Takiyüddin ile Tycho Brahe arasında bir temasın olduğuna dair, bir ip ucu bulamadım. Hatta Tycho Brahe'nin Nasirüddin-i Tûsî'yi bilip bilmediği de meçhuldür. Bununla beraber İslâm Âleminde yazılmış astronomik eserlerin tercüme yolu ile Batı Âleminde yapmış olduğu tesirler de gayet sarîh olarak bilinmektedir.

¹⁵ Adnan Adıvar, *Osmanlı Türklerinde İlim*. İstanbul, 1943. S. 103-4.

¹⁶ Salomon Schweigger. *Reisebeschreibungen nach Kostantinopel*, Nurnberg 1608, S. 90.

¹⁷ Seemann, S. 110-111.

Bu hususta şöyle bir görüş ileri sürülebilir. 16'ncı asır sonlarında İslâm Âleminde zemin Takiyüddin'in böyle bir faaliyette bulunmasını mümkün kılacak kadar hazırdır. Hatta bazı bakımlardan Batıdan da üstündür. Takiyüddin'in elinde bu şekilde aletlerin tasvirine dair çok çeşitli ve mükemmel kaynaklar bulunduğu halde, Batıda, bu tip aletler ilk defa Tycho Brahe'de görülüyordu. Takiyüddin Nasirüddin-i Tûsî'yi biliyordu. Âmilî (Al-'Amilî) den de haberdar olması muhtemeldir ki, Megâra ve Semerkant rasathânesi aletlerinin tasvirini veren eseri cidden çok mükemmeldir.

Bundan başka, hiç değilse bir aletin yapılış tarihi de Takiyüddin'de Tycho Brahe'den çok öncedir. Tycho Brahe pek fazla önem verdiği duvar kadranını 1585'te inşa etmişti, Tophane rasathanesi 1580'de tahrip edildiğine göre Takiyüddin'in böyle bir alet yapımını Tycho Brahe'den öğrenmiş olması imkansızdır. Esasen böyle bir şey de lüzumsuzdur.

Bu durum karşısında Takiyüddin'i, Batının pratik astronomi sahasında ancak Hipparchos'la mukayese etmeye lâyık gördükleri Tycho Brahe gibi orijinal buluşları olan bir astronom olarak mı kabul etmemiz icabedecektir? Sadece aletler sahasında kalındığı takdirde buna müsbet cevap vermek icap eder. Takiyüddin'in eserleri okunmadan, yeni rasat metotları bulup bulmadığı bilinmeden bu huhusta şimdilik umumi bir hüküm vermek imkânı olmayacaktır.

Takiyüddin'in bütün eserleri tetkik edilip, onun her cephesi ile Tycho Brahe ayarında bir astronom olduğu meydana çıksa dahi, Tycho Brahe'nin daima, tarihi rolü bakımından bir üstünlüğü olacaktır. Zira o, Kepler'in çalışmaları için lüzumlu malzemeyi temin etmiş, onun bu keşfini sağlamış olan bir astronomdur. Tycho Brahe'nin dakik rasatları olmasaydı Keplerin üç kanunu bulması imkansız olurdu. Bu bakımdan Tycho Brahe ilmin inkişafında, onun biraz daha ileri götürülmesinde müsbet rolü olmuş bir insandır. Halbuki Takiyüddin için böyle bir durum mevcut değildir.

TAKİYÜDDİN'İN HAYATI

Takiyüddin'in isminin değişik kaynaklarda değişik olarak yazılması menşei hakkında çeşitli tefsirlere yol açmıştır; zira Hacı Kalfa (Hacı Khalife). *Keşf-üz-zünün* (*Kashf al-zunûn*)da Takiyüddin Ma'ruf ar-Rasîd ad-Demişkî, *İslâm Ansiklopedisinde* Takî al-Dîn Muḥammed b. Aḥmed b. al-Amir al-Nâsir al-Din Mengübertî,² Adnan Adıvar Takyeddin Mehmed b. Ahmed b. al-Maruf b. el-Emir Nâsireddin Mengüberti b. Emîr Hartigin el-Eseddin,³ Ataî Takiyüddin al-Mısrî⁴ diye bahsederler. Bu yüzden Hacı

¹ Hacı Kalfa, *Keşf-el-zunun*, Yaltkaya ve Bilge tarafından hazırlanmıştır. cilt I, II, 1941, cilt I, S. 990, cilt II 982.

² A. C. Nallino, *İslâm Ansiklopedisi*, Cüz 9, S. 689.

³ A. Adıvar, S. 82.

⁴ Atâî, *Zeyl-i şakayik*, cilt I, İstanbul 1268 H. S. 286.

Kalfa'ya dayanan Suter Takiyüddin'i Şamda doğmuş olarak göstermiştir.⁵ Bu meseleye temas eden Adnan Adıvar şöyle der, "Bu zatın ismi ve nisbesi Risale reyhanet-ür-ruh fi resmi saat-i alâ müstevi-ül-sütuh adlı kitabındaki kayda göre, Takyeddin Mehmed b. Ahmed b. el-Maruf b. el-Emir Nasireddin (Nâsiheddin) Mengüberti b. Emir Hartigin el-Eseddin'dir. Eğer bu kayde inanmak câiz olursa, şimdiye kadar Mısri lâkabıyla yadolan bu zatın bir Türk Emir ailesine mensup olduğu kabul edilebilir."⁶

Takiyüddin'in hayatı hakkında en tafsilatlı kaynak, Atâi'nin *Zeyl-i Şa-kaik-i Atâi (Dhyal-i-Shaqaiq-i-'Atâi)*dir. Ona göre Takiyüddin Mısır ulemasından Muhammed. b. Ma'ruf'un oğludur. 927 (1526) de Kahirede doğmuş, zamanının ilmini öğrenmek hususundaki uzun çalışmalarından sonra Mısır Medresesine Müderris olmuştur. 979 (1571) de müneccim başı Mustafa Çelebi'nin ölümü üzerine o mevkiye getirilmiştir. Hoca Saadettin (Sa'd al Din)Efendinin dostluğunu kazanmış riyaziyede, astronomide, astronomik geometride mahir olduğu için bu meslekte karar kılmıştır. Kendisi gelecektekilerden haber vermeye meseleleri ile uğraştığından gönülleri kazanmıştı. Eskilerin rasatlarında bir takım aksaklıklar müşahede etmesi, takvim yenileme gibi menhus bir işe girmesinde sebep olmuştur. 987 de (ki bu Murad Hanın saltanatının başlarına tesadüf eder) masrafı hazineden verilmek üzere, Tophane üstündeki tepede rasat kuyusu kazılmıştır. Kuyu kazılıp rasat işi sonuna yaklaşıyorken, Şeyh-il İslâm Kadızade Efendi Sultana mektup yazarak, rasat çıkarmanın meş'um olduğunu feleklerin esrar perdesine küstahça ittila cüretin akibetinin mahrum olduğunu ve eğer bir memlekette zic çıkarılacak olursa, o memleket mamur iken harap ve devletin binaları zelzele ile toprak olur diye hayırhane ilâm vermişti. Zilhiccenin dördüncü günü Kaptan kılıç Ali Paşa hatt-ı şerifi alınca, rasathâneye gitti, *Zil-i irtifâ-ı şems* ve seyri kevakib için amade olan halatı kesip, derin kuyuyu taş ve samanla doldurdu. Bir kaç gün tehir olunmuş olsaydı belki Padişahı teskin edebilirdi.

Takiyüddin bütün işlerini kuvveden fiile götürmüş ve her şeye nail olmak sevdasında iken her işi hüsrân olup 993 (1585) de ölmüştür. Takiyüddin Arapçaya vâkıf nadir ilim adamlarındandır.⁷

Sicilli Osmanide nerede doğmuş olduğuna işaret edilmeksizin, Mısırdaki müderris olup Şarka geldiği kaydedilir.

Takiyüddin'in rasat faaliyeti ile meşgul olduğu sırada, İstanbulda elçi olarak bulunmuş olan iki şahsın verdikleri bilgiler bazı bakımlardan İslâm kaynaklarına uymamaktadır.

Bunlardan biri *Tages Buch*'u yazan Gerlach'dır. 1577 tarihli kısmında şu bilgiyi verir. Sultan Murad Kahireli bir müneccimi davet etti.

⁵ H. Suter, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke, Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften, cilt X, Leipzig, 1900*, S. 191. Mamafih Takiyüddin'in bir müddet Şamda kalmış olduğu düşünülebilir.

⁶ Adıvar, S. 82.

⁷ Atâi, S. 286.

Galata üzerinde Venedikli Andreas Gritt'in evinin bulunduğu civarda, rasıdın gündüzleri yıldızları gözetliye bilmesi için bir kule ve onun altına da bir kaç kulaç derinliğinde bir kuyu kazdırıldı. Bundan başka rasıdın direkler üzerine oturmuş büyük bir halkası da vardı. Bütün bu işler 7 sene içinde tamamlanacak, Padişahın dost ve düşmanları, talih ve talihsizlikleri gökten öğrenilebilecekti. Yanında Selânikli bir müneccim de vardı. Bu aynı zamanda Hoca Saadettin'in çocuklarına rasat san'atını öğretiyordu. Senelik geliri 3000 duka idi. Diğer masrafları için ayrı bir miktar ödeniyordu. İş tamamlandıği zaman 6000 duka daha verilecekti.⁸

Bu şahıs Nemçe elçisi Von Ungand'ın zamanında sefaret papazı idi.

Gine Gerlah'ın yerine gelen Salomon Schweigger'de İstanbulda 1578 den 1581 senesine kadar kalmış ve *Reisebeschreibungen nach Kostantinopel*, adlı bir seyahatname kaleme almıştır. Bu eserinde *kıymetsiz bir astronomun padişah'a yaptırdığı faydasız masraflar* başlığı altında şu bilgiyi verir. "Aşağı yukarı üç sene önce İstanbula geldiğim zaman güzel san'atlara karşı meyli olan Sultan Murad bir Arap tarafından kandırıldı. Bu şahıs kendisine lütf ve ihsan edilmesini rica ediyor, bu yapıldığı takdirde bir eser meydana getirecek bu eser sayesinde yıldızları gözetliyerek kehanette bulunacaktı. Böyle bir eser çok mühim bir meblağ istiyordu. Sultan bunu temin etti. Fakat o her gün yaptığı siparişler için de ayrıca ondan talepte bulunuyordu; ve söylendiğine göre bu iş için senelik 3000 duka verilmişti. Bundan başka bu işin tamamlanması için 12 esir Hiristiyan hizmetine verilmiş, sihirbazlıklar yapması için ev ve tahtadan atölyeler inşa edilmiştir. Hakikatte bilgisiz bir kimse idi. Bir kaç sene esir olarak Romada bulunmuş ve orada bir riyaziyeciye uşaklık etmiş, onun san'atını öğrenmişti. Bu riyaziyeci sihirbaz ve müneccimdi. Ptoleme, Euclid, Proclus ve diğer meşhur astronomların Arapça yazılmış eserlerini tedarik etmiş ve gizlice bir Yahudî'nin delâleti ile öğrenmişti. İki tane küre yaptı, birisi yer diğeri gök küresi idi. Bunlar tıpkı mekteplerimizde okutulan tarzda idi. Bunların her biri bir zira⁶-büyük-lüğünde idi. Daha sonra beş buçuk zira⁶ yüksekliğinde bir el kalınlığında bir halata asılmış prinç bir halka yaptı, bu *Meridianusdur*. Diğer bir yerde *Aequinoktialis* ve *Horizon* vardı. Sonra o, *Spheram* adı verilen aleti, bir sincabın su tekerleği içinde dolaştığı gibi gezinebilmek için oldukça büyük ve dayanıklı yapmıştı. İşte bu işlerle o 7 sene uğraştı.

Madem Sultanın ümit ettiği gelecekteki felâket veya bahtiyarlıktan, Yalnız Sultan için değil Türklerin Papası olan Müfti için de, hiç bir haber vermedi; Müfti buna fena halde sinirlendi ve Sultana bu müneccimlik işinin faydasız olduğunu nasihat etti. . . . Zira o yıldızları rasat ettiği andan itibaren dünya ile alâkasını kesmişti.

Bunun üzerinde Sultan bu işin tahrip edilmesini emretti. O vakit bina yeniçeriler tarafından yer ile yeksan edildi. Eser tahrib edildi, bu suretle

⁸ Mordtmann, S. 90-91.

daha önce Türkler tarafından meçhul olan yeni astronomi de sona ermiş oldu. Bununla beraber, o kadar çok yıldız gözetlemişti ki ortadan kayboldu yoksa kendi akibeti de eserinin akibeti gibi olacaktı. Bu andan itibaren artık görünmedi.”⁹

Umumiyetle bu kaynaklardan çıkarılabileceğimiz netice şudur, Takiyüddin Kahirede doğuyor ve orada tahsil ediyor. Mısırdaki şöhret yapmış bir astronom olarak İstanbula geliyor ve Hoca Saadeddin’in dikkatini çekiyor. Müneccim Başî Mustafa Çelebi’nin ölümü üzerine o mevkiye getiriliyor. O zamana kadar kullanılan *zîcler*in artık ihtiyaca cevap vermediğini görece, Padişaha, rasatların yenilenmesi ve takvim işlerinin düzene konulması hususundaki arzusunu bildiriyor. Murad III bunu gayet müsait karşılıyor, Takiyüddin’e oldukça önemli bir yekûn tutan parayı tahsis etmekle kalmıyor, bir takım zeametler de tevcih ediyor. Murad’ın verdiği bir zeamet beratını Mordtmann neşretmiştir.¹⁰ Bunda mealen şöyle denilmektedir.

“Allahın rahmet ve gufranına mazhar olan Sultan Murad Han Hazretlerinin rasat ilmine vâkıf Takiyüddin’e verdiği beratın suretidir.

Keremimin şöhreti ve himmetimin yüceliği bütün âlemi kaplamakta, her tarafta her keşçe bilinmektedir. Kur’an, sünnet ve icma-î ümmetle Müslümanlara emr olunan -namaz, oruç, hac, gibi- ferizaların edası için vakit ve saatlerin bilinmesi önemli işlerden sayılmak gerektiği halde, geçmiş zamanlarda yetişmiş bazı büyük alimler tarafından hazırlanmış *zîclere* göre tanzim olunan takvimlerle iktifa olunarak, aslında güç bir iş olan yeni rasat yoluna gidilmedi. Ecdad-ı izâmımdan hiç birisine nasib olmıyan bu önemli iş, saltanatım zamanında başarılı olmuş oldu. Bu yeni rasatlarla güneşin, ayın ve yıldızların doğuş batışları tesbit edilerek insanların faydalanmasının sağlanması için hey’et ve nucum bilginlerinin en uluşu, hikmet ve takvim erbabının baş tacı, güneş ve ayın menzilelerinin ve 12 burcun bilgisine vâkıf, rasat ilminin en önemli mümessili Takiyüddin Efendi 150 akçe ile Resit Kadısı iken bu sefer Rumelinde 10 bin akçe zeamete ilâveten Konya Sancağı Ereğli Nahiyesinden 46 bin akçe zeametin Rasat hizmetine tahsis olunduğu beyan olunur.”¹¹

Takiyüddin’in İstanbulda tesis ettiği rasathânenin yeri ve kuruluş tarihi hakkında bir birini tutmayan ve son derece kısa bilgilere sahip olmamıza rağmen bazı vesikalardan rasathânenin yeri ve kuruluş tarihi hakkında oldukça doğru bir tahmin yapmamız mümkün oluyor.

⁹ Schweigger, S. 90-91.

¹⁰ Babinger Gothadaki Arapça el yazmalarını tetkik ederken Sultan Murad’ın Takiyüddin’e verdiği zeamet beratını buluyor ve bunu Mordtmann’a yolluyor. Mordtmann, S. 92.

¹¹ Mordtmann, S. 93-94. Murad’ın bu rasathânenin kuruluşunu sadece ilmi açıdan mutalâa etmiş olması düşünülemez. Bu devirde Astroloji astronominin yanında önemli bir mevkiye sahip olduğuna ve bütün astronomların yıldızlara bakarak geleceğe dair bir takım tahminlerde buldukları düşünülecek olursa Murad’ın da astrolojiyi birinci planda tutmuş olması muhtemeldir.

Ekseri Osmanlı kaynaklarında rasathânenin kuruluş tarihi 1579 (H. 987) olarak verilmesine rağmen, elimizdeki bazı vesikalar bu tarihin daha gerilere gitmesi lâzım geldiğini ortaya koyuyor. Meselâ *Onuncu asr-ı hicrîde İstanbul hayatını* yazan Ahmet Refik 12 safer 986 tarihli bir ferman dan bahseder ki, bu aynen şöyledir. "İstanbul kadısına hüküm ki, müteveffa Lûtfullah'ın vakfı olan müneccim kitapları mahmiyey-i mezburede Mimar Sinan mahallesinin imamı ve müezzini ellerinde olduğu ilâm olunmağın alınıp rasathaneye verilmek emredüp buyurdum ki, vardıkta tehir etmeyüp müteveffay-i mezbûrun nücuma ve ilm-i heyete ve hendeseye müteallik olan kitapları eğer mezkûrun ellerindedir ve eğer ahardadır her kimde ise getirip dahi bilfiil rasad hizmetinde bulunan Mevlânâ Takiyüddin'e cümlesin teslim ettiresin fi 12 safer 986".¹² Buradan rasathânenin 1578 (986) de faaliyet halinde bulunduğu neticesi çıkıyor. Şu halde daha önce kurulmuş olması icabeder. Ataî'nin burada bir tarih hatası yapmış olması muhtemel; zira, rasathânenin kuruluşunun Murad'ın saltanatının başlarına tesadüf ettiğini bildiriyor ki verdiği tarihle bu sözü birbirini tutmuyor.

Gerlah'ın yazmış olduğu *Türkisches Tagesbuch* adlı hatıratından ve Crusius'a yazmış olduğu mektuptan daha yaklaşık bir tarihini ele geçirebiliyoruz. Gerlah aletlerin yapılmasına 1577 de başladığını bildirir.¹³ Salomon Schweigger'e göre rasathâne tahrib edildiğinde tamamlanmış ya yaklaşmış ve yedi seneye yakın bir zaman geçmiştir.¹⁴ Şayet, Ataî doğru olmuş olsaydı, tahrip edildiğinde rasathânenin inşasına henüz başlanmış olması icabederdi. Halbuki, gine bizzat Ataî'nin *zıl-ı evtarı kesib* derin kuyuyu taş ve toprakla doldurmuştur ifadesi de bize Takiyüddin'in kendi icadı olan *zât-ül-evtar* adlı aletin tamamlanmış olduğunu bildiriyor. Bundan başka, Takiyüddin burada rasatlar yapmış, bunları bir eserinde toplamıştır.

Rasathânenin başlangıç tarihini 1576 ile en geç 1577¹⁵ olarak alabiliriz. 1576-1580'e kadar geçen zamanda da hakikaten rasathânenin inşası sonuna yaklaşmış ve orada bir takım rasatlar da yapılmış olabilir.

Tarih-i Ebu'l-Faruk (Tarih-i-abu-l-Faruq) da verilen bilgi bunu destekler. Orada aynen şöyle deniliyor: "Biraz evvel kuyruklu yıldız çıkmışdı; 986 da da veba zuhur etti. Pek çok adam kırıldı. Mihri mah Sultan Şeyh-il İslâm Hamid Efendi, Piyale Paşa bunlar meyanında idi. Halkın da şikâyeti çoğaldı Saraydaki mühtediler bundan istifade ettiler.

Hoca Saadettin Efendinin delâleti ile Tophanede birrasat hâne inşa olunmuş idi. Padişahın da nucumâ meyil ve merakı vardı. Gündüzləri bile ecram-ı semaviyenin seyrinde medar olmak üzere derin kuyu içine aletler yerleştirilmiş idi. İlmi nucuma vukufta teferrüt eden Takiyüddin Efendiyi

¹² Ahmet Refik, *Onuncu Asr-ı hicrîde İstanbul hayatı*, İstanbul 1333 H. S. 53

¹³ Mordtmann, S. 85, A. Adivar, S. 85.

¹⁴ Schweigger, S. 91.

¹⁵ A. Adivar, S. 86, Mordtmann, S. 88, A. Sayılı, *Vacidiyye Medresesi, Kütahyada bir Ortaçağ Türk rasathânesi, Bellelen*, cilt III 1948, S. 663.

Mısırdan celp ettiler. Üç bin altun senevi tahsisat ile rasathâneye müdür oldu. Bir Yahudî müneccim de muavin verdiler.

Mühtediler bu rasathâneyi vesile-i tezvir ittihaz ettiler her nerede böyle bir rasathâne inşa olundu ise, neticede felâket vaki oladığını güya emsali tarihiye ile isbat etmeye kalkıştılar. Kuyruklu yıldızın, vebanın bunun mukaddematı olduğunu iddia ettiler. Padişah korktu rasadhânenin yıkılıp mahvedilmesini emretti.”¹⁶

Buradan rasathânenin 1577 kuyruklu yıldızı ve 1578 senesindeki veba salgınından önce kurulmuş olduğu neticesi çıkıyor. Şu halde, kuruluş tarihi 1576 veya 1577 olabilir. *Hammerde* verilen tafsilat ta bu noktayı destekler mahiyettedir.¹⁷

Kaynaklar rasathânenin yeri hakkında çeşitli tefsirlerde bulunurlar. Ata'nın Galatada dağın tepesinde demesine rağmen bazı kaynaklar Galata kulesinde ve Galata sarayında olduğunu yazarlar.¹⁸ En doğru bilgi *Alât-ı rasadiye li zıc-i şehinşahiyede* verilmekte bu husus için şöyle denilmektedir. “Allahın yardımı ile başlanmak için rasat yerine İstanbul, yüksek lütufları ile Allah güzel binealarının sayısını artırsın, karşısında Firenk Sarayı diye tanılan lâtif saha tahsis edilip...”

Gerlah'ta rasathânenin Andreas Gritt'in evinin yakınlarında olduğundan bahseder.¹⁹ Hakikaten Beyoğlunda Venedikli Gritt'in bir evi varmış.²⁰

Daha sonraları rasathâne yalnızca rasat kuyusuna inhisar ettirilerek Ali Kuşçu tarafından yapıldığı, Murad IV'ün Müfti Yahya Efendiye emir vererek onu doldurduğu gibi çok yanlış bilgiler veren Evliya Çelebi rasathânenin yeri hakkında yukarda verilen malumatı destekliyen bilgi verir. Tophanedeki mesirelerden bahsederken müneccim kuyusunun Sansonhane yakınlarında olduğunu işaret eder.²¹

Bu tafsilat aynı zamanda bize Mordtmann'ın da ifade etmiş olduğu gibi müneccim kuyusu meselesinin halk arasında bir efsane olarak yaşadığına işaret eder. Zamanla Takiyüddin muhayyile için daha elverişli olan Ali Kuşçu'ya çevrilmişti.

Galatada Tophanede rasathâne kurulup, aletleri inşa edilmiye başlanıyor. Saadeddin Efendinin teşvik ettiği bu rasat işleri ile Padişah'ın çok fazla meşgul olması, ona Padişah yanında önemli bir mevki kazandırıyor. Bu durumu çekemiyen düşmanları 1577 kuyruklu yıldızı ile, 1578 veba salgınına öne sürerek rasathânenin yıkılmasını talep ediyorlar. Padişah korkuyor ve rasathânenin tahrip edilmesini emrediyor.

¹⁶ Tahazade Ömer Faruk, *Tarih-i abu'l-Faruk*, cilt 4 İstanbul, 1325 H. S. 46.

¹⁷ J. Hammer, *Histoire de L'Empire Ottomann*. HELLERD'in riyaseti altında Fransızcaya tercüme edilmiştir. cilt 7 Paris 1836 S. 56.

¹⁸ Ahmet Refik, S. 82.

¹⁹ Mordtmann, S. 86.

²⁰ Adivar, S. 87.

²¹ *Evlîya Çelebi Seyahat namesi*. A. Cevdet tarafından neşredilmiştir. cilt I, İstanbul S. 44

Bu tarihten sonra Takiyüddin hakkında bilgiye sahip değiliz, yalnız 1585 senesinde öldüğünü biliyoruz.

TYCHO BRAHE'NİN HAYATI

Takiyüddin'in hayatı, rasathânesi ve çalışmaları hakkında çok az şey bilmemize rağmen Tycho Brahe hakkında teferuatlı bilgiye sahibiz.

Tycho Brahe asil bir aileye mensuptur. 1546 da Knudstropta doğmuş amcası Jørgen Brahe tarafından yetiştirilmiştir. 1560 senesinde henüz 14 yaşında iken gördüğü bir güneş tutulması çalışmalarını astronomi sahasına çekmişti.

Bir mürebbinin himayesinde Leipzig Üniversitesine hukuk tahsil etmesi için gönderildi. Ozamanlarda asillerin astronomi ile meşgul olması hoş karşılanmazdı; halbuki Tycho Brahe mürebbisinden habersiz gizlice tedarik ettiği yumruk büyüklüğündeki bir gök küresi yardımı ile geceleri sabaha kadar yıldız kümelerinin yerlerini tayin etmekle meşgul olurdu. Kendisi bu hususta aynen şöyle diyor. "Hiç kimsenin yardımı olmaksızın bütün bunları kendim öğrendim. Doğrusu, matematikte (astronomide) bir hoca faydasına nail olamadım. Aksitakdirde bu mevzuda daha çabuk ilerliye bilirdim. Hemen benim dikkatim gezeğen hareketlerine çekildi. Onların sabit yıldızlar arasındaki hareketi sadece o küçük gök küresini kullanarak bile ne *Alphons* ne de *Prutenic* katoloklarına uyuyordu; mamafih sonuncusu ilkin nazaran daha iyi idi. Sonraları büyük dikkatle onların yerlerini tetkik ettim ve *Prutenic* katoloklarıyla mukayeselerini yaptım. Bundan böyle *ephemeridlere* itimat etmedim; çünkü, *Stadius*'unki ozamanda yegane o sayılarla yapılmış olmasına rağmen bir çok bakımlardan hatalı ve gayri dakik idi."¹

Prutenic ve *Alphons* katoloklarında 1563 senesinde *Saturn* ile *Jupiter*'in Kavuşum vaziyetinde bulunacakları yazılı idi. Kendisi hayret içinde *Alphons* kataloklarının bir ay *Prutenic* kataloklarının ise bir kaç gün farkla hadiseyi önceden bildirmiş olduklarını tesbit etti. Henüz çok genç olan Tycho bu durum karşısında astronomide devamlı ve dakik rasatlar yapılması lâzım geldiği düşüncesine sahip oldu. Böylece iyi taksim edilmemiş *triquetrum* ile ilk rasatlarına başladı.

Onun asıl astronomik faaliyeti 1569 da astronomi ile meşgul Paul Hainzel'in yanına gitmesi ile başlar. Tycho orada 20 adamın kaldırdığı 15 ayak çapında muazzam bir kadran yapmıştır.²

Amcasının ricası üzerine memleketine döndü ve onun Knudstrop yakınlarında yaptırdığı bir simya laboratuvarı ile rasathânedeyi çalışmaya başladı. Fakat astronomiye karşı duyduğu alaka çok kuvvetli idi. II Kasım 1572 senesinde gece laboratuvarından ayrılıp, mutadı olduğu gibi gökyüzü

¹ Tycho Brahe, S. 107.

² Tycho Brahe, S. 108.

aynı mı diye bakıyorken birden bire *Cassiopeia* kümesinde, zenite yakın bir yerde şaşılacak derecede büyük bir yıldızın parlamakta olduğunu gördü. Bu gayet parlak gündüz bile keskin gözlüler tarafından görülebilen bir yıldızdı. Tycho hemen müşahedelerini yapıyor ve şu neticeye vasil oluyor. Bu diğerlerinden hiç farkı olmayı ve hiç paralaksı bulunmayan bir yıldızdır. Bu andan itibaren Tycho kimya çalışmalarını bırakıyor, ve bütün faaliyetini astronomiye hasrediyor.³

1575 senesinde o devrin en önemli rasathânelerinden birine sahip olan Wilhelm IV'ı Casselde ziyaret ediyor. Baselde yerleşmek düşüncesi ile tekrar memleketine dönüyor.

Frédéric II'in yardımları ile kurmuş olduğu rasathânesindeki çalışmaları Tycho'nun hayatının en önemli safhasını teşkil eder. Kendisi bu rasathânenin kuruluşu hakkında şöyle der, "Ben bu meseleleri kendi kendime düşünüp maksadımı açıklamadan seyahat için hazırlıklar yapıyorken, Danimarka ve Norveçin asil ve hürmetli Kralı Frederic II sahildeki ikâmetgâhına gidip derhal kendisini görmemi emreden bir mektubla genç asillerden birini Knudstropa, bana gönderdi. Vakit kaybetmeden gittiğim zaman kâfi derecede metetmiye muktedir olmadığım bu fevkalâde Kral bana kendi iradesi ile köylülerimizin Hven dedikleri, fakat umumiyetle Latince Venusia denilen ve yabancıların Scarlatına dedikleri Danish Sounddaki meşhur adayı tahsis etti. Bu adada binalar inşa etmemi, kimya ve astronomi çalışmaları için aletler yapmamı istedi. Bütün masrafları kendisinin karşılayacağını nazikâne bildirdi. Bu mesele üzerinde bir müddet düşündükten ve bazı akıllı kimselerin fikirlerini aldıktan sonra, önceki planımdan vaz geçtim. Bilhassa Scania ve Sealand arasında bulunan bu adada ziyaretçilerden kurtulacağımı ve pek çok şeyler borçlu olduğum baba ocağımın sessiz muhiti içinde başka yerlerde aradığım sukunu bulabileceğimi görünce Kralın arzularını kabul ettim. Böylece 1576 senesinde astronomi çalışmaları için *Uraniborg* şatosunun inşasına başladım. Ve bu müddet zarfında doğru müşahedeler yapmaya müsait astronomik aletler yaptım. Bunlardan en mühimleri bu kıtapta açıklanmıştır. Bu arada müşahedelerime başladım. Hassas görüş ve anlayışlarıyla tebarüz eden taleplerimin yardımlarından faydalandım. Evimde her zaman bu çeşit talebelerim vardı. Onlara bunu (astronomiyi) ve diğer bilimleri öğrettim."⁴

Her iki taraftaki ilâveleri ile birlikte esas şatonun güney ve kuzey kuleleri kâfi sayıda alet almıya elverişli olduğu halde Tycho bununla yetinmiyor. Bazı sebeblerle daha çok alet için kâfi derecede yer olmadığını görerek hepsinin birbirine mani olmadan kullanılabilmesi için takriben 1584 senesinde adanın güneyinde yekpare taştan ve pek pahalıya malolan ilâve bir rasathâne inşa ediyor.

³ Tycho Brahe, S. 108.

⁴ Tycho Brahe, S. 109.

Maksadı kısmen pek mühim aletleri emin bir yere koymak rüzgârın tahribinden korumak, kısmen de kendisi ile beraber çalışanların müşahedelerini birbirine mani olmadan ayrı ayrı yerlerde yapmalarını temin idi. Bu rasathâneye Latince *Stellaeburgum* denilen *Stjerneborg* adını koymuştur.⁵

Tycho Brahe Hvende 20 sene faaliyette bulundu. Frederic II'nin ölümü 1596 da Cristian'ın tahta çıkması ile her şey değişti. Tycho Brahe buradaki çalışmaları esnasında bir çok sebeplerden dolayı düşmanlar kazanmıştı. Bunlar genç Kralı ikna ederek bir komisyon kurdular ve astronomik faaliyetlerin faydasız olduğuna karar vererek her türlü yardımı kestiler. Böylece Tycho Brahe 1597 de oradan ayrılmak mecburiyetinde kaldı.

Hamburg yakınlarında Wandsbeckte bir buçuk sene kaldı ve bu zamanda astronomi aletlerine tahsis edilmiş bir eser yazdı.

1599 da İmparator Rudolph II Danimarkadaki durumuna müsavi bir iş teklif edince bunu kabul etti. Prag yakınlarında astronomik faaliyetine devam etmeye başladı. Bu devre astronomi tarihi bakımından çok önemli bir devreyi teşkil eder; zira, Kepler Tycho'nun daveti üzerine beraber çalışmayı kabul etmişti.

Tycho Brahe 1601 senesinde Praga bir dostunu ziyarete gittiği sırada öldü. Ölürken birer birer ve son derece dikkatle biriktirdiği rasat neticelerini Kepler'e verdi ve Rudolphin kataloklarının tamamlanmasını ve kendi sistemine sadık kalmasını vasiyet etti. Kepler onun ilk arzusunu yerine getirdi, 15 sene sonra Rudolphin kataloklarını neşretti. Fakat, bizzat Tycho'nun bıraktığı rasatlar ikinci arzusunun gerçekleşmesine mani oldu.

Bu mukayese, bu iki astronomun aletlerini altı guruba ayırmak suretiyle yapılmıştır. Bunlar *kadran*, *zât-üs-semt ve'l irtifâ*, *turquetum*, *zât-ül kalâk*, ve *sekstantdır*. *Turquetum* Takiyüddin ve Tycho Brahe tarafından mevzuu bahis edilen bir alet olmamakla beraber, bazı karışık meseleleri aydınlatacağı ümit edilerek ayrı bir bahis olarak ilâve edilmiştir.

Her bölümde aletin ilk defa kimin tarafından kullanıldığı, Tycho ve Takiyüddin'e gelinceye kadar kimlerin ne gibi ilâveler yaptığı belirtilmiye, mümkün olduğu kadar gayret edilmiş, bu suretle Doğu ve Batı Âlemlerinde aletin tarihi inkişafı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Nasirüddin ve Takiyüddin'in aletleri tercümelere çok tafsilatlı olarak geçtiği için, mukayese yapıyorken ana hatları ile ele alınmış, tekrardan kaçınılmak maksadı ile teferruata gidilmemiştir.

KADRAN

Kadranın isminden de anlaşılacağı gibi, bu alet çeyrek daire yayından ibarettir. Kadranların halkalardan farkı, sadece 90 derecelik bir yaydan ibaret olmalarıdır. Kadranın halkaya nazaran bazı avantajları vardır.

⁵ Tycho Brahe, S. 135-137.

Bir rasadın dakik olarak yapılabilmesi için alette hiç olmazsa dakikayı verebilen bir taksimatın bulunması şarttır. Eskiden baş vurulan çare aletin çapını büyültmektir. Büyük bir halkayı simetrik olarak yapabilmek zor olduğu gibi, montajı yapıldıktan sonra, ağırlığı dolayısı ile eğilip bükülmeden, istenilen durumda muhafaza etmek te müşküldür. İşte, kadran kullanmak bu mahzuru geniş ölçüde bertaraf ediyordu. Mamafih buna zıt olan görüşü tutanlar da vardır. Meselâ Grant astronomide halka yerine kadran kullanılmış olmasını bir geri adım olarak mütalaa eder. Ona göre bu durum Rcömer'e kadar devam etmiş ve zamanımızda da mükemmel olmadığı için terk edilmiştir.¹ Yalnız burada şunu ilâve etmek lâzımdır ki, kadran yerine tam halka kullanmak hakikaten bir ilerilik ise, bunu Rcömer'e kadar beklemeğe lüzum yoktur. İslâm Aleminde *rub* yerine tam halka kullanıldığına dair tafsilâta bazı kaynaklarda tesadüf edilmektedir. Kâşî (Al-Kâshî) *Şerh-i Âlât-ı Rasad* (*Sharh-i-Âlât al-Raşad*) adlı eserinde *rub* yerine bir halka tasviri verir.²

Ufuk veya azimut halkasının üzerinde dönen, yan ve yükseklik açılarını ölçmeğe yarıyan *teodolitin* menşecini teşkil eden kadrani bir tarafa bırakacak olursak, bu guruba, elde taşınabilenlerden duvara tesbit edilmiş muazzam kadranelara kadar çok çeşitli nevidir girer. İslâmlar küçük çaptakilere *rub* büyüklerine de *libne* (libne) adını verirler. *Libne* Arapça tuğla mânâsına gelir ve İslâm astronomları bu adın kullanılışını Batlamyüs'e atfederler. Halbuki Batlamyüs kadrani izah ederken böyle bir şeyi mevzuu bahis etmemiştir.³ İslâmlarda ilk defa kimin tarafından kullanıldığı bilinmemekle beraber hep bu ad kullanılmıştır. Batıda bu kelimenin karşılığı *duvar kadrani* (*mural quadrant*) dır.

İlk hedefeli kadrani Aristo'nun talebesi Dicaearchos tarafından yapıldığı, daha sonra Eratosthenes'in de bir kadran yardımı ile bir dağın yüksekliğini ölçtüğü söylenir.⁴

Taşınabilenler daha ziyade jeodezik faaliyetlerde kullanılan kadranelerdir. Bu tip üzerinde çalışıp onları mükemmel bir hale getiren İslâmlar olmuştur. Bunların ekseriyetle içine veya dışına bir kare çizilmekte, açının 45 dereceden büyük veya küçük oluşuna göre tanjantı veya kotanjantı, sinüsü veya kosinüsü bulunmaktadır. Umumiyetle zaman tayini için üzerlerinde çizgileri, bazılarında daha bir çok meselelerin çözümüne yarıyan çizimlerde vardır. Bunlara kadranelarla *üstürlabların* karışımı gibi bakmak mümkündür.⁵ Batıda, ufak tefek ilâveler yapılmış olmakla beraber hepsi

¹ Grand, *History of Physical Astronomy*. Londra 1852. S. 190.

² Kâşî, *Şerh-i Âlât-ı rasat*, Leiden elyazmaları, 82 V. 237. 12. 1a-1b.

³ Seemann, S. 32 not 1; Ptoleme, *Almagest*. A. Halma tercümesi cilt, I, kısım 10, Paris 1813, S. 48-49.

⁴ R. Wolf, *Geschichte der Astronomie*, München 1877. S. 43.

⁵ J. Würschmidt, *Die Schriften Geodesis über die Hohenparallelen und über die Sinus Tafel (Zum Gebrauch des Quadranten im Islam)*. Arch. f. Gesch. d. Naturw. u. tec. Kısım 8. 1918.

İslâm menşelidir. Bunlarda umumiyetle hedefeler kenarlardan biri üzerine tesbit edilir, merkezine şaküllü bir ip asılır. Bunun yardımı ile kadran üzerindeki taksimata işaret edilir; veyahut, merkezine tesbit edilmiş bir çubuğun gölgesi taksimat üzerine düşürülür.

İslâmlarda bu günkü vesikalara göre, kadran hakkında ilk eser yazan Harezmi (al-Khwârizmi)dir⁶. Ondan sonra çok çeşitli adlar altında kadranlar yapılmış ve onlar hakkında eser yazılmıştır. Batıda bu hususta ilk eser yazan Pisali Leonardo'dur⁷. Bu sadece taksimatlı gölge karesi olan en basit bir kadrandır.

Bu tip kadranlar küçük olup, dakik neticeler vermiye müsait değildir. Bu yüzden İslâmların *âlat-ur-rasadiye* dedikleri gurubun dışında kalır. Astronomi sahasında teferruatıyla kadranı ilk ele alan Batlamyüs olmuştur. *Almagest*'te onu şu şekilde tasvir eder. Gayet güzel tesviye edilmiş yekpare tahta veya taştan kare yapılır (Şekil 1). Köşelerden biri üzerine çeyrek daire yayı çizilir. Merkezde, birbirini 90 derece ile kesen iki çapı çıkarılır. Bu iki çapın arasında kalan yay 90 dereceye bölünür, her derece de mümkün olduğu kadar daha küçük taksimata ayrılır. Tahta veya taş ufka dik ve meridyene paralel olarak konur. Ufka dik olan çapı üzerine ve tam merkeze gelecek şekilde bir silindir tesbit edilir. Öyle üzeri merkezdeki silindirin gölgesi vasıtasıyla güneşin yüksekliği rasat edilir.⁸

Bu tip kadranların İslâm Âleminde ilk zamanlardan beri kullanıldığı malumdur. Meselâ Şamda yapılan rasatlar için Alî ibn İsâ al-Usturlâbî böyle bir kadran yapmıştır.⁹ Al-Battânî de zîcinde bu tip kadranın tasvirini verir. Yalnız Battânî'nin orijinal bir ilâvesi vardır. Bakırdan, halkanın çevresine uyacak ve orada aşağı yukarı hareket edebilecek şekilde ve ortasından bir doğru ile ikiye bölünmüş bir parça yapılır; bunun yardımı ile rasat anında gölgenin ortasını bulmak kolay olur. Battânî'nin yaptığı bu ilâve hakikatten enteresandır. (Şekil 2). Al-Saganî (al-Sâghânî) de 21 ayak çapında çok büyük bir kadran inşa etmiş,¹¹ Birûnî de böyle büyük bir kadran kullanmıştır.¹²

Bütün bu kadranlar güneş rasatlarına tahsis edilmiş gnomondur. Bu gün bilinen vesikalara göre kadran ilk defa Merâğa rasathânesinde hedefe ile teçhiz edilerek bütün gök cisimlerinin rasadına tahsis edilmiştir. Tûsî'nin aleti kısaca şöyledir. Bir kenarı Haşimi zira'ı ile 6.5 zira' olan kare şeklinde bir duvar, meridyene paralel olarak inşa edilir. Bunun üzerine, duvarın

⁶ E. R. Kiely, *Surveying Instruments*. New York, 1947, S. 72.

⁷ Kiely, S. 79.

⁸ Ptoleme, cilt I, S. 48-49.

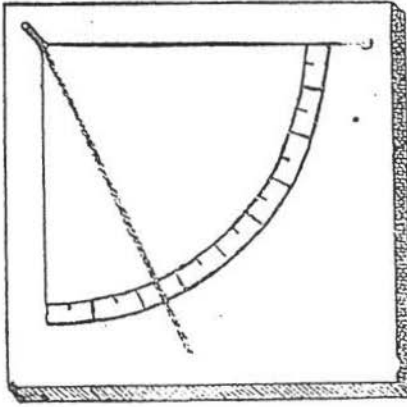
⁹ E. Zinner, *Geschichte der Sternkunde*, Berlin, 1931, S. 306.

¹⁰ C. A. Nallino. *Al-Battânî sive Albatenii. Opus astronomicum*. cilt III Milano. 1907.

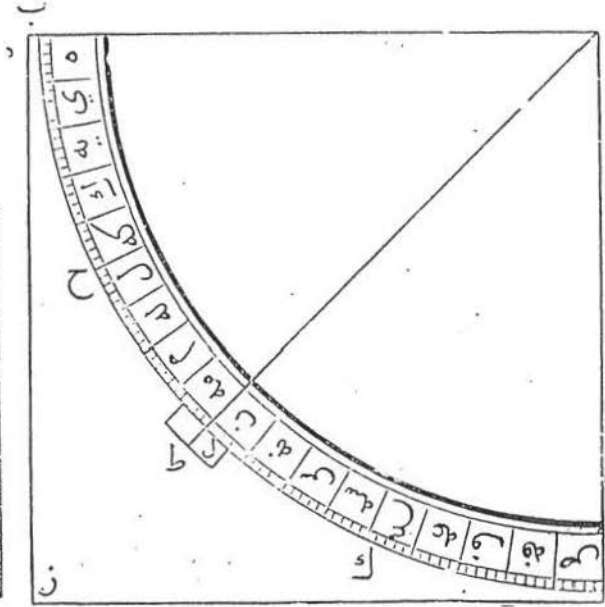
¹¹ R. T. Gunther. *Early Science in Oxford*. cilt II, Oxford 1923. S. 154.

¹² P. Schmalzt. *Zur Geschichte des Quadranten bei den Arabern*. München 1929. S. 20. Birûnî'nin kadranı $7\frac{1}{2}$ m. çapında büyük bir kadrandır. Zinner. 1931, S. 307.

alt güney köşesinden başlayıp, üst kuzey köşesinde nihayet bulacak şekilde bir kadran tesbit edilir. Kadran çok kocaman olduğu için her derece kolay-



Şekil : 1



Şekil : 2

lıkla daha küçük taksimata bölünebilir. Merkezine de üzerinde iki hedefesi bulunan bir idade tesbit edilir. ¹³

Bu duvar kadranının ilk kullanılışı uzun zaman Tycho Brahe'ye atfedilmiştir. Halbuki yukarda mevzuu bahis edildiği gibi Merâgada bu tarihten üç asır önce kullanılmıştır.

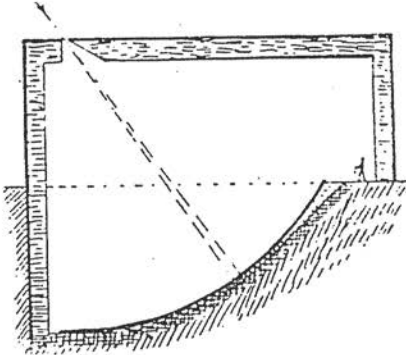
Bu meseleye temas eden Thorndike Murslu Jonh'un faaliyetlerini anlatıyorken şöyle der, "İlim tarihçileri Tycho'nun 16'ıncı asrın sonlarında yapmış olduğu duvar kadranı hakkında sanki astronomik alet tekâmülünde şayanı dikkat modern bir terakki imiş gibi büyük bir gürültü kopardılar. Tycho'nun çok fazla müftechir olduğu aleti 322.5 cm. yarı çapında idi. Daha önceleri zikrolunduğu gibi İlim Tarihçileri sıklık Ortaçağdaki taşınabilen küçük çaptaki üstürlablarla bunu mukayese ederler. Halbuki Tycho'dan üç asır önce bizim henüz mezun olmamış talebemiz kendi astronomik rasatları için 450 cm. yarı çapında *Kardaga* kullandı. Onun çevresinin, kadranın $\frac{1}{6}$ lık yayına eşit olduğu doğrudur. Eğer Tycho'nun kadranının duvara tesbit edilme gibi bir hususiyeti varsa, bizim Ortaçağ talebemizin *kardagası* da mümkün olabilecek derecede düzgün sabit bir taşta tesbit edilmiştir. Murslu Jonh'un *kardagası* o zamanda astronomik maksatlar için kullanılan yegane büyük alet değildi. 16 sene önce biz, Barcelonada yıldızların yer-

¹³ Seemann, S. 28-33.

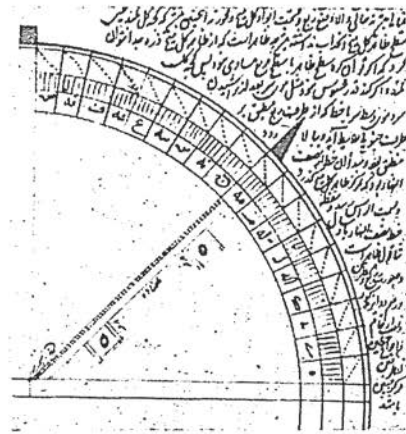
lerinin tashihi için, Aragon Kralının bunu yaptığı için mükâfatlandırdığı bir astrolok tarafından iki büyük kalkanın yapıldığını duyuyoruz. Tycho'nun yaşadığı zamanda büyük aletlerin nadir olduğu aşıkârdır".¹⁴

Bu alet duvara tesbit edilmiş olmakla beraber, Thorndike'm ifade ettiği gibi *duvar kadranının* ilk kullanılışının misali değildir. Bu, İslâmlarda kullanılan gelmekte olan *südüse* benzer, Bilindiği gibi *südüsler*, meridyen düzlemine tesbit edilmiş gayet muazzam $\frac{1}{6}$ lık daire yaylarıdır. Al-Hucendî (al-Khujandî)'nin tasvirini verdiği gibi, toprak kazılır yay meridyen düzlemine tesbit edilir (Şekil 3). Üzerine yapılmış kubbedeki delikten güneş ışınları saniyeye kadar taksim edilmiş bu yay üzerine projekte ettirilir.¹⁵ Buna benzer bir tesisatın Merâgada mevcut olduğunu bir çok kaynaklar yazar.¹⁶ Kâşî'nin verdiği *südüs* tasvirinde yay bir duvar üzerine tesbit edilmiştir.¹⁷

*Kardaga*¹⁸ isminin Arapça daha doğrusu Sanskritçeden gelmiş olması südüsten ilham alınarak yapılmış bir alet olduğu intibahı uyandırıyor. Thorndike'm sözleri de bunu destekler mahiyettedir. "John bu tahminlerini (astrolojik) sadece yıldızlara bakarak yapmıyordu, o aynı zamanda Mukad-



Şekil : 3



Şekil : 4

¹⁴ L. Thorndike. *History of Magic and Experimental Science* cilt III New York 1934, S. 294-295.

¹⁵ J. A. Repsold, *Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge von Purpach bis Reimbach 1450 bis 1830*, *Astronomische Nachrich.* Leipzig 1908. S. 9-10, E. Zinner, 1931, S. 307. L. P. E. A. Sédillot. *Mémoires sur les instruments astronomiques des Arabes. (Mémoires presentes par divers savants à L'Academie des inscriptions et belles lettres de l'Institut de France* cilt II 1884 S. 225.

¹⁶ Merâgada inşa edilmiş yuvarlak bir binanın kubbesinde bulunan delikten güneş ışınları duvarda mevcut olan basamaklar üzerine o şekilde projekte ettirilmiştir ki, güneşin mevsim yükseklikleri saatler buradan bulunabilmiştir. A. Sédillot, 1884, S. 200 Boquet, *Histoire de l'Astronomie*, Paris 1925 S. 200. Delambre, *Histoire de l'Astronomie du Moyen Age*, Paris 1919. S. 108. Jourdain, S. 52.

¹⁷ Kâşî, S. Ib.

¹⁸ G. Sarton, *Notes and correspondence*, cevap 14, *Isis*, cilt 14, 1930, S. 420-422.

deş Kitabın, şairlerin ve filozofların tetkikine ve uzun seyahatleri sırasında tanıdığı doktor ve ilim adamlarıyla temaslarına, bilhassa denizlerde 1336 senesinde bir Suriyeli ile bir Kaldeli ve 1342 senesinde de bir Yohudî ile yaptığı uzun konuşmalarına da dayanıyordu.”¹⁹

Verilen tasvirde de anlaşılabilirliği gibi 15 derecelik bir yaydan ibaret ve meridyen düzlemine tesbit edilmiş olduğundan çok küçük bir sahayı ölçebileceği için bu alet rasat faaliyeti bakımından önemli değildir.

Yalnız burada bir noktaya temas etmek istiyorum. Thorndike astronomlar Tycho'nun duvar kadranı etrafında sanki pratik astronomide atılmış önemli bir adımmış gibi büyük bir gürültü kopardılar derken, bunu küçümsüyormuş gibi bir durum takınmıyor. Halbuki duvar kadranları pratik astronomi sahasında atılmış çok önemli bir adımdır. Teleskobun keşfi *vernier*in kullanılmasına kadar geçen zamanda hiç bir alet bunun kadar dakik neticeler verme imkânına sahip değildi. Zira, duvara tesbit edilerek yayın eğilip bükülme gibi mahzurları bertaraf edildiği için, istenildiği kadar büyük yapılabilir, netice olarak ta istenildiği kadar bölünebiliyordu. Nitekim, Dreyer'de halkaya nazaran bir kadranın sabit oluşundaki üstünlük Tycho'nun gözünden kaçmadı demektedir.²⁰

Bu tip duvar kadranına avrupada Tycho zamanına kadar tesadüf edilmiyor. Kullanılan kadranlar Batlamyüs'ünkine benzeyenler veya küçük çapta, yani elde taşınabilenlerdir. 15'inci asırda pratik astronomi sahasında önem kazanmış olan Regiomontanus ile Walther'in bu tip kadranları yoktu. Copernicus'un kadranı gayet basit olup Batlamyüs'ünkinin aynıdır.²¹ Apianus bir kaç çeşit kadran yapmış olmakla beraber hepsi de elde taşınabilecek küçük kadranlardır²². Ekserisinin içi dolu olup muhtelif jeodezik problemleri çözmekte kullanılır.

İslâm Âleminde Nasirüddin-i Tûsî zamanından itibaren muhtelif astronomlarda bunun misallerine rastlanıyor. Bildirildiğine göre Uluğ Bey Semerkantta Ayasofyanın yüksekliğine eşit bir kadran kullanmıştır.²³ Bu muazzam kadranda her bir derece bir metrenin üçte biri kadar bir mesafeyi işgâl ediyordu. Uluğ Bey'in sabit yıldızlar katalogundaki yıldızların yerleri bu muazzam kadran yardımı ile bulunmuştu.

Bundan başka diğer misali Âmilî'nin eserinde görüyoruz. Onun tasvirini verdiği kadranı Tûsî'ninkinin bir eşidir. Esasen kadranın yapılışını izaha başlarken “Bu alet Meragâ şehrinin batı tarafındaki bir tepe üzerindeki

¹⁹ L. Thorndike, 1934, cilt III, S. 313.

²⁰ J. L. E. Dreyer, *Tycho Brahe*, Edingburg 1890, S. 321.

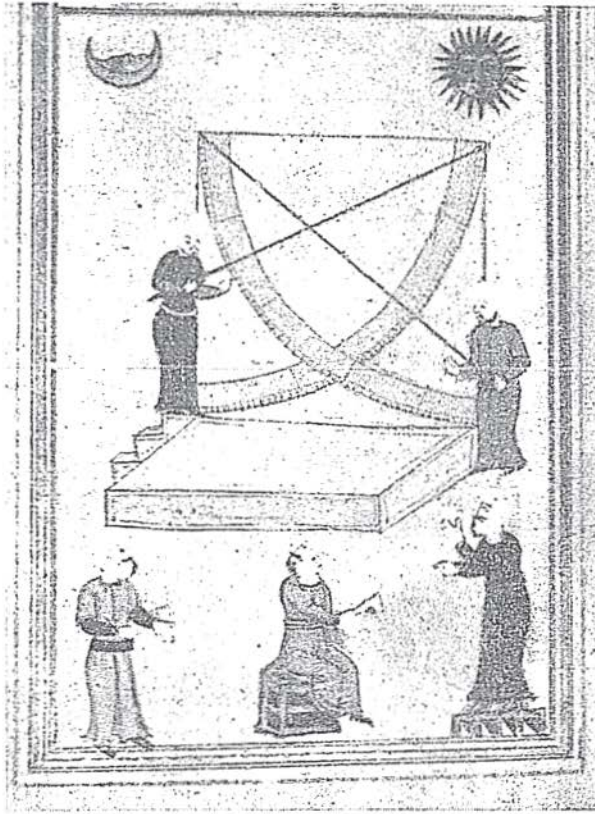
²¹ T. Przytkowski, *Les instruments astronomiques de Nicolas Copernic. Archives Internationales d'Histoire des Sciences No. 23-24 1953*, S. 220-221; Repsold, S. 16.

²² J. A. Repsold, S. 17; Apianus, *Astronomicus Caesareum*, Ingolstad 1540; *Instrument Buch*, Ingolstad, 1633.

²³ Boquet, S. 231; F. Hoffer, *Histoire de L'Astronomie*, Paris, 1873, S. 275; Kiely S. 165; Delambre S. 205.

rasathânedede inşa edilmiştir.”²⁴ der. Yalnız bunun en önemli hususiyeti resminden de anlaşılabilceği gibi (Şekil 4) kadranın çevresinin transversal olarak bölünmüş olmasıdır.

Bundan sonra duvar kadranını biraz daha değişik bir şekilde Takiyüddin’de görüyoruz. Onun izahına nazaran kadran şöyledir. On iki Hake-mî zira’ı uzunluk ve genişliğinde, bir kenarı meridyene paralel olacak şekilde bir set Takiyüddin’in tabiri ile bir sofa yapılıdır. Bu seddin meridyene paralel olan bir kenarına yüksekliği ve uzunluğu on dört Hakemî zira’ı olan bir duvar yapılıdır. Bunun üzerine birbirini kesecek şekilde iki çeyrek daire yayı konur. Birisine kuzeyssel yükseklik yayı diğereğine güneysel yükseklik yayı denir. Bu yayların herbiri doksan dereceye, her derece de altmış dakikaya taksim edilmiştir. Kadranların merkezlerine yüzeye dik birer çubuk tesbit edilmiştir. Kadran için yapılan iki idade bu çubuklara takılır. Takiyüddin’in ifade ettiğine göre bu alet ile yükseklik, meyil ve deklinasyon bulunur. (şekil 5).



Şekil : 5

²⁴ Abd ul-Mün'im al-Âmilî *Kitab ta'lim Âlât-i-zic.* Brit. Museum (Farsça yazmalar katalogu no. 7702). S. 4b.

Bilindiği gibi Takiyüddin ekvatoriel armil kullanmamıştır. Fakat *Sidret-ül-Müntehâ* adlı eserinde kadran ve saat kullanmak suretiyle gök cisimlerinin deklinasyonlarının ve saat açılarının bulunabileceğini ifade eder.²⁵

Tycho'nun 1585 senesinde Hvende yapmış olduğu duvar kadranı, Batıda yapılanların ilkini teşkil eder. O, çok müftehir olduğu bu kadranı için şöyle der. "Biz aynı zamanda çok büyük bir kadran yaptık. Duvara tesbit edilmiş olduğu için duvar kadranı yahut *Tychoniens* adı verilir. Beş inç genişliğinde ve iki inç kalınlığında gayet güzel parlatılmış pirinçten yapılmıştır. Yarı çapı 194 cm. tekabül eden çok kocaman bir çevresi vardır. Bundan dolayı dereceleri arasındaki mesafe gayet büyük olur ve herbir dakika 6'ya taksim edilebilir. Böylece iki saniyelik bir yay, hatta onun yarısı da açık olarak tefrik edilir. Bütün çizimler bizim her zamanki metodumuza göre *transversal* noktalar vasıtası ile yapılmıştır".²⁶

Kadran, büyük çivilerle ve sarkmıyacak şekilde meridyen düzlemine tesbit edilir. Bu duvarla 90 derecelik bir açı yapan, doğu-batı istikametinde uzanan diğer bir duvar üzerine ve kadranın tam merkezini temsil eden A noktasına kare şeklinde bir delik ve onun içine de piring bir silindir yerleştirilmiştir; öyleki, uygun iki kapakla istenildiği şekilde kapatılabilir. Rasat kolaylığı için de kadranın çevresinde hareket edebilen iki tane hedefe yerleştirilmiştir. Kadranın alt kısmında üç tane saat vardır. Üç saat bulunması hem saatlere itimad etmediğini hem de dakikliğe ne kadar çok önem verdiğini belirtmektedir (Şekil 6).

Tycho bu aletini daha ziyade meridyen yüksekliklerinin ölçülmesinde kullanmıştır. Kendisi her ne kadar bu alet ve saat yardımı ile gök cisimlerinin deklinasyonlarının da bulunabileceğini bildirirse de saatlere itimat etmediğinden buna taalluk eden rasatları bu aletle yapmamıştır.

Resimde kadranın içi, kendisinin, diğer aletlerinin ve çalışma durumlarını tesbit eden temsili resimlerle doludur.

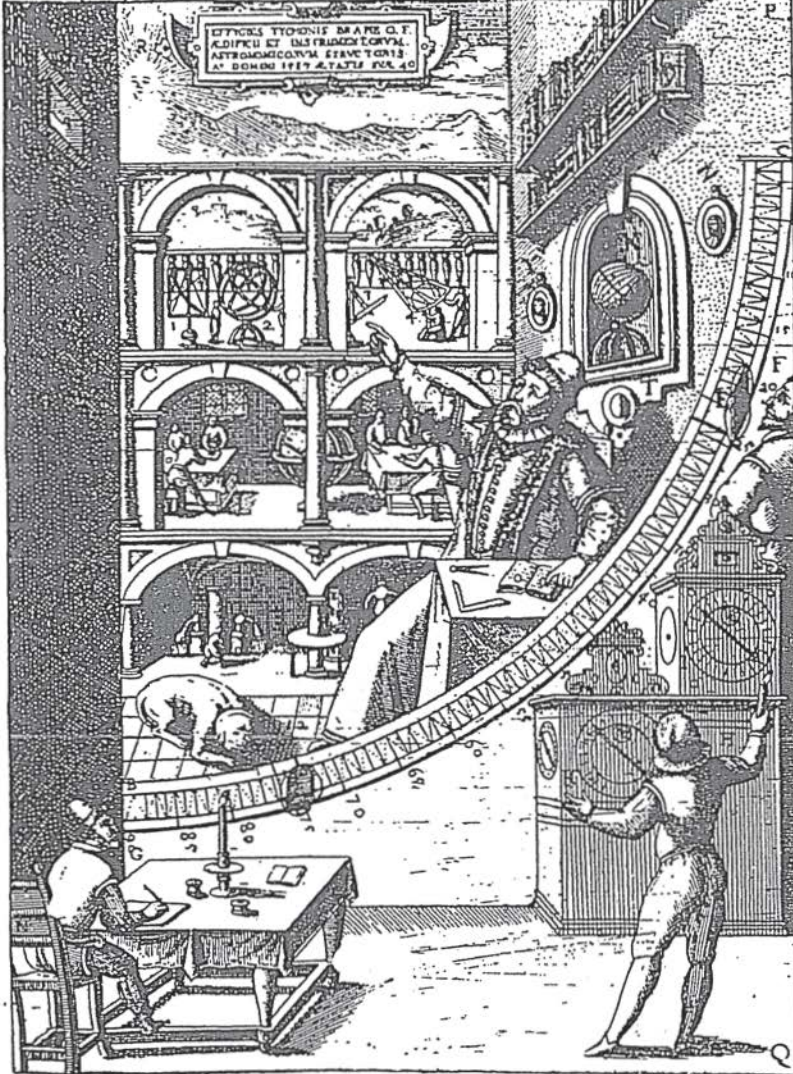
Teferruata taalluk eden ufak tefek ayrılıklar bir tarafa bırakılacak olursa, Tüsü'nin, Tycho'nun, Takiyüddin'in kadranları arasındaki sıkı benzerlik aşıkardır. Tycho'nun kadranı 194 cm. ile en küçüğünü teşkil eder, zira, Tüsü'nin kadranın yarı çapı 3 metre Takiyüddin'ininki ise 6 metredir. Takiyüddin'ininki 6 metre yarı çapında çok muazzam bir kadrandır. Muhtemel olarak böyle muazzam bir kadranı simetrik olarak bakır veya piringten dökmenin güçlüğü tasavvur eden Takiyüddin kadranını doğrudan doğruya duvarın üzerine çizmiştir. Bundan başka, bir birini kesen iki kadran çizerek te her iki taraftan rasat yapabilme imkanını bulmuş oluyordu.

Elde mevcut delillere göre sadece Tycho ve Takiyüddin tarafından mevzu bahis edilen diğer bir tip kadran var ki bunlar şaşılacak derecede birbirlerine benzemektedirler.

²⁵ Takiyüddin, *Sidret-ül-müntehâ*, İstanbul Topkapı 35b, Vatikan 35a, Nuruosmaniye 21a

²⁶ Tycho Brahe, S. 28-31.

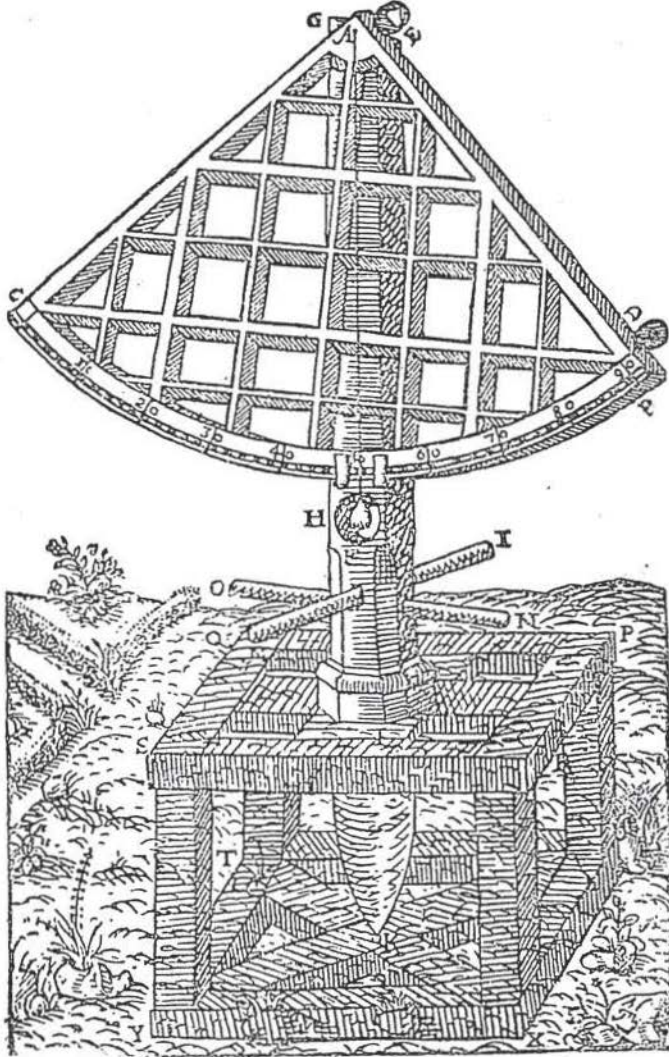
Tycho bu kadranını Ausgburghda iken 1569 senesinde yapmıştır. Bunun için Tycho şöyle der, “Yapıldıktan beş sene sonra terkedildiğinden hali hazırda mevcut olmamakla beraber, bundan 26 sene evvel Poul Hainzel'in Ausgburghdan bir mil uzaktaki malikânesinin bahçesinde inşa ettiğim büyük kadranın tasvirini ve resmini ilâve etmeyi düşünüyorum”. Bu alet 543 cm.



Şekil: 6

yarı çapında tamamıyla meşeden yapılmış muazzam bir kadrandır. Yayın (Şekil 7) C B çevresi 90 dereceye bölündüğü gibi her dakika da 6 parçaya ayrılabilir. Bu taksimat kadranın çevresine tesbit edilmiş pirinç şerit üzerine işaret edilmiştir. Kenarı üzerine, E ve D noktalarına, birer hedefe tebit edilmiştir. Göze yakın olan hedefedeki delik diğerine nazaran daha küçüktür. Daha

sonraları rasat yapımını kolaylaştırmak, ışığın dağılmasını önlemek için iki hedefe arasına bir boru ilâve edilmiştir. Kadran merkezi olan A noktasından gayet kuvvetli bir meşe sütununa tesbit edilmiştir. Bu sütun o şekilde konulmuştur ki istendiği zaman üzerindeki kollar vasıtası ile ON, OI, kadran istenilen istikamete çevrilebilir²⁷.

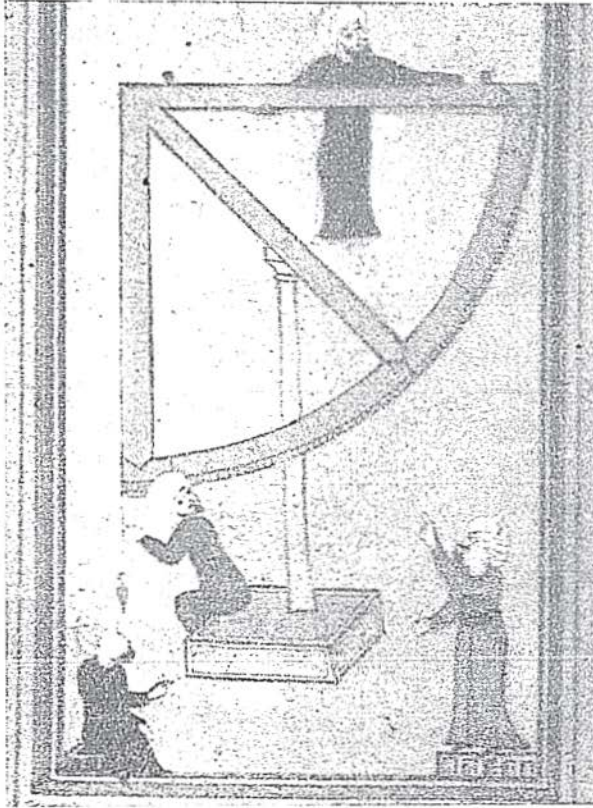


Şekil : 7

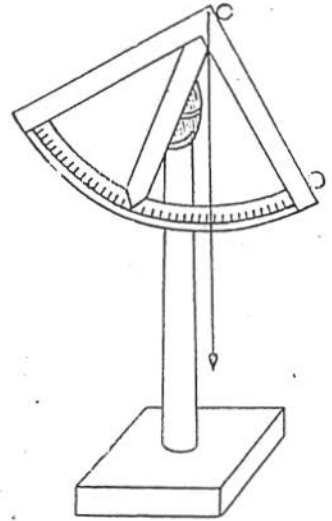
Tycho'ya göre, o, bu alet ile kendisinden öncekilerin erişemedikleri bir dakikliğe vasıl olmuştur. Bununla rasat şu şekilde yapılır. Yıldız görününceye kadar kadran aşağı yukarı hareket ettirilir. tam görüldüğü anda şakülün ipinin gösterdiği taksimat yüksekliği verir.

²⁷ Tycho Brahe, S. 88-91.

Takiyüddin'in kadranı da bunun aynısıdır. O, 450 cm. yarı çapında muazzam bir kadrandır. Osmanlıca metinde bildirildiğine göre, buna, bir takım tahta cetvellerden, Arapça *mistaralardan* yapılmış olduğu için *rub-u mistara* veya tahtadan yapıldığı için *rub-u deffe* yani *tahta kadran* adı verilmiştir. Tahtadan yarı çapı 4,5 metre olan çeyrek daire yayı yapılır. (Şekil 8 ve 9) Bunun iki ucuna, kadranın yarı çapı yerine geçen iki tane çetvel tesbit edilir. Üçüncü bir çetvel de yayın ortası ile merkezi birleştirir.



Şekil: 8



Şekil: 9

Bu çetvelin tam ortasına bir mihver yapılır. Bu mihver; bir kaide üzerine tesbit edilmiş sütun üzerine geçirilir. Merkezine ip takılıp diğer kadranlarda olduğu gibi alt tarafına şakül asılır. Yan çetvellerden biri üzerine iki hedefe tesbit edilir. Rasat aynen Tycho'nun kadranında olduğu gibi yapılır²⁸.

Bu takdirde cevaplandırılması zor birtakım suallerle karşılaşırız. Acaba bu İslâm Âleminde çok kullanılan bir aletmidir? Şimdilik bu hususu aydınlatacak bir ip ucu bulunamamıştır. Mamafih Takiyüddin'inin bu aleti kendi icadı imiş gibi göstermemiş olması, önceleri kullanılan bir alet olduğu intibahı uyandırmaktadır.

²⁸ Takiyüddin, *Âlât...* İstanbul Topkapı 12b-13a, Kütahya 8b-9a

ZÂT-ÜS-SEMT VE'L İRTİFÂ (AZİMUTHAL QUADRANT)

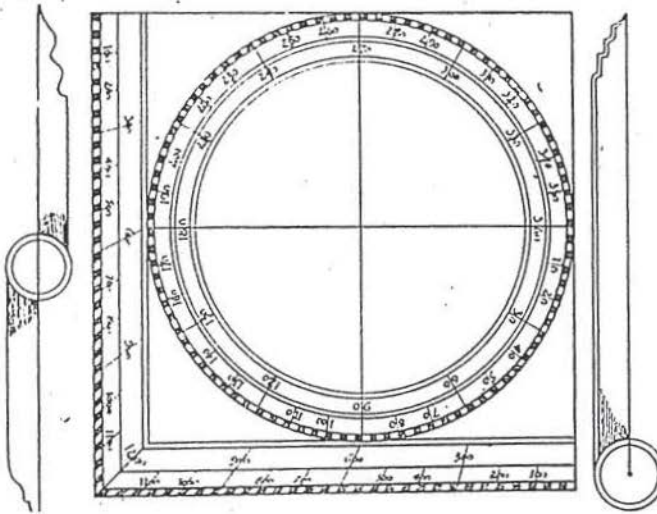
İslâm Âleminde yaygın olarak *zât-üs-semt ve'l-irtifâ* Batıda *azimuthal quadrant* adını alan bu alet, bu gün geniş ölçüde kullanılan *teodolitin* ilk örneğini temsil eder.

Teodolit birbirine dik, taksimatlı iki halka, küçük bir teleskop, ufak hareketler için iki tanjant vidasından ibarettir. Halkalardan biri ufku temsil edip azimutu ölçmiye, diğeri buna dik olup yüksekliği ölçmiye yarar. Her halkaya birer idade ve mikroskoplu ikişer verniye konmuştur.

Teodolit isminin nereden çıktığı etimolojistleri meşgul etmiş, çok çeşitli şekilde izahlar vermişlerdir. Bazıları bunu Yunana kadar götürmüşlerdir. Onlara göre teodolit şu Yunanca kelimedenden gelir. Bu da şu manalara gelen kelimelerin birleşmesinden yapılmıştır. *δδός* yol, *λιτός* düz, *θεῖν* koşmak ve *δολιχός* uzun¹ Bazıları Arapça al-idadenin bozulması ile meydana geldiğini kabul ederler.²

Menşee meselesi ne olursa olsun Digges yazmış olduğu *Instrument topographical* adlı eserinde teodolite çok yakın olan *theodelit* adını kullanmıştır. Yalnız, yanlışlıkla üç yerde teodolit olarak yazılmıştır.³

Aletin tasviri kısaca şöyledir. Önemli iki kısımdan ibarettir. Birincisi kenarı 1200 parçaya bölünmüş içine teodelet adı verilen daire çizilmiş bir levhadır (Şekil 10). Merkezine iki hedefesi bulunan bir idade tesbit edilmiştir.



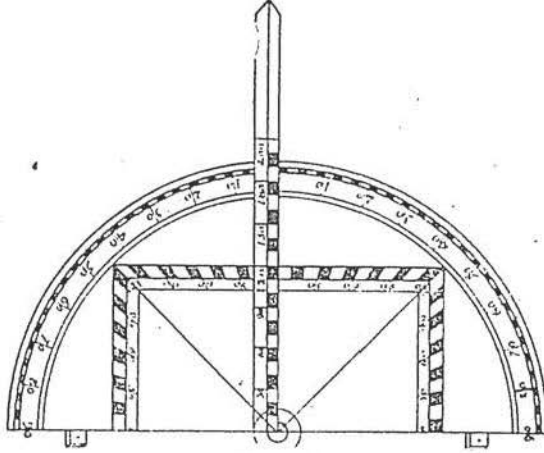
Şekil: 10

¹ *Britanica*, Teodolit bahsi, cilt 22, S. 56.

² Gunther, cilt II, S. 336.

³ Bak L. Digges, *A Geometrical Practise named Pantometria*. Oğlu T. Digges tarafından 1571 de neşredilmiştir. Oxford 1927.

İkinci kısım bir yarım dairelerdir (Şekil 11). Çapı üzerinde iki hedefesi vardır. Bu, merkezinden geçen bir mihverle ufki dairenin merkezine tesbit edilmiştir. Bu mihver yardımı ile istenilen her istikamete çevrilebilir. Buradaki çeyrek dairelerden biri yüksekliği, diğeri derinliği ölçmeye yarar.



Şekil: 11

Bu alet başlıca üç gurup altında toplanabilen önemli topografik meselelerin çözümünde kullanılmıştır.

1 — Topçulukta isabet sağlamak için mesafe tayininde. Hatta, bazı yazarlar tedodelitin, topçuluğun ihtiyacını karşılamak için icat edildiğini ileri sürerler. Digeste eserlerinde etraflı olarak bu meseleyi ele alır: Ona göre, geometrik ve aritmetik münasebetlerden haberdar olmıyanlar bütün hayatları müddetince atış yapsalar da hiçbir mükemmeliyete erişemezler. Matematik bilenler de sadece bu çerçeve içinde kalırlarsa yine hataya düşerler. Mermi yolları bütün gayri muntazam görünüşüne rağmen yine geometrik münasebetler içinde mütalaa edilir. Ve burada mesafenin tayini en önemli bir faktör olarak işin içine girer. Mesafe, bu alete bir bakışta, kolayca tayin edilebilir.⁴

2 — Bu alet arazinin topografyasını çıkarmakta, yani basit olarak ifade etmek istersek arazi üzerindeki muhtelif noktalar arasındaki mesafeyi bulmakta. Hiç şüphesiz bu aletin, icadı ile atılmış en önemli adım da bu noktadadır.

3 — Yükseklik ve derinlik ölçülerinde. Bir kulenin yüksekliğini veya bir kuyunun derinliğini bulmak gibi.

Üstürlab ve dolu kadranlar bir rasat aleti olarak zamanla kıymetlerini kaybettikleri halde, topoğrafya ve gemicilikte bütün rönesans boyunca

⁴ L. Digges, S. 81, Kiely, S. 117.

önemlerini muhafaza etmişler⁵ hatta bir takım aletlerin doğmasına da sebep olmuşlardır. ⁶ Bu aletlerden biri, belkide en önemlisi, Digges'in teodelitidir. Nitekim bizzat kendisi teodelitin icadı meselesini ele aldığı anda derinlik ve yükseklik ölçmek için kadranlar esasen vardı. Bunlara birde iç kısmına kare resmedilmiş teodelit adı verilen daire ilâve edildiği takdirde alet derinlik, genişlik ve yükseklik ölçebilir demektir. ⁷

Bu alet Digges'ten biraz sonra Galluci tarafından *Vissorio* adı altında bütün tafsilatı ile ele alınmıştır. *Vissorio dioptré* manâsına geldiği için bazıları da teodeliti İskenderiyelilerin kullandıkları dioptré ile münasebet getirirler. ⁸

Umumiyetle yazarlar teodolitın icadını Digges'e atfederler. Halbuki bu tarihten daha önce 1512 de neşredilen *Margarita Philosophica* adlı eserde *Polimetrum* adı verilen bir aletten bahsedilir ki, bu Digges'in teodelitine benzer.⁹ Mamafih bu alet tesir yapmamış ve tanınmamıştır. Daha sonra 1542 de Jean Rotz'un *differential kadranını* görüyoruz. Bu alet konstrüksiyon bakımından diğerinden farklı olup pusula ile teşhiz edilmiştir. Bunun azimutu ölçmiye yarıyan bir azimut halkası ile ona dik bir vaziyette yükseklikleri ölçmiye yarıyan diğer bir halkası vardır. ¹⁰

Astronomik aletlerle topoğrafik aletleri kesin olarak birbirinden ayırma imkân yoktur. Bununla beraber, sadece topoğrafya veya astronomiye ait olan aletler de vardır. Çok yakın bir isim benzerliği olmakla beraber Digges'in teodeliti yukarıda işaret edildiği gibi, tamamiyle topoğrafik bir alet olarak ortaya çıkıyor. Eserde herhangi bir gök cisminin raşadından bahsedilmemektedir. Mamafih şöyle bir sual de akla gelebilir. Diges'in bu aleti Tycho Brahe tarafından azimut kadranının kullanılmasında tesiri olmamış mıdır? Nitekim Laussedat Tycho'nun aletinin buna benzediğini ileri sürer. ¹¹

Bu gün astronomide kullanılan teodolitın menşei çok eskilere kadar gider. Bu husustaki en sarîh misali elimizdeki vesikalara göre İbn Sînâ da buluyoruz. Yan ve yükseklik açılarını ölçmek için kullanılan aleti çok alâka çekicidir. *Kitab al-lâvahik (Kitab al-Lawahik)* adlı yazısında bu aletin teferruatlı bir tasvirini verir. Bu, 3,5 metre uzunluğunda iki cetvelden ibaretir (Şekil 12). Bunlar, birer uçlarından o şekilde birleştirilirler ki kapatıl-

⁵ İslâm Âleminde de üstürlablar topoğrafik meselelerin çözümlerinde kullanılıyordu. Bak. Âmilî (Bahaeddin) *Kholâfat al-hissab*, Roma 1864.

⁶ Üstürlab ve kadranlardan çıkmış aletler arasında kadran geometrik, Hollanda dairesi, grofometre, planşet, teodolit de zikredilir. Bak. Kiely, S. 68-69, 159-161, 232. A. Laussedat, *Recherches sur les Instruments, les Méthodes et le Dessin topographique* cilt I, Paris 1898, S. 103.

⁷ Digges, S. 8.

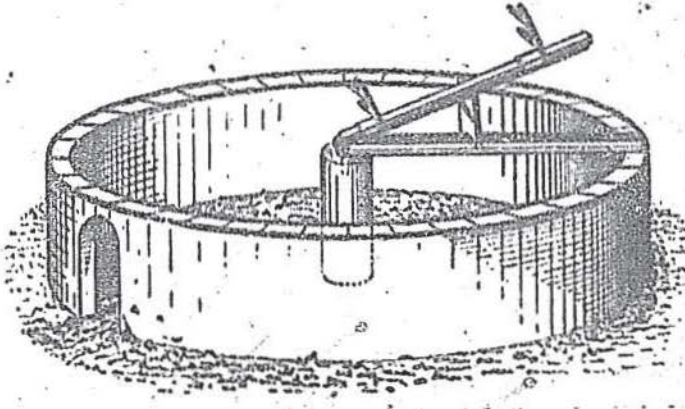
⁸ Kiely, S. 34-35, 158.

⁹ Kiely, S. 108.

¹⁰ Kiely, S. 126.

¹¹ Laussedat, cilt I, S. 100.

dıkları zaman, iki cetvelin yüzeyleri tamamiyle birbirinin üzerine intibak eder. Her iki kol kirişlere göre taksim edilmiştir. Taksimat iki cetvelin birleştiği mihverden başlar. Üst cetvelin üst yüzeyine birbirine eşit, biri sabit diğeri müteharrik iki hedefe tesbit edilmiştir. Bir de iki cetvelin arasına yerleştirilen bir parça vardır. Açımın büyüklüğüne veya küçüklüğüne göre, bu parça merkeze yaklaştırılır veya uzaklaştırılır. Buradan kolaylıkla açı hesap edilir.



Şekil: 12

Yedi metre çapında bir kule yapılır, yüzü mümkün olduğu kadar tesviye edildikten sonra, üzerine bakırdan, taksimatlı bir ufuk halkası yerleştirilir. Kulenin tam merkezine 1 metre çapında, kulenin yüksekliğine eşit, üst kısmı ufka paralel bir sütun dikilir. Alet, tepe kısmı bu sütunun merkezine, ucu da ufuk halkası üzerine gelecek şekilde yerleştirilir, öyleki, o, bu sütun üzerinde istenilen her istikamete dönebilir¹².

Mısırda al-Afdal'ın himayesinde ibn Karaka'nın riyaseti altında inşa edilmiş olan rasat aletleri arasında bir tanesi Tycho'nun ufuk halkası üzerinde dönen kadranına benzer görünmekte ise de bu misal sarih olmadığı için bir tarafa bırakmak icabeder.¹³

Yan ve yükseklik açılarının ölçülmesinde kullanılan bu aletin, umumiyetle ilk defa Câbir tarafından kullanıldığı kabul edilir. Arapça metinden çıkarılan alet konstrüksiyonu, ufuk koordinatına göre rasat yapmaya elverişli görülmemektedir. Esasen, kendisi de bununla yan ve yükseklik açılarının ölçüldüğünü mevzuu bahis etmemiştir.

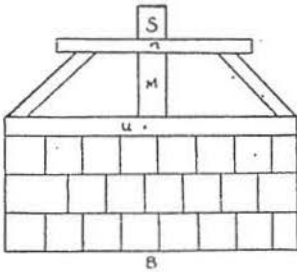
Bu aletin ikinci sarih misalinini, Urdî'nin aletleri arasında görüyoruz. Risalesinde *alet-ül-kâmil*'e adını verdiği aletinden bahsederken şöyle der.

¹² E. Wiedemann, ve Juynbol, *Avicennas Schrift über ein von ihm ersonnenes Beobachtungsinstrument*, *Acta orientalia* cilt V, 1926, S. 81-167.

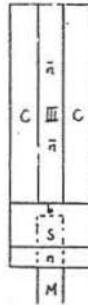
¹³ Coussin, *Le Livre de la grande table Hakémite, Notices et Extraits M M. S.* cilt 7, Paris, XII, S. 7.

“Şamda (650-615) senesinde Hıms (Hıms) hükümdarı Mansur (Manşûr) için, fazıl Vezir Necmeddin al-Lubudî (Najm al-Din al-Lubûdî)’nin huzurunda ve onun *alet-ül-kamile* adını verdiği aletin başka bir nev’i. Onunla bütün yükseklikler ve azimutları elde edilir.” Urdî 1239-1245 seneleri arasında Hıms Hükümdarı Mansur’un hizmetinde çalışıyor. Bu sıralarda hem Şam şehrinin su tesisatını yapıyor, hem de Mansur için bu astronomi aletini inşa ediyor.¹⁴ Bu tarihlerde Şamda bir rasathâne mevcut mu idi? Bu hususta hiç bir şey bilmiyoruz. Yalnız İslâm kaynaklarında *zât-üs-semt ve’l-irtifa*’ın ilk defa Şamda daha sonra Merâgada yapılmış olduğuna dair kayıtlara sık sık rastlanıyor. Kaşî “Bu alet Şamda, sonrada Merâgada yapılmıştır. Eskiden mevcut değildi.”¹⁵ der. Takiyüddin de bu ifadeyi teyid eder.¹⁶

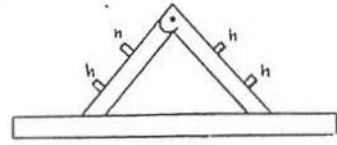
Urdî’nin verdiği izahata nazaran alet şu şekildedir. İlk defa, aletin üzerine konulacağı dairevi bir bina yapılıır (Şekil 13, B). Üzerine, bir birini dik açı ile kesen iki çapı olan bir halka (u) tesbit edilir. Buna ufuk halkası adı verilir ve merkezine, orada hareket edebilen bir *merkezî mihver* yerleştirilir (M). Bu, üst yüzü ufka paralel olacak şekilde altından dayaklarla tutturulmuş bir daire içinden geçer (h).. Mihverin dairenin üzerinde yükselen kısmına (s) alt kısmı halkının üst yüzünde kolaylıkla dönebilen bir başlık yerleştirilir (Şekil 14).



Şekil: 13



Şekil: 14



Şekil: 15

Kesitleri kare şeklinde, aynı boyda üç cetvel hazırlanır. Bunlardan ikisi başlığın üzerine tesbit edilir (c). Üçüncüsü (III) ikisinin üst kısımlarından geçen bir mihverle ikisi arasına yerleştirilir. Bu cetvel diğer ikisi arasında ileri geri hareket eder. Bundan başka üzerine iki tane de hedefe tesbit edilmiştir. Orta cetvelin yan yüzeylerinden birinden ve mihverden itibaren, muayyen bir uzunluk alınır buna yarı çap adı verilir.

Uzunluğu yarı çapın 1,5 misli kadar olan ve üzeri kirişlere göre taksim edilmiş bir cetvel, başlığın üzerine tesbit edilmiş cetvellere birinin yanına asılır.

¹⁴ Seemann, S. 102-103.

¹⁵ Kaşî, S. 1a.

¹⁶ Bak Takiyüddin, *Âlât-ı... İstanbul Topkapı 10a, Kütahya gb.*

Urdî'nin ifadesine göre bu alet ile rasat şu tarzda yapılır. Alet, orta cetvel düzlemi, ölçülmesi istenilen yıldızın üzerinde bulunduğu yükseklik dairesi düzlemi ile aynı oluncuya kadar çevrilir. Orta cetvelin ucu her iki hedefeden birden yıldız görünümüne kadar yukarı kaldırılır. Kiriş cetveli de orta cetvelin yanındaki işarete, yani, yarı çap hizasına getirilir. Kiriş cetvelinin üzerindeki bölümlerden zenit ile yıldızdan geçen iki doğru arasında kalan açının kirişi bulunur. *Merkezi mihverin* alt kısmında, ucu ufuk halkasının üzerinde dönen bir cetvel yardımı ile de azimut bulunur.¹⁷

Bu tarihten biraz sonra, merâgada yan ve yükseklik açılarının ölçülmesine tahsis edilmiş dört türlü alet kullanılmış olduğunu görüyoruz. Bunlar *kâmile*, *zât-ül-cuyub ve's-sehm* (*dhât. al-jujub wa al-sahm*), *zât-ül-ceyb ve's-semt* (*dhât al-jejb wa al-semt*) ve *zât-ür-rub'eyn* (*dhât-al-rub'eyn*)dir. İbn Sînâ'nın aleti ile Urdî'nin *kâmilesi* Batlamyüs'ün *triquetrum*undan ilham alınarak yapıldığı ve kiriş hesabı üzerine dayandığı halde *zât-ül-cuyub ve's semti*yle *zât-ül-ceyb ve's sehmi* tirgonometriye dayanıp daha ileri bir adımı temsil ederler. Nitekim biraz sonra ele alacağımız Tycho dahi üç asır sonra bu aletin bir benzerini rasathânesinde inşa etmiştir. Bu iki alet mahiyetçe bir birinden farklı olmadığı için, birisini incelemek kâfi gelecektir.

Üzerine taksimatlı ufuk halkası tesbit edilmiş, dairevi bir bina yapılır. Merkezinde, uçları, ufuk halkasının kenarına temas ederek dönen bir çapı vardır. Buna tam orta kısmında bir travers tesbit edilmiştir. Çapın genişliğinin ortasına ve uzunluğu boyunca devam eden bir kanal yapılmıştır. Bu kanalın iki kenarı taksimatlandırılmıştır.

Uzunlukları yarı çapa eşit olan iki cetvel, uçlarından menteşe ile birleştirilirler (Şekil 15). Bunların, yanlarına müş'ir tesbit edilmiş olup uçları kanal içinde ileri geri hareket ederler. Üst yüzeylerine de ikişer hedefe tesbit edilmiştir (h). İki uzun cetvel karşılıklı olarak kanalın iki tarafına ve travers üzerine tesbit edilir. Bunların genişliklerinin ortalarından ve uzunlukları boyunca devam eden birer kanal yapılır. Öyleki, cetvelleri birleştiren mil bu kanalda aşağı yukarı, sallanmadan hareket eder. Bu kanalların iki tarafı da taksimatlandırılmıştır.

Rasat anında, çap gök cismine doğru çevrilir, hedefelerden yıldız görünümüne kadar, cetvel ileri geri hareket ettirilir. Çapın ufuk halkası üzerinde işaret ettiği derece azimutu, cetvellerdeki müş'irlerin gösterdiği taksimat yüksekliğin sinüsünü, milin dik cetveller üzerinden ayırdığı parça yüksekliğin kosinüsünü verir.¹⁸

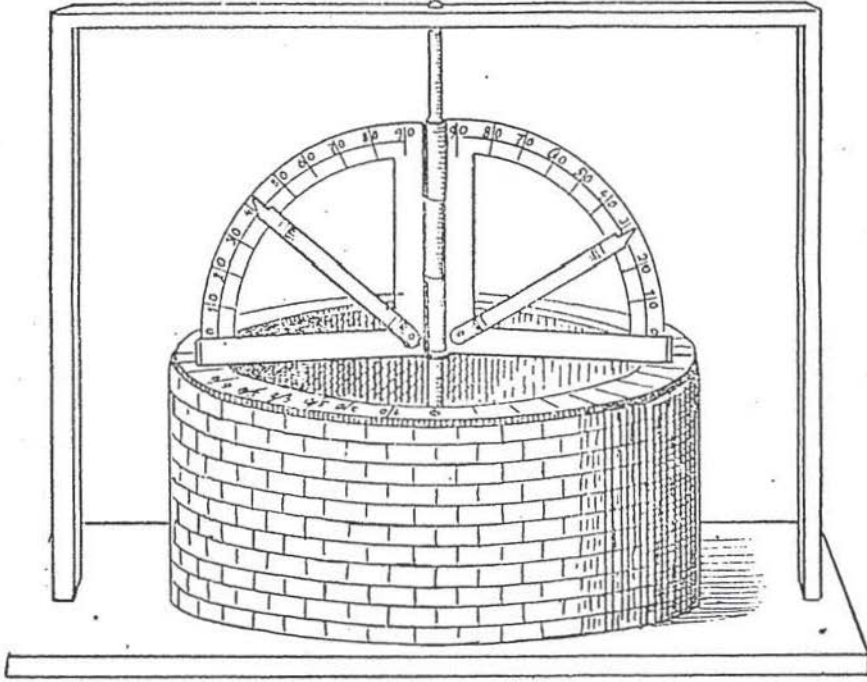
Dördüncü alet *zât-ür-rub'eyn* dir. Bu doğrudan doğruya yayları verdiği için diğer ikisine nazaran, daha da dakiktir.

Bu alet diğerlerinde olduğu gibi dairevi bir bina üzerine yerleştirilmiş bir ufuk halkası ile müteharrik iki kadrandan ibarettir. Bu kadrانların

¹⁷ Seemann, S. 96-104.

¹⁸ Seemann, S. 100.

merkezlerine birer idade tesbit edilmiştir. (Şekil. 16). Bu alet ile yan ve yükseklik açıları ölçüldüğü gibi, iki yıldız arasındaki mesafe de bulunur. Urdî bu aletin bilhassa mesafe tayini rasatlarına tahsis edildiğini bildirmektedir.¹⁹



Şekil: 16

Daha sonra Batıda Câbir'in muhtelif düzlemlere göre rasat yapabilen aletinden mülhem olarak icadedilen *turquetum*la karşılaşıyoruz. Bu, yıldızların azimut ve yüksekliğini de ölçebildiği için *teodoliti* de içine alıyordu. Bu bakımdan bazı yazarlar *turquetum*la *teodoliti* aynileştirmişlerdir. Meselâ Sarton bu meseleye temas ederek şöyle der, "Nasirüddin, birbirine dik iki düzlemde bulunan taksim edilmiş iki kalkadan ibaret olan *turquetum*un mucidi olarak gösterilmektedir. Aynı icad II'inci asırda yaşamış olan Liegeli Franco, 12'inci asırda yaşamış olan Cabir'e de atfedilmektedir".²⁰

Sarton'un yukardaki ifadesi Gunther'inki ile aynıdır. O *turquetum* bahsinde, "*Turquet* yahut *turquetum* bir birine dik açı yaparak bileştirilmiş iki düzlem üzerinde bulunan taksimatlı iki halkadan ibarettir. 1260 senesinde yaşamış olan Nasirüddin'in bu aletin mucidi olduğuna inanılmaktadır"²¹ demektedir.

¹⁹ Secmann S. 79

²⁰ G. Sarton, *Introduction to the History of Science*, cilt II, kısım 2 Washington 1931 S. 1005.

²¹ Gunther, cilt II, S. 35.

A. Sayılı da bu hususta şöyle der, "Takiyüddin'in rasat âleti için elimizde bulunan resimle ilgili olarak verilen izahata nazaran, bu aletin adı *zât-üs-semt ve'l-irtifâ* idi. Bu isim sarîh olarak gösteriyor ki, bu aletle hem semt hem de irtifa yani, yan ve yükseklik açıları birlikte ölçülebiliyordu; bu ise *turquet*'in önemli vasıflarından biri idi. Takiyüddin'in bu aleti ile *turquet*'in diğer teferruat bakımından da birbirine uydukları görülmektedir.

Turquet'in icadı, Milâdın on ikinci asrında yaşamış olan İspanyalı Müslüman astronomlardan Câbir ibn Eflah'a isnad edilmiştir. Bazı kaynaklara göre de bu âletin mucidi Nâsirüddini Tûsî'dir. Onbirinci asrın ikinci yarısında yaşamış olan Liege'li Franco'nun bu aleti icad ettiği de söylenmektedir." ²²

Turquet bir bakıma teodolitın vazifesini görmekte ise de bunlar bir birinden ayrı iki âlettir. Netice olarak şunu söyleyebiliriz ki, Nasirüddin'in *zât-ür-rub'eyni* ve Takiyüddin'in *semt ve'l-irtifâsı turquetum* değıildir.

Turquetumu bir tarafa bırakacak olursak, Batıda bu aleti ilk kullanan Wilhelm IV ile Tycho Brahe olmuştur. Halbuki bu alet İslâm Âleminde geniş ölçüde kullanılmıştır. Meselâ Kâşî eserinde *semt ve'l-irtifâ* adı altında aynen Nasirüddin'in *zât-ür-rub'eyni* tasvirini verir. ²³

İbn Şâtır (Shâtîr)'m bu aleti Şamda yapmış olduğuna bir çok eserlerde işaret edilir. ²⁴ Âmilî gayet teferruatlı olarak bunu mevzuu bahis eder. ²⁵

Daha sonra Takiyüddin'in biraz değıişik bir tarzda bu aleti rasathânesinde inşa ettiğini görüyoruz. Kâşî'nin *semt ve'l-irtifâ*, Nasirüddin'in *zât-ür-rub'eyn* diye ad verdikleri bu alet sadece yıldızların yan ve yükseklik açılarının ölçülmesinde kullanılmaz, iki yıldız arasındaki mesafenin tayinininde de kullanılır. İşte Takiyüddin'in yapmış olduğu değıişiklik te bu nokta ile alakalıdır. O iki kadran yerine bir yarım halka kullanmakla bu aleti sadece yan ve yükseklik açılarınm ölçülmesine tahsis etmiş oluyordu. Takiyüddin iki yıldız arasındaki açıyı ölçmek için başka bir alet icadettiğinden mi bu tadilatı yapmıştır? Sarîh olarak çözümlenemiyen *müşebbehâtü bi'l-manatik* bu maksat ile icadedilmiş bir alet midir? Şimdilik bu suallere kat'î olarak cevap vermek imkânı bulunamamıştır.

Takiyüddin'in bu aleti ufuk halkası üzerine yerleştirilmiş bir yarım halkadan ibarettir. Yarım halka merkezine bir idade tesbit edilmiştir. Bu, 180 dereceye taksim edilmiş çevre üzerinde hareket ederek yıldızların yüksekliklerini tayin eder. (Şekil 17).

Batı Âlemine geçecek olursak, Tycho Brahe yan ve yükseklik açılarınm ölçülmesinde kullanılan şu aletleri inşa etmiştir: Beş tane *azimut kadranı*, bir tane Takiyüddin'in *semt ve'l-irtifâsına* benzeyen azimut yarım halkasıyle Nasirüddin'in *zât-ül-cuyub ve's-semtine* benzeyen bir alet.

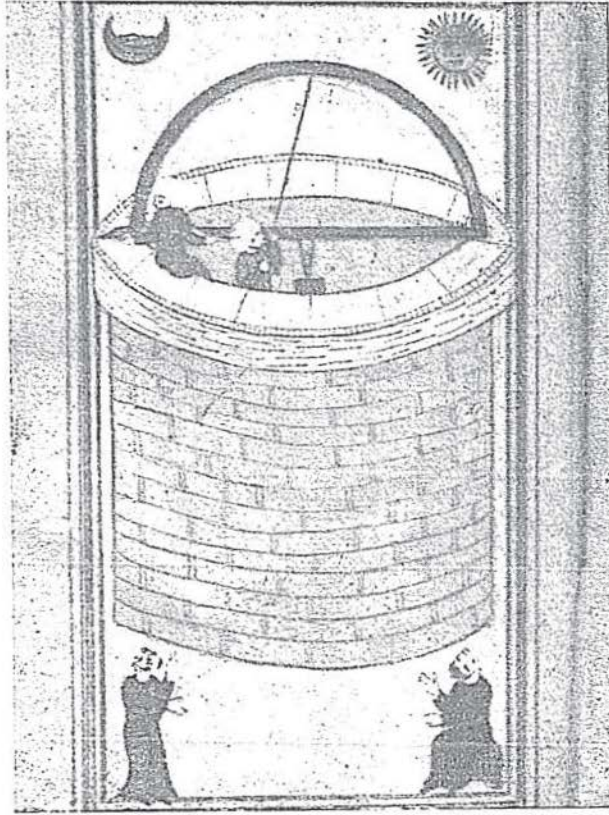
²² A. Sayılı, 1948 S. 664.

²³ Kâşî, S. 1a.

²⁴ Bak, Takiyüddin, *Âlât-ı...*, İstanbul Topkapı 10b, Kütahya gb.

²⁵ Âmilî, S. 14b-20a.

Azimet kadranslarından ikisi küçük çapta olup, bir azimet halkası ile onun üzerinde dönen, merkezine idade tesbit edilmiş bir kadrandan ibarettir. Her ikisi de *transversal* olarak taksim edilmiştir. Bunlarla çok fazla dakiklik elde edilmez; zira 58 cm. çapında küçük aletlerdir.²⁶



Şekil : 17

Diğer ikisi kule üzerine tesbit edilmiş azimet halkası ile hareketli bir kadrandan ibarettir. Bunlar 1,5 metre çapında oldukça büyük aletlerdir.²⁷

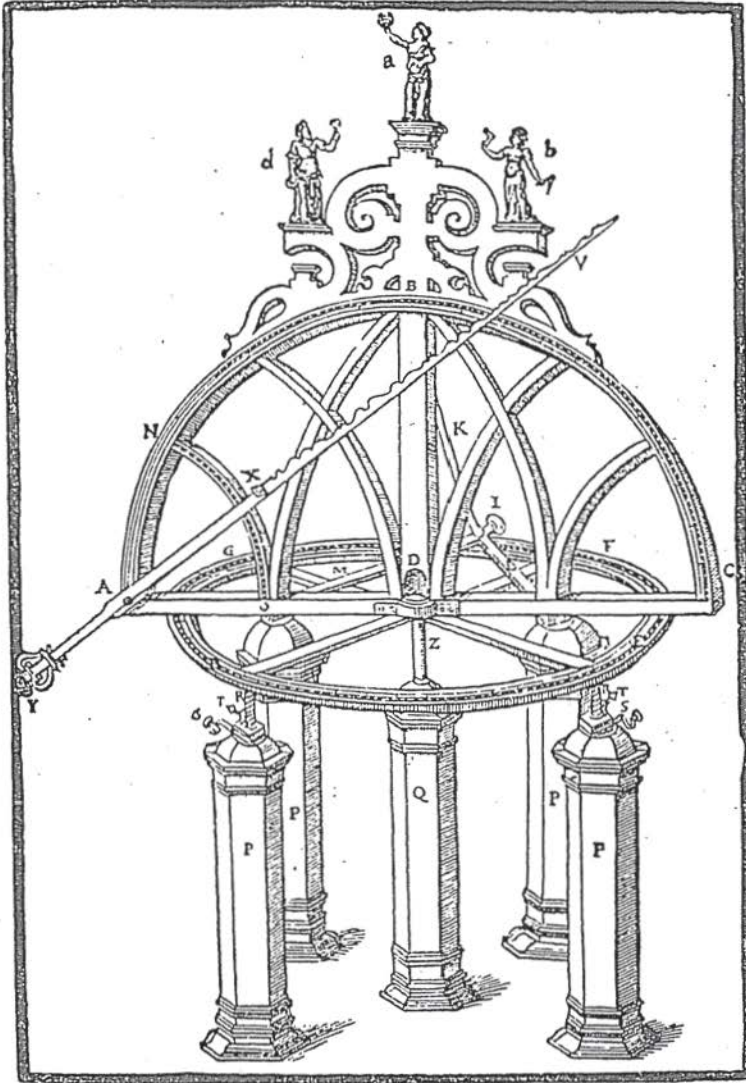
Tycho büyük azimet yarım halkası hakkında şunları der. "Yükseklik ve azimutları doğru olarak ölçmek için resimde şekli görülen diğer bir alet yaptık. Burada bir kadrans yerine, bütün bir ABC yarım daireni kullanmayı uygun buldum, ancak, yarım dairenin çevresi üzerindeki tek bir derecenin uzunluğu, merkezinden yapılan taksimata nisbetle iki misli kıymet kazanacaktır. Çünkü Öklid'in *Element*'inden bilindiği gibi, üçüncü kitabın 20'inci bahsi ve aynı neticeye varan diğer bahislerine göre, bir dairenin merkezinden çevresine uzanan bir açı, çevreden çevreye uzanan bir açının iki mislidir."²⁸

²⁶ Tycho Brahe, S. 16-23.

²⁷ Tycho Brahe, S. 32-39.

²⁸ Tycho Brahe, S. 40-43.

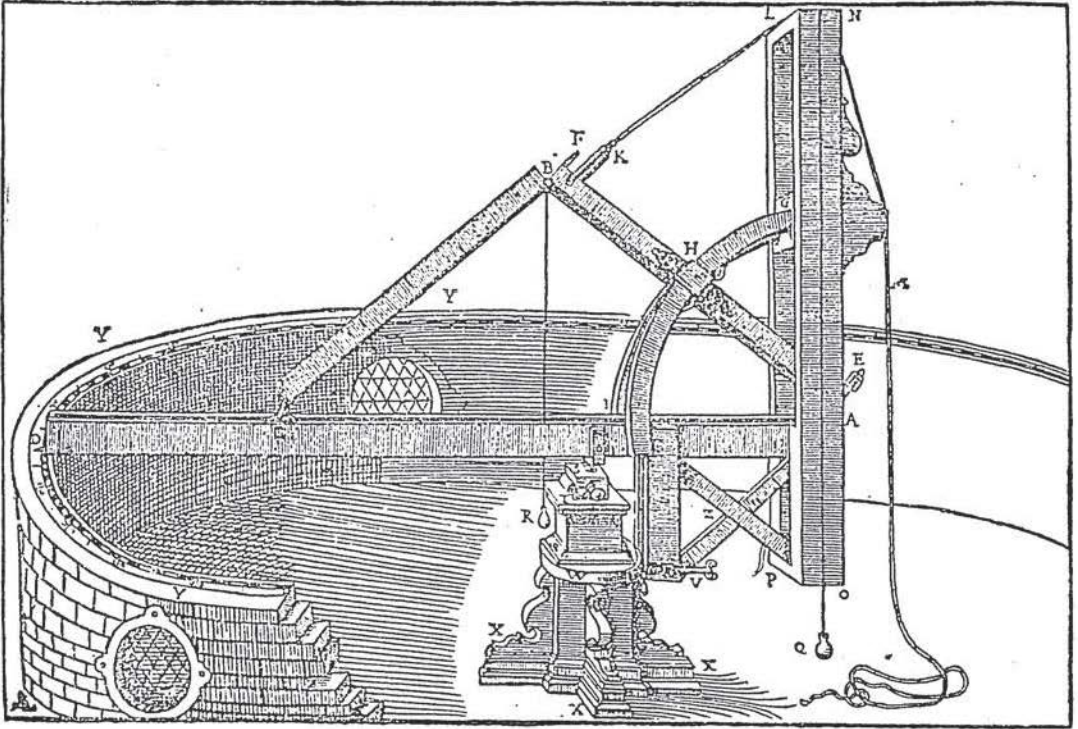
Bu aletin Takiyüddin'inkinden yegane farkı, idadenin merkeze değil de çevreye tesbit edilmiş olmasındadır. Bu ise, mahiyete taalluk eden bir değişiklik değildir (Şekil 18).



Şekil : 18

Azimutu gösterdiği gibi yüksekliği de gösteren paralaktik veya cetvelli alet adını verdiği alet, mahiyetçe bunlardan farklı olup cetvellerden yapılmıştır. O, bu alet hakkında şu tafsilatı verir. "A D birinci ve lüzum hasıl olduğu zaman çevrile bilen ufki olarak konmuş olan esas cetveli ifade eder, uzunluğu 330 santimdir. Üst yüzü benim transversal noktalarıma göre taksim edilmiş beş şekilli sinüs cetveline tekabül eden adetleri taşımaktadır. Birbirine bağlı iki cetvelin uzunlukları (B C ve B E) düz vaziyete getirildiklerinde bu cetvele

eşit olur, resimde A B ve B C olarak ifade edilmiştir; öyleki, C noktasında menteşe ile bağlanmış olan ikinci cetvel ile beraber aşağı yukarı kaldırılıp indirilebilir. Bu iki cetvelde hiç bir taksimat yoktur, yalnız A B de hedefeler vardır.”²⁹ (Şekil 19)



Şekil: 19

Bunu biraz evvel tasvirini verdiğimiz Urdî'nin *zât-üs-semt ve'l-irtifâsı* ile karşılaştıracak olursak, aralarında hem şekil bakımından hemde mahiyet bakımından son derece yakın bir benzerlik olduğunu tesbit ederiz. Her ikisinde de aletin üzerine konduğu ve ufuk halkasının tesbit edildiği bir kule, merkezinde istenilen istikamete dönebilen, ortasında kanalı bulunan bir cetvel, birbirlerine menteşe ile bağlı, uçları kanalın içerisinde hareket eden, uzunlukları toplamı ilk cetvele eşit olan iki cetvel vardır. Bundan başka her ikisinde de kanalın iki kenarı sinüs taksimatı ile taksimatlandırılmıştır.

TURQUETUM

12'inci asrın başlarında yaşamış olan Câbir ibn Eflah (Jâbir ibn Aflah) *Işlah al-Macistî (Işlah al-Majisti)* adlı eserinin beşinci makalesinde, Batlamyüs'ün *zât-üş-şu beteyn (dhât al-shu' beteyn)*nini tasvir ettikten sonra, kendisinin icadettiği bir aleti mevzuu bahis ederek şöyle der "Vasfedeğimiz gibi, bir

²⁹ Tycho Brahe, S. 49 - 51

halka, diğer bir halkanın dörtte biri ve hedefeleri bulunan bir cetveldен müteşekkil bir tek alet, bu kitapta mevzuu bahis edilmiş bütün aletlerden istigna ettirebilir.”¹

Daha sonraları bu eser, Cremonalı Gerard tarafından Latinceye tercüme edilmiş ve Peter Apian tarafından 1534 de Nürnberg de *Gebri filii Affla Hispalensis de astronomia libri, IX in Quibus Ptolemaeum, alioqui doctissimum, emendavit* adı ile neşredilmiştir. Esas Arapça metninde dahi anlaşılması çok zor olan bu alet, bazı astronomi tarihçilerinin temas ettikleri gibi, Latince tercümesinde iyice içinden çıkılmaz bir duruma girmiştir. Nitekim Delambre eserinde bundan bahsederken, muayyen bir kısımdan sonra aletin çok az anlaşılabilir olduğuna işaret eder. Ona göre, burada açık olarak bilinen şey, halkanın muhtelif dayaklarla çeşitli düzlemlere yani, ekvator, ekliptik, ufuk düzlemlerine intibak ettirilerek muhtelif koordinatlara göre rasat yapılabilmesidir.²

Halbuki Repsold, Delambre'in anlaşılmaz olarak bahsettiği bu alet tasvirinden, bütün astronomi tarihi kitaplarında “Câbir'in teodoliti” diye sık sık geçen, bir alet konstrüksiyonunu ortaya çıkarmıştır.³

Çeşitli düzlemlere intibak ettiği gayet sarîh olan Câbir'in bu tasviri Avrupada yeni bir tip aletin doğmasına sebep olmuştur. Bilindiği gibi bu da *Turquetum*dur.

Önce Câbir'in aletini Arapça metnine göre ele alalım. Yukarda mevzuu bahis edildiği gibi, bu aletin esas kısmı bir halka, bir kadran ve hedefeli bir idadeden müteşekkilidir.

Halka (A B) 6 karış çapında olup, 360 dereceye bölünmüştür. Halkanın merkezinden geçen DCV mihverinin tesbit edilmesi için, çapı A B halkasından daha büyük olan bir halka parçası, halka düzlemine dikey olarak her iki kenarından birleştirilmiştir. Bu mihverin CV kısmı bir karış kadar olup köşeli, CD yarı çapa eşit olup hafif koni şeklindedir (Bak. Şekil 48).

Bu DCV mihverine, çapı AB halkasına eşit olan RHL kadranı geçirilir. Bir de, halkanın B noktasında BS çubuğu vardır.

Aletin birinci planda teferruatı bundan ibarettir. Muhtelif rasatlara göre alet muhtelif tarzlarda hazırlanır.

I — Şayet bununla dönence noktaları arasındaki yayın miktarı tayin edilmek isteniyorsa, alet şu şekilde tertip edilir. Kolayca güneş görebilen, yerden yüksek bir kaide üzerine yerleştirilmiş *ruhâmenin* yüzeyine meridyen doğrusu çizilir. BA halkası, merkezi bu doğru istikametine gelecek ve DV mihveri bu doğruya paralel olacak şekilde yerleştirili-

¹ Bak. S. 387

² Delambre, 1819, S. 183.

³ Repsold, S. 11-12.

lır. Bu durumda RHL kadranı mihvere geçirilirse, kadran meridyen düzleminde bulunur (Şekil 51) Eğer, bununla Dönence noktalarına yakın olduğu zaman her gün güneşin rasadı yapılacak olursa, dönence noktaları arasındaki yay bulunur.

II — Bu alet ile güneşin ekinoks noktalarından geçişleri tayin edilmek isteniyorsa, şöyle bir yol takip edilir. Ruhâmenin yüzeyine, genişlikleri DC mihveri kadar olan iki halkacık tesbit edilir. Ruhâmaya o şekilde bir meyil verilir ki, bu halkacıkların merkezlerinden geçen doğru kutuplardan geçer. Bu durumda, DC mihveri halkacıklara geçirilirse, AB halkası ekvatorü temsil eder (Şekil 53). Böylece geniş ölçüde kullanılmış olan *ekvatoriel armil* elde edilmiş olur. Batlamyüs bu halkanın ekvator düzlemine nasıl yerleştirilmiş olduğuna dair herhangi bir tafsilat vermemiştir. Urdî halkayı meridyen düzlemine tesbit edilmiş bir halka içine yerleştirmekle güzel bir hal çaresi bulmuştu. Görülüyor ki, Câbir, Urdî'den önce bu meseleyi gayet pratik bir tarzda halletmiştir⁴.

III — Yıldızların ekliptiğe göre enlem ve boylamları bulunmak istenirse, alete şöyle bir ilâve yapılır. CDV mihverine D noktasında, uzunluğu yarı çapa eşit olan diğer bir mihver tesbit edilir. Bu iki mihver arasındaki açı eğim açısına eşittir. Bu mihver biraz evvel mevzu bahis edilmiş iki küçük halkacığa geçirilir. Böylece, O noktası güney kutbunu, D noktası ekliptiğin kutbunu, AB halkası da ekliptiği temsil etmiş olur (Şekil 54). Ekliptiği, o andaki ekliptik düzlemine intibak ettirebilmek için, AB halkası bütünü ile halkacıklara geçirilmiş mihverle birlikte çevrilir.

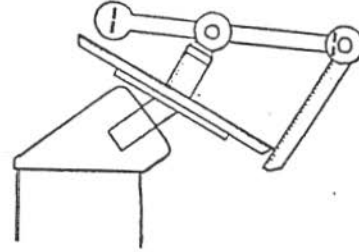
Şimdi de Câbir'in eserinin Latince tercümesine dayanarak Delambre ve Repsold'un vermiş oldukları izahatı görelim. Delambre şöyle der, "Beşinci kitapta *triquetrumu* mevzuu bahis ettikten sonra, kendisinin icad etmiş olduğu bir halka, bir dörtte bir halka, ve idadeden müteşekkil bir aletin konstrüksiyonuna geçer. Bu halka altı karış çapında olup 360 dereceye, her derece de, mümkün olduğu kadar daha küçük parçalara bölünmüştür. Çevresi üzerinde Yengecin başlangıcı için bir A noktası alınır. Bunun karşısındaki B noktası da Koç içindir. Halkanın merkezinde, içinde ona temas edecek tarzda bir silindirin döndüğü yuvarlak bir boru vardır. Silindirin üst kısmında 4 parmak büyüklüğünde yuvarlak bir parça vardır. Birinciye eşit diğer yuvarlak bir parçaya tesbit edilmiş idade onun merkezine temas ederek döner. İki yuvarlak parça merkezlerinden geçen bir vida ile birleştirilmişlerdir. İdade, merkezleri delik iki hedefe taşır. Tasvirin geri kalan kısmı çok az anlaşılır haldedir, ona refakat eden beş şekil de çok müphem ve orada görülen harfler de metne tam uymamaktadır. Burada açık olarak görünen şey, bir tek halka, muhtemel olarak onun tarafından verilen çeşitli dayaklarla, meridyene konulup *solstitial* olabilir, ekvator düzleminde *ekvatoriel*, netice

⁴ Bak. Seemann, S. 60.

olarak ekliptikle ekvator kadar açı yaparak *üstürlap* gibi boylamları, aynı şekilde enlemleri verir”⁵.

Delambre'nin verdiği bu tafsilattan bir alet tasavvurunu elde etmek imkânsızdır. Esasen kendisi de böyle bir şeye teşebbüs etmemiştir.

Repsold ise aynı alet hakkında şöyle der, “Delambre tasviri ve resimleri hemen hemen anlaşılabilir bulmaktadır. Bununla beraber cüz'i bir sebatla kendine has bir konstrüksiyonun doğru bir resmini yapmaya muvaffak olunmaktadır.”⁶ Repsold bu çalışmaları neticesinde şekil 20 de görülen alet konstrüksiyonunu ortaya koymuştur. Bu alette esas unsurlar: taksimatlı dairevi iki levha ve biri hedefeli, diğeri taksimatlı iki cetveldir.



Şekil: 20

Gerard'ın tercüme yaparken metni değiştirmiş olduğu düşünülebilirse de mamafih, Latince zaman zaman Arapça ile tam mütabakat halinde bulunmaktadır.

Câbir'in bu aletinin başka bir kimse tarafından kullanıldığı görülmemekle beraber⁷, Avrupada bundan mülhem olarak, muhtelif düzlemlere göre rasat yapabilen yeni bir alet meydana çıkıyor. Yakın zamanlara kadar, buna dair bilinen ilk eser Regiomontanus'a ait olduğu için, uzun zaman o, mucidi zanedilmişti. Halbuki Regiomontanus bizzat eserinin başında *Machina collectitia Gebri Hispalensis* demekte ve böylece, aleti Câbir'e atfetmektedir.⁸

Esasen tarihi araştırmalar Regiomontanus'tan çok önce bu aletin kullanılmış olduğunu ortaya koymuştur.

Câbir'in hiç bir ad koymadığı aletinden ilham alınarak meydana getirilmiş olan bu alete İslâm Âleminde tesadüf edilmemektedir. Her ne kadar bazı yazarlar *zât-üs-semt ve'l-irtifâya turquetum* adını vererek bunun İslâm Âleminde çok kullanılan bir alet olduğunu ileri sürmüşlerse⁹ de, bu isabetli görülmemektedir.

Zinner *Turquetuma* Türk rasat aleti *Türkengerät* der. Bu hususta şu tafsilatı verir. “İsminden de anlaşılacağı gibi bu aletin ortaya atılmasında bir Türk veya Arap aleti model olarak kullanılmıştır. Bu muhtemel olarak

⁵ Delambre, 1819, S. 182.

⁶ Repsold, S. 11.

⁷ Delambre, 1819, S. 183.

⁸ N. Hartmann, *Die astronomischen Instrumente des Kardinals Nicolaus Cusanus*, Berlin 1919; Gunther, Cilt II, S. 35.

⁹ Sarton cilt II, Kısım II, S. 1005; Gunther, Cilt II, S. 35; Sayılı, 1948, S. 664.

1100 senesi civarında Câbir tarafından icat edilip isim verilmiyen fakat aşağıdaki kısımları ile tefrik edilen alettir.”¹⁰

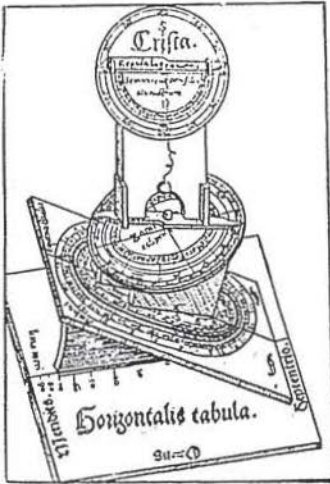
Hartmann, Cusali Nicholas’ın rasat aletleri hakkındaki bir eserinde, *turquetumun* ismi hakkında bazı izahlar ileri sürer, ve derki, “bir de, sonraları ekseriya *torquetum* olarak adlandırılan alet hakkında en erken kayıt önümüzde duruyor, ve burada (alete) *Turkentum* deniliyor, adın ilk şekli, muhtelif mihverler etrafında dönebildiğinden ötürü Latince *torquereye* bağlanmıştır. halbuki bu sonuncu en erken şekil, şimdiye kadar emin olarak izah edilememiştir.”¹¹

Hartmann Nürnbergin 1431 senesine ait olan kayıt defterinde iki isme rastlıyor. Bunlar :

Prom (agistr)o Nicolao, orlogista: Petro Swen fl. 50 Pro Turcis: Hospiti ipsorum fl. 40

Bu kayıtlar hakkında kendisi şunları söyler. “Bu, bizim Nicolaus Heybeck ile aynı ise, onu her halde *turquetumun* imal edicisi olarak görebiliriz. O zaman,

Turci adı altında onun yamaklarının, yahutta hiç olmazsa ona refakat edenleri tasavvur etmek akla yakındır. Bu takdirde *Türkler’e ait alet’in* şimdiye kadar çok karanlık kalan *turketum* adı içinbir izah elde etmiş oluruz. Heybeck’in 1431 yılındaki uzun ikameti sırasında, belki bir Nürnbergli burjuvanın siparişi ve şehrin çok sayıda sahip olduğu usta maden işçilerinin yardımı ile, yeni tarzdaki aleti imal etmiş olması, ve bunun Heybeck’e refakat edenlere bakılarak *turketum*-ki sonra bu *torquetum* olmuştur- olarak adlandırılmış olması pek âlâ düşünülebilir.”¹²



Şekil: 21

İsmi üzerindeki münakaşalar ne olursa olsun bu alet Câbir’den ilham alınarak yapılmıştır. Şimdiye kadar İslâm Âleminde

kullanıldığına dair de bir kayıt tesadüf edilmemiştir.

Bunun basit bir şekli ilk defa Poloniali Franco tarafından 1284 senesinde kullanılmıştır. Daha önceleri bir isim benzerliği yüzünden, bu alet Liejli Franco’ya atfedilmişse de,¹³ Thorndike’in yaptığı araştırmalar neticesinde bunun Poloniali Franco olduğu meydana çıkmıştır¹⁴. Franco’nun

¹⁰ Zinner, 1931, S. 394.

¹¹ Hartmann, S. 8.

¹² Hartmann, S. 14.

¹³ G. Sarton, *Introduction to the History of Science*, Washington 1927 cilt I, S. 557-58.

¹⁴ L. Thorndike, *Franco de Polonija and the Turquet. Isis*, cilt 36, kısım I, 1945, S. 6-7.

Turquetumu kimin olduğu bilinmeden, Gunther tarafından mevzuu bahis edilmiştir¹⁵.

Bu, *turquetumun* basit bir numunesini temsil eder. Alet yalnızca iki düzlemlile olup, ekvator ve ekliptiğe göre rasat yapabilir. Bilindiği gibi ekvator düzlemi sabittir değişmez, halbuki, ekliptik düzlemi her an değiştiği için, aletin bu kısmının hareketli olması ve rasat yapılan andaki ekliptik düzlemine intibak etmesi lâzımdır. Alet bir takım düzlemlerden yapılırsa, ekvatorle yaptığı açı sabit kalacak, buna mukabil ufukla yaptığı açı değişecek tarzda hareket edecek bir düzlem ilâve edilir. Bu yüzden denilebilir ki, sadece ekvator düzlemini muhtevi olan Franco'nun bu aleti hakikaten *turquetumun* en basit numunesini temsil eder. Böyle bir alet ile azimut ve yükseklik, deklinasyon ve saat açısı bulunabilir.

Turquetum bu tarihten biraz sonra Limogesli Peter tarafından da kullanılmıştır. Onun, bunu kullandığı 1299 senesindeki kuyruklu yıldız hakkındaki Latince eserinden anlaşılmaktadır. Peter bu eserinde kuyruklu yıldız *turquetumla* rasat etmiş olduğunu bildirir¹⁶.

Parisli astronom Ligneriusli Johannes'in *Canones Primi mobilis et super tabulas equatromum planetarum* adlı bir eserinde *turquetumun* mevzuu bahis edildiğini görüyoruz¹⁷. Daha sonra Murslu John da bu aletten haberdardır¹⁸. Regiomontanus'un kine nazaran daha basit bir *turquetum* Cusalı Nicholas tarafından, 49° 27' enlemine göre yapılmıştır¹⁹.

Regiomontanus'un ki o zamana kadar yapılanların en mütakâmilini temsil eder (Şekil 21).

Bu alet Apianus ve Schöner tarafından da yapılmıştır²⁰. Apianus'un aleti, ufak değişikliklerle beraber Regiomontanus'un kine benzer. O, *turquetum* münasebetiyle yazdığı yazıda bu aletle ne gibi astronomik rasatlar yapılabileceğini uzun uzun anlatır. Bu arada şunları mevzuu bahis eder: Ayın zahiri yerinin enlem ve boylamını, güneşin ufka göre yüksekliğini, güneşin günlük hareket yayını, şafak miktarını, saat açısını deklinasyonu, bulmak²¹. Daha sonra Wilhelm IV de Casselde böyle bir *turquetum* yapmıştır²².

Turquetum çok bilinen bir alet olmakla beraber, geniş ölçüde rasat yapmakta kullanılmamış ve uzun ömürlü bir alet te olmamıştır. Zira, bir birlerine muhtelif eğimlerle rapt edilmiş düzlemler dakik netice almıya mani

¹⁵ Gunther, S. 35.

¹⁶ L. Thorndike, *Peter of Limoges and the Comet of 1299*. Isis, cilt 36. kısım I, 1945, S. 3-6.

¹⁷ Hartmann, S. 9.

¹⁸ Thorndike, cilt III, 1934, S. 295.

¹⁹ Hartmann, S. 13.

²⁰ Repsold, S. 3.

²¹ Apianus. S. 202-203.

²² Repsold. S. 18.

idi. Nitekim Bailly'in bildirdiğine göre, Walther bu aletin pek dakik olmadığını görerek daha ziyade *zât-ül-halâk* ve *zât-üş-şu'beteyn* kullanmıştır ²³.

Tycho Brahe onu yapmamış, mahzurlarını da ortaya koymuştur. Aletlere dair yazmış olduğu eserinde *turquetum* hakkında şunları söyler. "...diğeri Kaldeliler veya Araplar tarafından icadedilip kullanıldığını zan ettiğim *turquetum*dur. O, dairevi düzlemleri ile halkaların gördüğü vazifeyi görür. Ben bir *turquetum* yapmak istemedim, zira, o, arzu edilen büyüklükte olduğunda kendi ağırlığı tarafından tazdik edilecek ve onu kullanması zor olacaktır. Mamafih bir kimse onun nasıl inşa edildiğini bilmek isterse, Apianus'un *Opus Astronomicum Caesarium*'unun sonunda, yahut, Schnöner'in meşhur Regiomontanus ve talebesi Nürnbergli Walther'in müşahedelerinden önceki, aynı addaki küçük kitabımda istediğini bulabilir" ²⁴. Bundan başka Tycho Brahe 1589 da Rothmann'a yazdığı bir mektupta Wilhem'i *turquetum* kullanmakla muaheze eder ²⁵. Nitekim Wilhelm'in yardımcıları Tycho ile temas ettikten sonra, Casselde Tycho tarzı aletler yapılmaya başlanmıştır.

15'inci asırda Atlantik Okyanusunda enlem tayini için *üstürlap* ve kadrân kullanılıyordu. Daha sonra *astronomik radius* meydana çıktı. Nihayet pusula ve kutup yıldızı vasıtası ile enlem tayin edilmeye başlandı. Gmundenli John tarafından, *turquetumun* boylam ölçülerinde kullanılabilceği beyan edildi. ²⁷ Bunun kullanılıp kullanılmadığı ve neticesinin ne olduğu hakkında hiç bir kayda tesadüf etmedim.

14, 15, 16'ıncı asırlarda *Turquetum* yapılmış veya hakkında eser yazılmış olduğu halde, 16'ıncı asırdan sonra bu alet üzerinde çalışmalara tesadüf edilmemektedir. ²⁸

ZÂT-ÜL-HALÂK (ZODIACAL ARMILLA)

Astronomi tarihi bakımından önemli olan bir grup ta, muhtelif halkaların bir araya getirilmesi ile meydana gelen aletlerdir. Dayandığı prensip şudur: Kâinat bir küredir, arz da onun merkezinde bulunur. Arzın yarı çapı, kâinatın yarı çapına nisbetle his edilebilir bir büyüklükte değildir. Böylece, arz üzerinde rasat yapan bir kimse, merkezde rasat yapıyor farz edilebilir. Yıldız veya herhangi bir gök cisminin rasadından maksat, ekseri halde onun yerini tesbit etmek olduğu için ve herhangi bir yıldızın yeri iki doğruya yani, bir koordinat sistemine göre tayin edileceği için, bu halkalar da ikiye ikiye muhtelif koordinat sistemlerini temsil ederler. Belli başlı koordinat sistemleri şunlardır, ufuk, ekliptik ve ekvator. Ekseriyetle bir alet bir tek koordinat sistemini ihtiva eder. Mamafih üçünü toplıyan aletler de vardır.

²³ Bailly, cilt I, S. 689

²⁴ Tycho Brahe, S. 53.

²⁵ Hartmann, S. 18.

²⁷ Zinner. 1931, S. 351.

²⁸ Bak. E. Zinner, *Verzeichnis der astronomischen Handschriften des deutschen Kultur gebietes.* München 1925, S. 349.

Ekvatör koordinat sistemini ihtiva eden alete *ekvatoriel armil*, ekliptiği ihtiva edene *zât-ül-halâk* yahut *zodiacal armil* denir. Bundan başka bu gurubda güneşin ekinos noktalarına geldiğini bildiren *halkat-ül-üstüvâ* (halkat-al-ustuwâ) *equinoctial armil* ile dönence noktalarının tayine yarayan *solstitial armil* de vardır. Bunlara halkalı güneş saatlerini de ilâve edebiliriz. Yalnız, bunların doğrudan doğruya rasat faaliyeti ile ilgisi olmadığından mevzuumuzun haricinde kalmaktadır.

Verilen tafsilata göre halkalı aletler ilk defa Çinde kullanılmıya başlanmıştı¹; Yunanda kullanılmıya başlaması M. Ö. 300 tarihlerine kadar götürülebilir. Yunanlılar Çinlilerden bir tesir almışlardır? Bu hususta şimdilik bir şey bilmiyoruz. ²

M.Ö. 300 senelerinde yaşayan Timocharis ile Aristyllos bazı kaynaklara göre halkalı aleti ilk defa ekvatör ve ona dik diğer bir halka şeklinde kullanmışlardır; ³ zira her iki astronom yıldızların deklinasyonlarını ve saat açılarını veriyorlardı. Fakat bu iki şahsın hakikaten böyle bir halka kullanıp kullanmadıkları şüphelidir. Nitekim Nolte onların bu rasatları bir küre üzerinde yapmış olduklarına işaret eder. ⁴

SOLSTITIAL ARMİL

Halkalı aletler içinde kullanılmıya başlıyan ilk tip, dönence noktalarının tayinine yarayan *solstitial armil* dir. M. Ö. 250 senesinde Eratosthenes iki dönence noktası arasındaki yayı $\frac{11}{83}$ olarak bulmuş, ekliptiğin eğimini $23^{\circ} 51' 19''$ olarak vermiştir. Eratosthenes bu müşahedeleri için meridyen düzlemine tesbit edilmiş, bir biri içinde dönen iki halka kullanmıştır. ⁵ Umumiyetle astronomi tarihçileri bu halkanın taksimatsız olduğunu kabul ederler. ⁶

Bu aletin ilk tasvirini veren Batlamyüs olmuştur. Almagest'inde onu şu şekilde izah eder. Bakır bir halka yapılır, içine, dış bükey yüzeyi, bunun iç bükey yüzeyine temas eden daha küçük bir halka geçirilir. Bu halka müşterek merkez etrafında, diğerinin içinde hareket eder ve üzerine çapı istikametinde karşılıklı iki prizma tesbit edilir. Bunların tam ortalarında taksimat üzerinde hareket eden birer müş'ir vardır. Alet bütünü ile bir sütun üzerine oturtulmuştur. Güneş meridyene geldiğinde, iç halka, üst hedefe alttakini gölgelendirinceye kadar çevrilir. Müş'irin gösterdiği taksimat

¹ Dreyer, 1890, S. 315.

² Gunther, S. 45, Dreyer, 1890, S. 300.

³ Bailly, *Histoire de L'Astronomie Moderne*. cilt I-III, Paris, 1779-82 S. 57-58. Nolte, *Die Armillarsphäre, Abhandlungen zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin*, Erlangen 1923, S. 11, Sédillot, 1884, S. 17-18.

⁴ Nolte, S. 11.

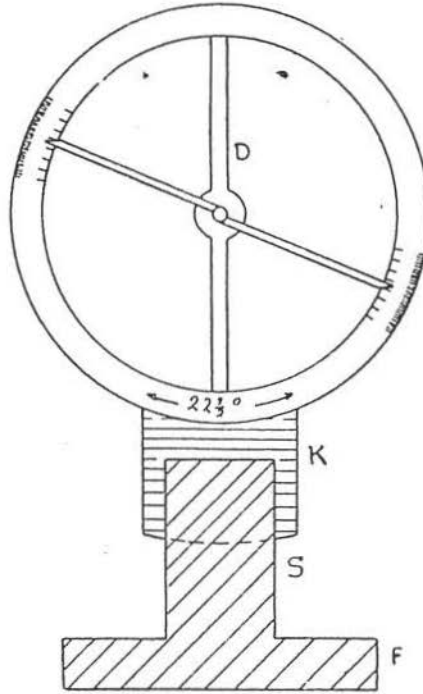
⁵ Grant, S. 436; Wolf 1877, S. 130; Bailly 1773, cilt I, S. 58.

⁶ Wolf'a göre bu halkanın taksimatlı olduğu muhtemeldir. İlk defa iki dönence noktası arasındaki yayı bularak bunu $360'$ a bölmüş ve $11:83'$ u bulmuştur. Wolf, 1877, S.530.

meridyen yüksekliğini verir. Bu aleti Hipparchos'un kullanmış olması çok muhtemeldir. ⁷

İslâmlarda bu aletin sık sık kullanıldığını görüyoruz. Ebu'l-Vefâ (Abû-l-Wafâ) ekliptiğin eğimini ölçmek için dört tane alet kullanır. Bunlardan biri iki hedefeli alet adını verdiği *solstitial armil* dir. Bu meridyen düzlemine tesbit edilmiş bir halkadır. Ona göre, içine ya çapı istikametinde karşılıklı hedefeleri taşıyan bir halka yerleştirilir, veya halka merkezine iki hedefeli bir idade tesbit edilir. ⁸ Böylece, Ebu'l Vefâ Batlamyüs'ün aletine idade ilâve-iyle hem alet yapımını kolaylaştırmış, hem de daha dakik rasat yapma imkânını sağlamış oluyordu (Şekil 23).

İbn Sînâ da bu aleti mevzu bahis eder. Birûnî *Kanun-ül-Mes'udi* (*al-Qânûn al-Mas'ûdi*) sinde böyle bir aletin tasvirini verir. ⁹



Şekil : 22

Urdî'nin aletleri arasında bunun da tafsilatını buluyoruz. Bu, çapı beş zira⁶ kalınlığı ve genişliği dört parmak olan büyük bakır bir halkadır. Halka kürsü üzerine ve tam meridyen düzlemine intibak edecek şekilde

⁷ Ptoleme, Kitap I, Kısım 10, S. 46-47.

⁸ Sédillot, 1884, S. 196.

⁹ Birûnî, *Al-Qânûnu'l-Mas'ûdi*, *An Encyclopedia of Astronomical Sciences*, cilt I, Hindistan, 1954. S. 362.

yerleştirilir. Halkanın kürsü ile zenit arasını birleştiren bir çapı ve bunun üzerine tesbit edilmiş bir idadesi vardır. Urdî'nin ifade ettiğine göre 5 zira' çapındaki halkada her derece bir parmaktan daha büyük olacağı için, her dereceyi de 30 veya 60 ya bölmek mümkündür. Aletin çapı büyüdüğünde, idade üzerine tesbit edilmiş iki hedefe arasındaki aralık ta büyüyeceğinden, hedefelerin deliklerinden yıldızı gözetlemek zor olur. Işığın dağılmasına mani olmak için iki hedefe arasını birleştiren, içinde ışığın nüfuz edebileceği kadar düz bir boru yapılır.

Ebu'l-Vefâ ve Urdî'de prensip bakımından olmasa da teknik teferruat bakımından bazı ilâveler yapılmış oluyor. Urdî'ye kadar İslâmlarda idadenin veya iç halkanın üzerine yerleştirilen hedefelere gözlem deliklerinin yapıp yapılmadığı bilinmemektedir. Böylece, gözlem delikleri vasıtası ile alet yıldız rasatlarına da tahsis edilmiş oluyordu. İç halka yerine hedefe yapılması, hedefeye delikler açılması ve deliklerin bir boru ile birleştirilmesi önemli sayılabilecek yeniliktir.

Daha sonra bu aleti Ebu'l Hasan (Abû-l-Ḥaşan)'ın *Cami al-Mabadi ve'l-gayat fi Ilm-al-Mikat (Jâmi al-Mabâdî wa al-Gayat fi Ilm al-Mikat)*¹⁰ ve Kâşî'nin *Şerh-i Âlât-î Rasat* Yazısında görüyoruz.¹¹ Bu aynen Batlamyüs'ünkine benzer, Âmilî de Urdî'ninkinin bir eşini tasvir etmiştir.¹²

Takiyüddin ve Tycho Brahe bu aleti inşa etmemişlerdir. Çok küçük taksimatı verebilen duvar kadranları her ikisini bunu yapmaktan müstağni bırakmış olabilir.

HALKAT-ÜS-ÜSTÜVA (EKINOCTIAL ARMİL)

Güneşin ekinoks noktalarından geçişlerini tayine yarıyan bu alete ilk defa Batlamyüs'ün *Almagest*'inde rastlıyoruz. Batlamyüs bu aletin mucidi olarak Hipparchos'u göstermektedir.¹³ Bazı tarihçiler ise bunu Kaldelilerin meşhur astronomları Berossos tarafından icadedilmiş, içine müş'ir yerleştirilmiş bir yarım küre şeklinde olan *schapeye* irca etmek isterler.¹⁴

Almagest'e verilen tasvire göre bu alet ekvator düzlemine tesbit edilmiş bir halkadan ibarettir.¹⁵ Güneş ekinos noktalarından birine gelince, halkanın iç bükey kısmı aynı şekilde aydınlanır. Bu, Hipparchos tarafından İskenderiye rasathânesinde inşa edilmiş, zamanla ağırlığı dolayısı ile durumunu değiştirdiğinden, Batlamyüs'ün bildirdiğine göre bir ekinosksda iki defa aydınlanmaya başlamıştır.¹⁶

¹⁰ Sédillot, 1884, S. 198

¹¹ Kâşî, S. 1a.

¹² Âmilî, S. 11a.

¹³ Ptoleme, Kitap III, Kısım II, S. 153.

¹⁴ Nolte, S. 7.

¹⁵ Ptoleme, Kitap III, Kısım II, S. 153. Sédillot 1884, S. 19.

¹⁶ Seemann, S. 60 - 61.

İslâmlarda bu tip halka tasvirlerine sık sık rastlanmaktadır. Kâşî *Şerh-i âlât-ı Rasad* adlı yazısında Adud-ud- Devle¹⁷ (Ađud-al-Dawla) zamanında Şirazda 10 arşın çapındaki taksimatsız bir halkanın ekvatör düzlemine paralel olarak konduğunu ve bunun yardımı ile ekinoks noktalarından geçişlerin tayin edildiğini yazar.¹⁸

Câbir ibn Aflah'ın muhtelif düzlemlere intibak ettirilebilen halkası, bir durumda da ekvatör düzlemini temsil ederek, ekinoks noktalarının tayininde kullanılır.

Urdî'nin *halkat-ül-üstüvâ* adını verdiği bu alet Merâğa rasathânesinde de inşa edilmiş ve buna dair tafsilatlı bilgi verilmiştir. Batlamyüs'ün bu halkayı ekvatör düzlemine nasıl tesbit etmiş olduğuna dair bir bilgimiz yoktur. Fakat Urdî bu husus için elverişli bir metot bulduğunu söyler. Halkayı kendisinden daha büyük bir halka içine ve birbiri ile dik açı yapacak şekilde tesbit eder. Dıştaki halka meridyen düzlemine o şekilde yerleştirilir ki iki halkanın kesişme noktasının zenite uzaklığı rasat yerinin enleminin tamamına eşit olur. Bu durumda ikinci halka ekvatör düzlemini temsil etmiş olur. Urdî'nin bu usulü ile halka hem kolaylıkla meridyen düzlemine yerleştirilir, hem de halkanın alt ve üst yüzeyi açık kaldığı için daha doğru netice elde edilir. Bundan maada her an kontrolünü yapmak ta mümkün olur. Bu aletin meridyen halkası taksimatlı olup merkezine de bir idade tesbit edilmiştir.

Bazı yazarlar isminden mülhem olarak buna *ekvatoriel armil* demişlerse de bunun ekvatör koordinat sistemini ihtiva eden aletle bir münasebeti yoktur.¹⁹

Böyle bir alet güneşin ekinoks noktalarından geçişlerini ve gök cisimlerinin meridyenden geçişleri sırasında deklinasyonlarını verir. Deklinasyonları ve saat açılarını tesbit etmiye yarıyan bir halka ile teğiz edilmemiş olduğundan saat açısını ve deklinasyonu bildiremez. Urdî meridyen geçişlerini tesbit ederek çok çeşitli aletler yapmış olduğuna göre, taksimatlı meridyen halkası ile onun üzerinde hareket eden idadenin burada vazifesi nedir?

Seemann bu mesele dair şöyle bir fikir ileri sürer: Ona göre bu halkanın ya ekvatör düzlemine paralel bir kaide üzerine konması veya bir sıra mesnetler üzerine oturtulması lâzımdır. Bu iki durumda da halkanın alt yüzünün aydınlanması imkansız olur. İbn Sînâ ile Urdî ikinci bir halkaya tesbit

¹⁷ Adud-al devle 936'da İsfahanda doğmuş 983'te Bağdat'ta ölmüştür. Cenubî İrana ve İraka hükmeden, (949 - 983) Buwayhid Sultanıdır. Sardon cilt I, S. 666. Zamanında bir çok astronomları himaye etmiştir. Bunlar arasında Al-Sufi ile İbn al-A'lam da vardır. Bu halkanın da bazı rasat aletleri yapmış olan Al-A'lam tarafından yapıldığı düşünülebilir. Suter, S. 62.

¹⁸ Kâşî, S. 12.

¹⁹ Sédillot 1884, bu aleti mevzuu bahis ederken, "Almagest'e zikredilip de Araplar tarafından kullanılan aletler arasında ekinoks noktalarını tayine yarıyan ekvatoriel armil vardır" der. S. 198.

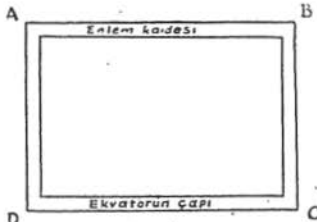
etmekle hem bu mahzuru ortadan kaldırmış hem de hata kontrolünü kolaylaştırmış olurlar. Muhtelif tercübelerinin onu meridyen halkası merkezine tesbit edilmiş idadenin meridyen yüksekliklerini ölçmek için kullanılmış olduğunu kabule mecbur ettiğini, İbn Sînâ'nın bunu o maksatla yaptığını fakat Urdî için bir hüküm vermekten kaçındığını söyler. İbn Sînâ ile Urdî'nin bu metodu teknik teferruat bakımından önemli bir tekâmüldür.²⁰

Daha sonraları Kâşî'de²¹ ve Regiomontanus'da²² bu alete tesadüf ediyoruz. Tycho Brahe böyle bir alet inşa etmemiştir. yalnız Takiyüddin bunun yerine geçen ve *zât-ül-evtar* (*dhât al-awtâr*) adını verdiği bir alet icad etmiştir. *Zât-ül-evtar* halkalardan yapılmış olmamakla beraber ekinoks noktalarının tayininde kullanıldığı için burada zikredilmesi uygun olabilir.

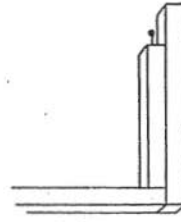
ZÂT-ÜL-EVTAR

Takiyüddin aletin tasvirini veriyorken bunun kendi icadı olduğunu, eskilerin ekinoks noktalarının tayininde kullandıkları itidal halkasının yerine geçtiğini bildirir.

Bu alet ikisi takviyeye yarıyan, dikey dörtgen şeklinde tahtalardan yapılmış 8 direkten ibarettir. İki istenilen herhangi bir büyüklükte seçilebilir. Diğer ikisi ise, birinciler yarı çap olarak çizilen bir dairede, o memleketin enlemine eşit bir açının sinüsü uzunluğundadır. Bu dört direk dik açılı dörtgen şeklinde tertip edilir. Bu dörtgen, AD ve AB kenarları meridyene paralel olacak; C, D noktaları kuzey ve A, B noktaları da güneye işaret edecek şekilde yerleştirilir. AB ye *enlem kaidesi*, CD ye *ekvatorun çapı* adı verilir (Şekil 24). *Enlem kaidesinin* iki ucuna, o memleketin enleminin sinüsünün tamamından daha fazla uzunlukta iki direk gayet sağlam bir şekilde tesbit edilir. Sonra bu dikilen direklerin ekvator çapına doğru bakan yüzeylerine birer tane daha direk dikilir. Bu şekilde iki direk dikilmesi iki düzlemin birbirini tam dik açı altında kesmeleri içindir, zira, ucu serbest olan tek direğin muhtelif istikametlere göre eğim yapması mümkündür (Şekil 25).



Şekil: 24



Şekil: 25

Buraya tesbit edilen ikinci direğin boyu *enlem kaidesinin* yüzeyinden itibaren, o memleketin enleminin tamamının sinüsüne eşittir. Bunun üzerine, orta büyüklükte bir iğne geçebilecek kadar deliği olan birer parça tesbit edilir.

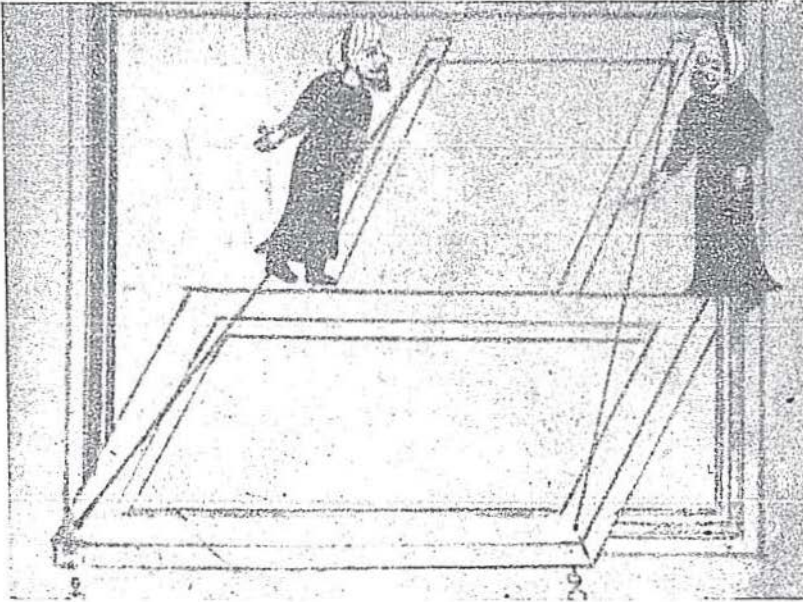
²⁰ Seemann, S. 60.

²¹ Kâşî. S. 1a.

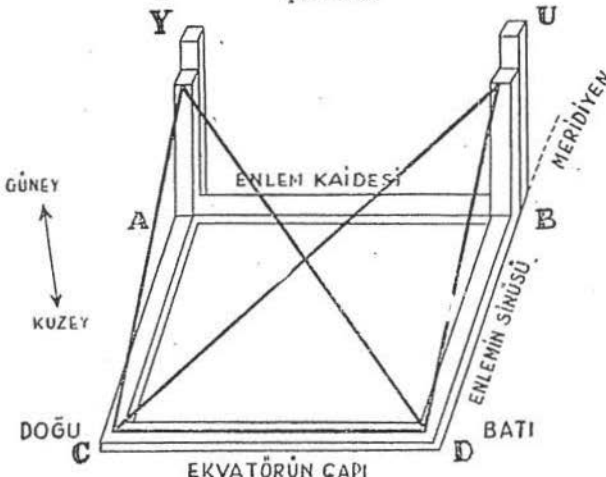
²² Repsold, S. 13.

Buralara aynı şekilde C ve D noktalarına birer iğne tesbit edilir. Sonra U D C Y deki iğnelerden ip geçirilerek gerilir. Bu ipin meydana getirdiği üçgen ekvator düzleminde bulunur.

Ne Arapça ne de Osmanlıca eserde rasadın nasıl yapıldığına dair en ufak bir tafsilat verilmemektedir. Aletin şekli ve başka hiç bir yerde tesadüf edilmemesi de bir tahmin yapmamızı güçleştirmektedir. Mamafih rasadın ipler vasıtası ile yapıldığı düşünülebilir. Rasathânenin tahriri hakkında verilen şu bilgiden "...seyri kevakiip için amade olan evtarı kesip"²³ mevzu bahis edilen iplerin kalın halatlar olduğu tahmin edilebilir. Tam ekvator düzlemine gerilmiş olan bu halatların birbirlerini gölgelendirmesi ile ekinoks noktaları tayin edilebilir (Şekil 26).



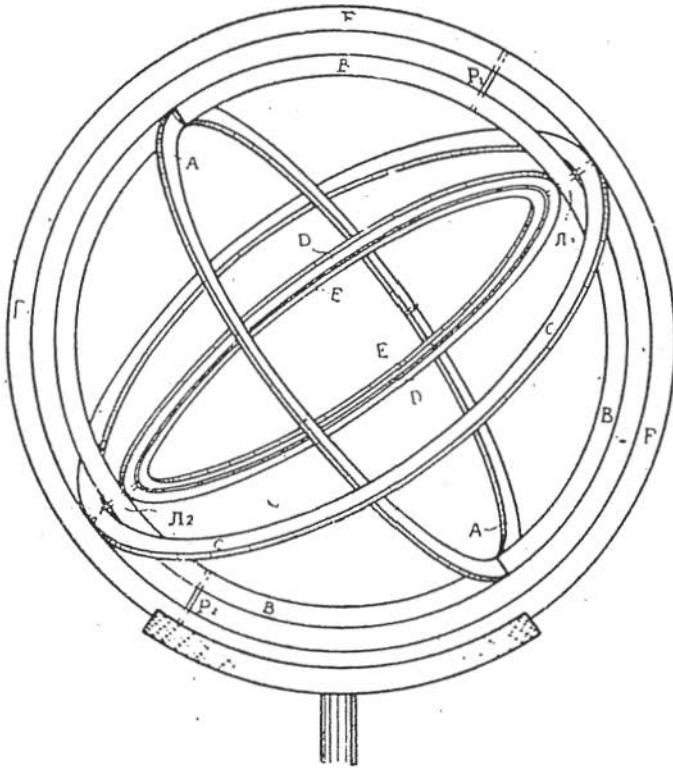
Şekil: 26



ZÂT-ÜL-HALÂK

Gök cisimlerinin ekiptiğe göre enlem ve boylamlarının bulunmasında kullanılan, İslâmların *zât-ül-halâk*, Batılıların *Armillae zodiac* veya *armillary sphere* dedikleri bu alet asırlarca rasathânelerin en belli başlı aleti olmuştur.

Bunun da ilk tasvirini, *üstürlab* adı altında, Almages'te buluyoruz. Batlamyüs'ün aleti 6 halkadan müteşekkildir. Bunlardan ikisi birbirine eşit olup dik açı açı yapacak şekilde birleştirilir. Bunlardan biri eklipliği, (Şekil 27) diğeri *kutuplar halkasını* temsil eder (B). *Kutuplar halkasına*, eklipliğin



Şekil: 27

kutupları istikametinde, ($\pi^1 \pi^2$) iç bükey ve dış bükey kısımlarından çıkıntı teşkil edecek tarzda birer mihver tesbit edilir. Bu mihverlerin dış kısımlarına *büyük boylam halkası* (C), içteki kısımlarına ise *küçük boylam halkası* (D) takılır. Böylece, bu iki halka ekliptiğin kutupları üzerinde ve boylam istikametinde hareket etmiş olurlar. *Küçük boylam halkası* içine, orada hareket eden ve *enlem halkası* (E) adı verilen, bir halka yerleştirilir. Bunun çapı istikametinde karşılıklı iki hedefesi ve bu hedefelere tesbit edilmiş, taksimat

üzerinde hareket eden iki müş'iri vardır. *Kutuplar halkasının* ekvatorün kutuplarını temsil eden kısımlarına sadece dış bükey kısımlarında çıkıntı teşkil eden iki mihver tesbit edilir. Bu mihverlere de meridyen halkası geçirilir (F).

Bu alet ile, güneş ve ay her ikisi birden ufuk üzerinde iken rasat yapılır. *Büyük boylam halkası* o anda güneşin ekliptikte bulunduğu derece üzerine getirilir. Bu iki halkanın yani, ekliptikle *büyük boylam halkasının* kesişme noktası her iki halka kendi kendilerini gölgelendirinceye kadar, güneşe doğru çevrilir. Bu suretle ekliptik o andaki durumunu almış olur. Sonra, *küçük boylam halkası* aya veya rasadı yapılacak herhangi bir yıldızla doğru çevrilir. ve *enlem halkasındaki* hedefelerden yıldız görününceye kadar hareket ettirilir. *Küçük boylam halkasının* ekliptiği kestiği nokta gök cisminin boylamını, enlem halkasındaki müş'irin gösterdiği taksimat ta enlemi verir²⁴.

Bu aletin *zât-ül-halâk* adı altında İslâmlar arasında daha ilk zamanlardan beri kullanıldığını görüyoruz. Batıda da buna paralel bir durumla karşılaşılıyor.

Urdî'nin *zât-ül-halâğı* da aynen Batlamyüs'ünkine benzer yalnız o, halka yerine iki hedefeli bir idade ilâve ederek aleti daha kullanışlı bir hale getirmiştir. Kendisi bu meseleye dair oldukça tafsilatlı bilgi verir. Urdî'nin mülahazalarına şunu ilâve etmek yerinde olur. Bir alet yapılyorken ne kadar az halka kullanılır, ve ne kadar basit olursa, o nisbetle dakik neticeler elde edilir. Nitekim biraz sonra göreceğimiz gibi, Tycho Brahe halka sayısını daha da azaltmıştır. Urdî'nin *zât-ül-halâkta* yaptığı bu değişiklik cidden çok önemlidir.

Takiyüddin'in aleti, çapı, $9\frac{1}{6}$ zira⁶ olan 6 halkadan yapılmıştır. Ekliptik ve *kutuplar halkası*, enlem ve boylam halkalarının konuluşu aynen Batlamyüs'te olduğu gibidir. Yalnız aletin kürsüsü Osmanlıca metinde değişik bir şekilde tasvir edilir (Şekil 28).

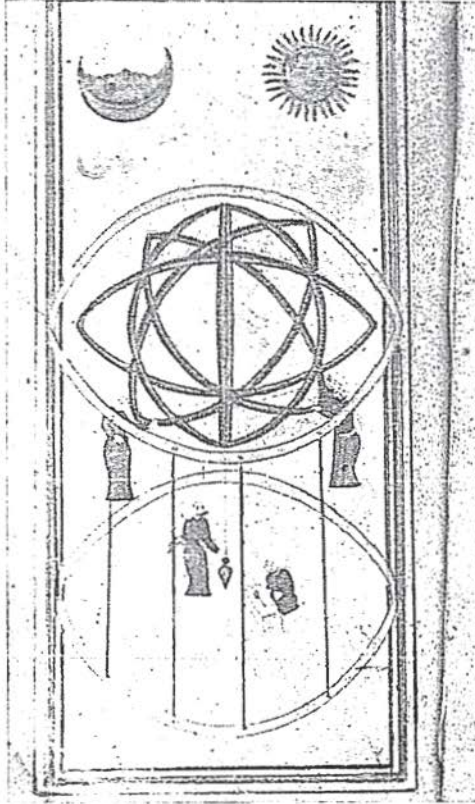
Zât-ül-halâğın kürsüsü umumiyetle iki tarzda yapılır. Ya meridyen *halkat-ül-üstüvâda* olduğu gibi bir sütun üzerine oturtulur, veya halkalar 7'inci bir halka içine geçirilir. Bu halka da 6 veya 4 sütun üzerine tesbit edilir. *Zât-ül-halâğın* bu tarzda bir kürsüye yerleştirilmesine 16'ıncı asırda sık sık tesadüf edilmektedir²⁵.

Çok kocaman halkaların ağırlıkları dolayısı ile simetrilerinin bozulduğu bilinen önemli meselelerdendir. Al-Afdal İbn Karakat (Karâkat)'a bir takım aletler yapması için emir vermiştir. Bunun üzerine bu astronom güneş rasadı için 10 zira⁶ çapında büyük bir halka yapmıştı. Bu muazzam bakır halka mermer sütun üzerine dikildiğinde ağırlığı dolayısı ile bir derece ve bir kaç saniyelik bir *inhinâ* göstermişti. Her ne kadar, küçük halka yapıldığı takdirde bu mahzur ordadan kalkıyorsa da dakika ve saniye taksimatı

²⁴ Ptoleme, Kitâp V, kısım I, S. 283-285.

²⁵ Bak. Przymkowski.

yapılmadığından, dakikiyet bakımından istenilen netice elde edilemiyordu. Daima bu iki tehlikeli durumla karşı karşıya olduklarını bilen İslâm astronomları büyük çaptakileri küçüklerine tercih etmişlerdir. Nitekim, Al-Afdal'ın halkanın eğilmesi dolayısı ile yaptığı serzenişe İbn Karakat'ın cevabı bu durumu sembolize eder mahiyettedir. "Bir ucu piramitlerde diğer ucu Tannourda olacak kadar büyük bir halka yapabilsedim"²⁶.



Şekil; 28

Umumiyetle yazarlar aletin montajı yapıldıktan sonra ne gibi değişiklikler meydana geldiğini ve bunların telâfisi için negibi tedbirlere baş vurulması lâzımgeldiğini mevzuu bahis etmezler. Aletini çok büyük çapta yapan Takiyüddin bu meseleye dair tafsilatlı bilgi verir.

Takiyüddin Arapça metinde *zât-ül-halâktan* bahsediyorken "İki boylam halkasını ekliptiğin içine yerleştirmek bizim ihtiyar ettiğimiz şıktan daha doğru olmaz, çünkü, böyle bir tertip, *büyük boylam halkasının* ekliptikle *küçük boylam halkası* arasında bölünmesinden ötürü, *küçük boylam halkasının* dakik ölçüsüne mani olur." demektedir. Böyle bir tertibe Nâsirüddin'in de işaret

²⁶ Carra de Vaux, *Les Penseurs de L'Islam*. cilt II, Paris 1921, S. 221.

ettiğini görüyoruz. Ona göre enlem halkasını ekliptik içine yerleştirmek daha münasiptir; zira, ekvatorün kutbu, büyük boylam halkasının tam devri hareketine mani olmayacağı için, bu durumda daha kolaylıkla döner. ²⁷

İki boylam halkasının bu şekilde de tertip edilebileceğine bu iki astronomdan başka bir kimse tarafından işaret edildiği bilinmemektedir. *Zât-ül-halâğın* bu şekilde bir terkibi, Tüsi'nin de işaret etmiş olduğu gibi, *büyük boylam halkasının* hareketini kolaylaştırmış olsa da, Takiyüddin'in ortaya koyduğu mahzurlardan dolayı hatalıdır. Her iki boylam halkası üst üste konulunca, *küçük boylam halkası*, büyük boylam halkasından ötürü ekliptiğe temas edemeyecektir. Aralarında bir halkanın genişliği kadar mesafe bulunan iki halkanın kesişme noktasını tam olarak tayin etmek de imkansızdır.

Tycho Brahe çok değişik bir tarzda bir *zât-ül-halâk* kullanmıştır. O bu meseleye temas ederek şöyle der. "Şimdiye kadar tasvir edilmiş olan aletler bilhassa ya beraber veya ayrı ayrı azimut ve yükseklikleri ölçmeye hasredilmiş olanlardır. Böylece, bu aletlerin astronomik maksatlarda kullanılması trigonometrik hesapları icabettirir ki, bunlar herkes için anlaşılır olmadığından maada bilhassa işten kaçan insanlar için de çok can sıkıcıdır. Yıldızların bilhassa arzu edilen enlem ve boylamlarının, az dakik fakat o can sıkıcı hesaplamalara baş vurmaksızın, miktarları onlar yardımı ile tayin edilen aletler icadedilmiştir. Onlardan ikisinin bilhassa eskiler tarafından kullanılmış olduğunu buldum. Bunlardan birisi, Hipparchos ve ona ismini veren Ptoleme tarafından kullanılan halkalı alettir. Diğeri, Kaldeliler veya Araplar tarafından icadedilip kullanıldığını zan ettiğim *Turquetumdur*. . . . Ben evvelce bir halkalı alet yaptım ve daha fazla elverişlilik elde etmek için Plotleme ve Hipparchos'un konstrüksiyonunu değiştirdim" ²⁸.

Tycho Brahe'nin bu aleti dört halkadan müteşekkildir. BCN halkası meridyeni, CD kutupları temsil eder. İlk halka GFH dir ve bu, kendisine dikey açı ile birleştirilmiş olan POQN halkasını (ekliptiği) taşır. I K ekliptiğin kutuplarını temsil eder. Bu kutuplara enlemleri tayine yarıyan KLRM halkası tesbit edilmiştir. Ekliptik halkası dört tane hedefe taşır (Şekil 29).

Bu alet ile de diğerinde olduğu gibi gök cisimlerinin enlem ve boylamları elde edilir. Ekliptik üzerindeki hedefelerden biri boylamı bilinen bir yıldız doğru çevrilir. Ekliptik tam durumunu aldıktan sonra diğer hedefeler enlem ve boylamı bilinmek istenilen yıldız doğru çevrilir. Enlem halkasındaki hedefelerden tam yıldız görününceye kadar hedefeler hareket ettirilir. Enlem halkasından yıldızın enlemi, ekliptik üzerinden de boylamı bulunur. ²⁹

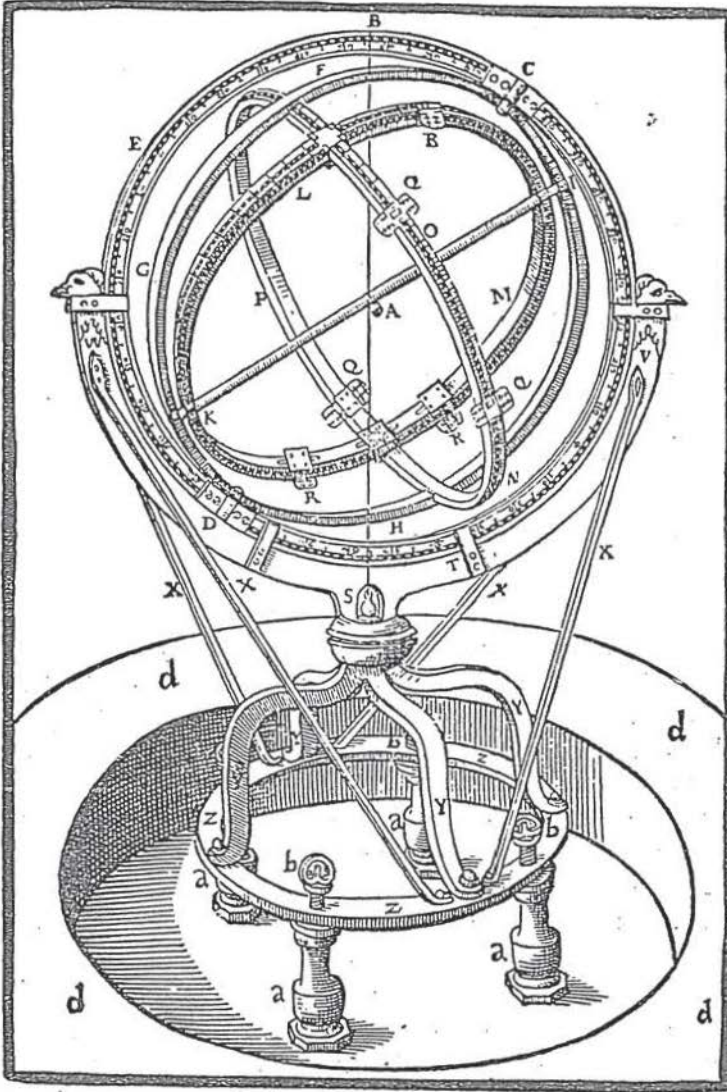
Bilindiği gibi Urdî altıncı halkayı atmış yerine idade koymuştur. Tycho da boylam halkasını bire irca etmiş ikincisinin yerine bu halka üzerin-

²⁷ Nolte'ye göre sadece Tüsi'de görülen bu işaret çok enteresandır. S. 19.

²⁸ Tycho Brahe, S. 53.

²⁹ Tycho Brahe, S. 52-65.

de kayan dört hedefe koymuştur. Bu tip aletlerde halka adedini çoğaltmak, ağırlığı dolayısıyla aletin şeklini deforme edeceği için, dakik ölçü elde etmeye mani olur. Bundan başka kullanılması da zor olur.³⁰ Tycho inşa



Şekil : 29

etmiş olduğu bu aletin eskilerinkine nazaran çok kullanışlı olduğunu ve onunla çok kolaylıkla rasat yapılabileceğini, bununla beraber gine de dakiklik

³⁰ Noltede bu halka adedinin azaltulmasını bir terakki olarak vasıflandırıyor. Ona göre bu hem konstrüksiyonu kolaylaştırıyor, hem de daha doğru rasat yapma imkânını sağlıyordu. Zira bu durumda aleti daha büyük yapma imkânı hasıl olmuş oluyordu. S. 48-49.

istiyen meselelerde bu aletini kullanmadığını bildirir; zira, çeşitli düzlemlere intibak ettirilmeye çalışılan ekliptik ağırlığı dolayısı ile hem kendisi deforme olur, hem de diğerlerini yerinden oynatır. Bu mahzurları bertaraf etmek için aletin boyutu küçültülecek olursa onunla da istenilen netice elde edilemez.

Dört hakkadan müteşekkil Tycho'nunkine benzeyen bir aleti, Kâşî eserinde mevzuu bahis eder. *Zât-ül-halâk-üs-sagir* adlı aletini şu şekilde tasvir eder. Birinci halka meridyen ikincisi kutuplar halkası, dördüncüsü enlem halkasıdır. Enlem halkasının içine çap yapıp üzerine bir idade tesbit edilmiştir. Bu idade iç enlem halkası yerine geçer³¹. Bu iki misalin haricinde dört hakkadan müteşekkil *zât-ül-halâğa* rastlamadım.

EKVATORİEL ARMİL

Ekliptiğin kutuplar istikameti her an değiştiği için *zât-ül-halâkta* bu hususu sağlayacak bir tertibatın bulunması lâzımdır. Ekliptiği değişik düzlemlere intibak ettirmeye çalışmak, rasatların tam ve dakik olarak yapılmasına mani olur. Halbuki, ekvator düzlemi daima sabit kaldığından bu koordinat sistemine göre yapılan aletlerden daha dakik neticeler elde edilir.

Uzun zaman ilk kullanılışı Tycho Brahe'ye atfedilmiş olan bu aletin menşei yapılan tarihi araştırmalar neticesinde çok eskilere kadar götürülmüştür.

M. Ö. 150 yılları civarında Çinde yaşamış olan Lo Hsia Hung adlı bir astronom, üzerinde hareket eden halkaları bulunan bir gök küresi ile yıldızların ekvatore göre durumlarını bildiren bir alet yapmıştır.³² M. S. birinci asırda yaşamış olan astronom Chia K'uei de İmparatora verdiği bir istidada o zamana kadar ekvatore göre hareketleri temsil eden aletler yapılmış olduğundan bahseder.³³ Bu astronom Çinde ilk defa ekliptik halkasını kullanan şahıstır.³⁴ Tching King adlı astronom da bir *zât-ül-halâk* yapmıştır. Bu aletin ekliptik, ekvator ve meridyeni temsil eden büyük halkaları, 35-36 dereceye kadar yükselen kutbu, orta kısmında da bir borusu vardır.³⁵ Bu alet ile yıldızların ufuk yükseklikleri, deklinasyonları, meridyenden geçişleri rasat edilir.

Bazı yazarlar Yunanlıların ekvatoriel halka kullanmadıklarını kabul ederler. Meselâ R. T. Gunther bu hususta şöyle der. "Bir çok bakımlardan Yunanlılardan çok geride olan bu sayanı dikkat insanlar (Çinliler) Tycho Brahe'den önce *ekvatoriel armili* hakikatten icad etmişler ve Hipparchos tara-

³¹ Kâşî, S. 2a.

³² Sauciet (Le P. Etienne). *Observations Mathematiques Astronomiques, Geographiques, cronologiques et Physiques trees des Anciennes cilt 11 S. 5.*

³³ Sauciet, cilt 11. S. 23.

³⁴ Sarton. cilt I, S. 265.

³⁵ Bunun daha sonraları kullanılmaya başlıyan rasat borusu olduğu tahmin ediliyor. ve hedefelerin deliklerinden geçmiş olması çok muhtemel görülüyor. Sauciet. cilt II, S. 25.

findan icadedilmiş, hatta, Walther ve Regiomontanus tarafından kullanılmış olan daha az elverişli ve simetrik olan *zât-ül-halâğın* yerine kullanılmışlardır.”³⁶

Elde kat'i deliller olmamakla beraber, umumiyetle astronomi tarihçilerinin vardıkları netice şudur. Muhtemel olarak Hipparchos ilk defa deklinasyon ve saat açısını veren *ekvatoriel* bir halka kullanmıştır. Fakat ekinoksların pressesyonunu bulduktan sonra ekliptik koordinatının sabit olduğunu görmüş ve aletini ekliptik, *kutuplar halkası*, *boylam halkaları* ile teçhiz etmişti.³⁷

İskenderiyeli Theon'un üç koordinat sistemini bir arada toplıyan aleti bu sahadaki ikinci misali teşkil eder. Yakûbî (Ya'qûbî) nin Theon'dan yaptığı tercümeğe göre alet 9 halkadan müteşekkil olup 38 önemli meselenin çözümünde kullanılır.³⁸

Bu şekilde üç sistemi bir arada toplıyan, *Üniversal* alet tipinde olanlar bir tarafa bırakılacak olursa, hakikaten Yunanda sadece ekvatoriel koordinat sistemini ihtiva eden alet kullanılmamıştır.

İslâmlarda Nasirüddin-i Tûsî bir eserinde *zât-ül-halâğın* tasvirini verdikten sonra, bu alete, birbiri içinde dönen çift ekvator halkasının ilâve edilebileceğini söyler. Bu alet te Theon'unkinin bir çeşidir.³⁹

Nâsirüddin-i Tûsî'nin yaşadığı sıralarda Çinde hakikaten *ekvatoriel armillîn* kullanıldığına şahit oluyoruz. Dreyer, “Çinlilerin daha önce kullanmış oldukları şüphelidir diye bir tarafa bıraksak dahi, Kubilay'ın astronomu Tycho'dan üç asır önce böyle bir alet yapmıştır.”⁴⁰ demektedir.

Verbiest Pekine geldiği zaman, şehrin doğu tarafında eski aletlerle teçhiz edilmiş bir rasathânenin bakiyesini buluyor. İmparatorun itimadını kazandıktan sonra, rasathâne kurma müsadesi alıp 6 tane yeni tip alet yapıyor. Bunlar Tycho Brahe'nin aletlerinin bir kopyası olup, dürbünle teçhiz edilmiştir. Verbiest'in pekinde bulunduğu eski aletlerle yenileri halen mevcuttur⁴¹. Eski aletler iki tane olup rasathânenin avlusundadır. Buraya Verbiest tarafından getirildiği tahmin edilebilir. Goubil kapalı oldukları için bu aletlere bakamadığını söyler⁴². Willy'e göre bunlar Pekinin Çince tasvirini veren kitaplarda bahsedilmekte, tarihi de 1279 olarak verilmektedir⁴³. Bunlar, Merâgada rasat faaliyeti devam ettiği sırada Çinde yaşamış olan Kou-Shu-ching'in aletleridir⁴⁴.

³⁶ Gunther, 1923, cilt II S. 147.

³⁷ Nolte. S. 12.

³⁸ Nolte. S. 16-17.

³⁹ Nolte, S. 19-20.

⁴⁰ Dreyer. *On the Instruments in old Observatory, Pekin. Proceeding of the Royal Irish Academy* 1881. S. 472.

⁴¹ Bu aletleri Alman askerleri 1900 veya 1901 senesinde Postdama getirmişler fakat Versay Muahedesi mucibince geri gönderilmesine kadar verilmiş, ve 1920'de tekrar Çine götürülmüştür. Sarton, cilt II. S. 1022.

⁴² Sauciet, cilt 11, S. 108.

⁴³ Dreyer, 1881, S. 470.

⁴⁴ Şarton, cilt II, S. 1022.

Kubilay Han harplerini bitirdikten sonra, Pekine yerleşiyor. Diğer hükümdarlardan farklı olarak kendisinin ilme ve güzel san'atlara karşı meyli vardı. Merâgada bir rasathânenin kurulduğunu haber alınca, Çin astronomisini de o seviyeye yükseltmek istiyor. Kardeşinden bu mesele ile ilgili bilginin kendisine temin edilmesini istiyor. Bu vazife ile görevlendirilen Cha-ma-lu-ting⁴⁶ isimli bir şahıs Merâgadan getirdiği rasat aletleri modellerini 1267 de Kubilay'a takdim ediyor.

W. Hartner'e göre bu aletler 7 tane olup iyi seçilmiştir, zira, Çinlilerin astronomik bilgisi, bilhassa Urdî tarafından icat edilen *sinüs* ve *sinüs versa* üzerine dayanan aletleri anlayacak durumda değildi. Bunu takip eden senelerde Cha-ma-lu-ting'nin getirdiği modeller esas tutularak bir takım aletler yapılmıştır. İşte Yuen astronomu Kou-Shou-king'in meydana getirdiği aletlerde İslâm tesiri gayet barizdir⁴⁶.

Kou-Shou-king kendisinden önce gelenlerin aletlerinin 4-5 derece kadar hatalı olduğunu görerek *gnomon*, *küre*, *zât-ül-halâk*, *kadran* ve *pusula* yapmıştır. Hali hazırda rasathânenin avlusunda mevcut olan bu aletlerden ikisi *Keen e* adındaki ekvatoriel ile *Ling-lunge* adındaki *zât-ül-halâk*tür. Dreyer'e göre Çince kitapta bu aletlerin gayet uzun, fakat o nisbetle de karışık tasvirleri vardır⁴⁷.

Keen e Tycho Brahe'nin *armillae aequatoriae maximas*ına benzemektedir. Alet 216 cm çapında 6 cm kalınlığında ve 3 cm. genişliğinde, çift deklinasyon halkasını muhtevindir. Birbirlerine dört yerinden tutturulan bu iki halkanın arasındaki açıklık 3 cm. dir. Halkalar derece ve dakikaya taksim edilmiştir. Bütün bir kutuplar ekseni yoktur. Merkezine uçları sivri bir idade tesbit edilmiştir. Bunun üzerinde yuvarlak deliği olan iki hedefe vardır. Güney tarafındaki kutup ekseni, gine aynı şekilde 216 cm. çapında ve ekvator düzlemini temsil eden başka bir halkanın merkezine tesbit edilmiştir. Bu halkanın üzeri 24 saate bölünmüştür. Bunun üzerinde, bu halkaya eşit diğer bir halka dönmektedir. Bu derece, dakika ve 28 kısma bölünmüştür⁴⁸ (Şekil 30).

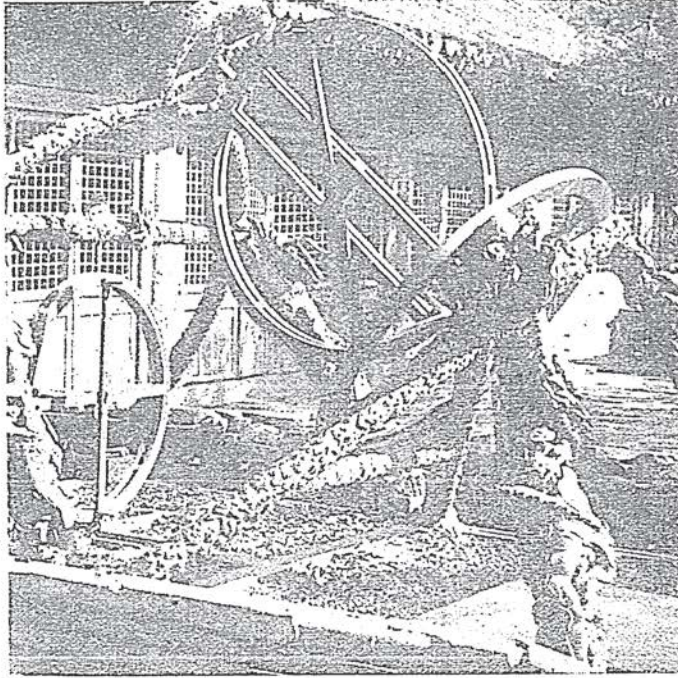
⁴⁵ Sarîh olarak bu şahsın kim olduğu bilinmemektedir. Mamafih bütün yazarlar Cha-ma-lu-ting'in Jemal-al-Din'in Çince okunuşu olduğu üzerinde ittifak ederler. İslam kaynaklarında Jemal-al-Din isimli bir şahıstan bahsedilmez. Yalnız Habib-al-siyar'de Hulagû'nun ilk defa rasathâne yaptırmak için Jemal-al-Din al-Buharî adlı bir şahsa müracaat ettiği fakat onun astronomi bilgisinin böyle bir rasathâne kurmaya kifayet etmediği için işe başlanmadığı bildirilmektedir. Jemal-al-Din'in Çine giden bu şahıs olacağı tahmin edilir. Hulagû'nun da Cha-ma-lu-ting'e bu vazifeyi vermesi astronomi ile meşgul olduğundan dolaydır. Sarton, cilt II, S. 1021, W. Hartner, *The Astronomical Instruments of Cha-ma-lu-ting*. *Isis*, cilt 41, kısım 2, 1950, S. 193.

⁴⁶ Hartner. S. 193. Sarton'un da ifadesi bunu destekleyecek mahiyettedir. Ona göre Müslümanlar tarafından mütakâmil bir hale getirilen triqueturumu Çine tanıtan muhtemel olarak Kuo olmuştur. Kou'nun çalışmaları kaybolmuş olduğu için sarîh olarak bu Müslüman tesirini meydana çıkarmak imkânsızdır.

⁴⁷ Dreyer. 1881 S. 472.

⁴⁸ Dreyer. 1881. S. 472.

Bazı tarihçiler Moğolların *ekvatoriel armil* kullanmış olduklarını kabul ederler. Bunu da, Çinlilerden almış olabileceklerini ileri sürerler. Hakikatten Moğollar Çinlilerden tesir almışlardır. Bildirildiğine göre Hulâğu İrana Çinli alimler ve astronomlar getirtmişti⁴⁹. Zic-i İlhaninin hesaplarında Çin usullerinden faydalanılmıştır. Muhtemel olarak burada mevzuu bahis edilen alet Nâsirüddin-i Tûsî'nin ekvator halkası ilâve edilmiş *zât-ül-halâğî*-



Şekil: 30

dır.⁵⁰ Hakikati halde Moğollar Kuo-Shou-ching tarzında bir alet yapmamışlardır.

Aşağı yukarı Nâsirüddin-i Tûsî'nin yaşadığı sırada Alfons'un inşa ettirdiği *zât-ül-halâk* da ekvatoriel koordinat sistemini muhtevi idi. Çok ağır ve bir hayli de masraflı olan bu aletin tekrar inşa edildiği görülmemektedir.

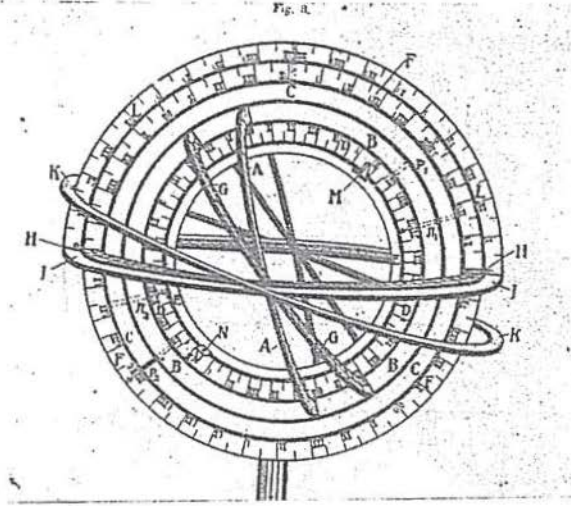
Bu alet şu halkalardan meydana gelmiştir. A ekliptik, B kutuplar halkası, C ve D dış rasat halkaları, E hedefeli halka, F meridyen, G ekvator, H ufuk,

⁴⁹ Bu mesele hakkında Blochset şöyle der, "Moğol devrine kadar Çin ile İran arasında hiç bir münasebet görülmemiştir. Bu hal Hulagû zamanına kadar devam eder Hulagû İrana Çin âlim ve astronomlarını getirtmiştir. Bunlar arasında Tou-Mî-Tzen de vardı. *Introduction à L'Histoire des Mongols. Ej. W. Gibb memorial, cilt XII Leiden, 1910. S. 99-100.*

⁵⁰ Bunun ekinos noktalarını tayine yarıyan ekvatoriel armil olması muhtemeldir. Zira Sédillot'da bu halka ekvatoriel armil diye geçmektedir. 1884. S. 198.

I yükseklik yarım halkasını taşıyan, K yükseklik halkası, L yükseklik yarım halkası, M, N hedefeleri, P, P ekvatorün kutuplarını, II II ekliptiğin kutuplarını temsil eder⁵¹ (Şekil 31).

Avrupada ekvator koordinat sistemine göre rasat yapan *triquetrumu* bir tarafa bırakacak olursak bu alet ilk defa Tycho Brahe tarafından kullanılmıştır.



Şekil: 31

Tycho Brahe üç tane ekvatoriel armil kullanmıştır. Kendisi bu alet hakkında şunları söyler, "Biz aynı zamanda her iki tarafta gök ekseninin kutuplarına intibak eden bir armil icadettik. O, ne ağırlığı dolayısı ile bir oraya bir buraya eğilecek ne de halkalar temsil ettikleri düzlemlere intibak etmesi için zorlanacaktır."⁵²

Kullanılan bu üç aletten biri, üç halkadan ve bir eksenden müteşekkildir.⁵³ İkinci aleti 4 halkadan yapmıştır⁵⁴.

Üçüncüsü, *armillae aequatoriae maximae* adını verdiği aletidir. Bu tam bir halka ile bir yarım halkadan ibarettir. Müteharrik olan bütün halka deklinasyon halkasıdır. Yarım halka ekvatorü temsil eder. Bu alet ile de diğerinde olduğu gibi saat açısı ve deklinasyon bulunur. Yalnız bunun diğerlerine nazaran bazı avantajları vardır. Bu alet ile ekvator'e yakın olan yıldızların rasadı kolaylıkla yapıldığı gibi basit olduğu için büyük çapta inşa edilebilmekte, böylece, daha küçük taksimata ayrılabilir. Aynı zamanda kullanılması da diğerlerine nazaran daha kolaydır. (Şekil 32). B eksenini içi boş bir silindirdir. A 272 cm çapındaki büyük deklinasyon halkasıdır. Bunda her

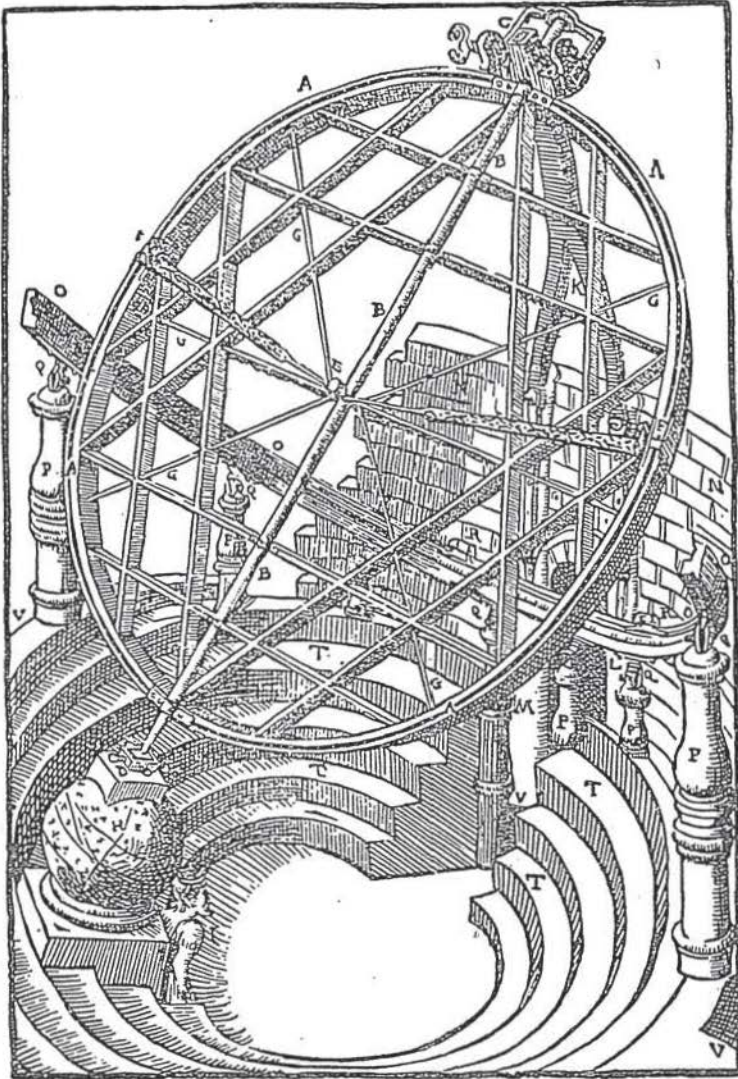
⁵¹ Bak Nolte. S. 26-31.

⁵² Tycho Brahe, S. 57.

⁵³ Tycho Brahe, S. 56-67.

⁵⁴ Tycho Brahe, S. 60-63.

derece o kadar kocaman bir sahayı işgal eder ki, her dakika kolaylıkla dört parçaya bölünebilir. Merkezine iki idade tesbit edilmiştir. Bu idadeler tam çevreye yakın F hedefesini ihtiva ederler. Büyük halkanın içi bir birini kesen bir takım piring çubuklarla doludur. Bunlar halkayı muhafaza



Şekil: 32

ederek, eğilip bükülmesine mani olurlar. O sabit ekvator yarım halkasıdır. Bunların etrafı bir kule ile çevrilmiştir. Alt tarafına, rasadı kolaylaştırmak için basamaklar ilâve edilmiştir.⁵⁵

⁵⁵ Tycho Brahe, S. 64-67.

Tycho'nun *armillae aequatoriae maximaes* ile Kuo - Shou-ching'in *Keen e si* arasında hakikaten yakın bir benzerlik vardır. Dreyer'le birlikte Çinliler hakikaten Tycho'dan üç asır önce böyle bir aleti kullanmışlardır diyebiliriz. Bu gün elimizde mevcut olan vesikalara göre, bu alete, yalnız bu iki astronomda tesadüf edilmektedir. Bu durum karşısında Tycho'nun müstakil olarak bunu icad etmiş olduğunu düşünürüz.

Yıldızların deklinasyon ve saat açılarını tayin etmek için iki yol vardır. Bunlardan biri, Tycho tarzında *ekvatoriel armil* kullanmak; diğeri, meridyene tesbit edilmiş bir kadran ve dakik bir saat yardımı ile rasat yapmaktır. Tycho'nun yaşadığı sırada, Avrupada yaygın olarak ikinci usul kullanılıyordu. Meselâ Wilhelm IV rasatlarını bu tarzda yapmıştır.⁵⁷ Tycho saatlere itimat etmediğinden diğeri yolu tercih etmiştir.

Takiyüddin bu aleti yapmamıştır zira, o, *bengam-i rasadî* adını verdiği saati ile kadrânını kullanarak bu rasatları yaptığını söyler.⁵⁸

SEKSTANT

Her hangi bir düzlemde iki yıldız arasındaki açının ölçülmesinde kullanılan *sestantın* icadı, pratik astronomi sahasında atılmış önemli adımlardan birini teşkil eder. Zamanımızda da çok kullanılması bunu isbat edecek durumdadır. Aletin icadı iki kademelidir. Birincisi, her düzlemde iki gök cismi arasındaki mesafeyi ölçebilecek bir aletin yapılması, ikincisi, ayna ve teleskobun buna tatbikidir. Bir çokları birinci merhaleyi hiç nazarı itibare almayarak, sekstantın icadını Hadley ve Goldfrey'e atfederler.

1731 senesinde Hadley *Royal Society* önünde ilk defa aynalı bir *oktanın* izahını vermiş, bir kaç gün sonra da bu aleti yapıp göstermişti. Daha sonra Goldfrey'in böyle bir alet icad etmiş olduğunu bildiren bir mektubu 1734 de *Royal Society*'ye getirildi. Fakat Goldfrey'in 1730 da Hint ticareti ile meşgul bir kaptan olan kardeşine bu aleti verdiği, onun da bunu Hadley'in kardeşi kaptan Hadley'e sattığı söylenir. Bu bakımdan bazıları aletin ilk mucidinin Goldfrey olması lâzım geldiğini iddia ederler¹

Hakikati halde, sekstantta çok benziyen aynalı bir rasat aletini ilk yapan şahıs Hook'dur. Newton bunun gemicilere çok faydalı olacağını düşünerek, Hadley'e aynalı bir oktanın tasvirini göndermişti. Nitekim ismi de *Denizlerde ayın sabit yıldızlara göre yerini rasat etmek için yapılmış bir alet*'dir.² Bu yazı Halley'in kağıtları arasında kaybolmuş ancak ölümünden sonra 1742 de bulunmuştur. Aletin bütün hususiyeti iki ayna ve bir teleskoptan ibarettir. Aletin kullanıldığı zemin ne kadar hareketli olursa olsun netice gayet

⁵⁶ Hoefler, S. 316.

⁵⁷ Takiyüddin. *Sidre*. İstanbul Topkapı 35b. Nuruosmaniye 21a. Vatikan 36b.

¹ Dreyer. *On the Invention of Sextant Astrono. Nach. no. 2739 S. 3-4.*

² E. Newton. *A description of an Instrument for observing the moons distance from the fix stars at sea. Trans, Philo. 1472. S. 155-156.*

doğru olarak elde edilebilir. Bu yüzden *sestant* gemicilerin çok kullandığı bir alettir.

Birinci merhaledeki yenilik, *sestant* isminden de anlaşılacağı gibi, bir dairenin $\frac{1}{6}$ lık yayının kullanılmış olmasında değildir. Gerçi, bir dairede $\frac{1}{6}$ lık yayı gören kiriş yarı çapa eşit olduğundan, aletin çerçevesi kenarı yarı çapa eşit bir eşkenar üçgen olur. Bir eşkenar üçgende, üçgenin tepesinden indirilen dikme, tabanı tam orta noktasında ikiye böleceği için, şakül hem zenit doğrusunu tayin eder hem de ufkun kontrolünü sağlamış olur. Bundan başka böyle bir aleti inşa etmek te daha kolaydır.³

Bunlar alet yapımında atılmış önemli adımlar olsa da *sestant*ı temyiz eden hususiyetler değildir. Nitekim, *sestant*ın Arapça karşılığı olan *südüs* adı ile İslâm Aleminde de aletler yapılmıştır. Hücendî (Khujandî)nin *südüs-ül-Fahrî* (*südüs al-Fahrî*)sini buna misal olarak verebiliriz. Bu, eklip-tiğin eğimini bulmak için meridyen düzlemine tesbit edilmiş, saniyeye taksim edilebilecek kadar büyük $\frac{1}{6}$ lık daire yayıdır. Güneş kubbedeki bir delikten yay üzerine projekte ettirilir. Tasvirinden de anlaşılacağı gibi bunlar bir nevi gnomondur. *Südüs* adını taşımakla beraber *sestant*ın ilk örnekleri olarak alınamazlar.⁴

İstenilen her hangi bir düzlemde iki yıldız arasındaki açının ölçülmesine tahsis edilen ve *sestant* adı verilen aleti ilk kullanan Tycho Brahe olmuştur. O, bunun hakkında şöyle der, “Şimdi hususi olarak gökte iki yıldız arasındaki mesafenin tayinine yarıyan *astronomik sestant*ın izahına geldik. Uzun tecrübelerimin sonunda *astronomik radius*un doğru ve dakik olarak meselenin çözümüne kâfi gelmediğini gördüm. Zaruret karşısında, bu meseleyi şüphesiz ve dakik olarak çözebilecek muhtelif *sestant*lar yaptım... Sadece çevrelerinde ufak değişiklikler yaparak bunlardan üç tane inşa ettim.”⁵

Tycho Brahe dört tip *sestant* yapmıştır. Bunların farkı, kendisinin de belirtmiş olduğu gibi sadece çerçeve bakımındandır. Biraz değişiklik arz ettikleri için iki tanesi üzerinde duracağım. Bunlardan biri *mesafelerin tayini için üçgenli astronomik sestant*, diğeri *bir tek rasıdla mesafeleri ölçmek için üçgenli astronomik sestant*tır.

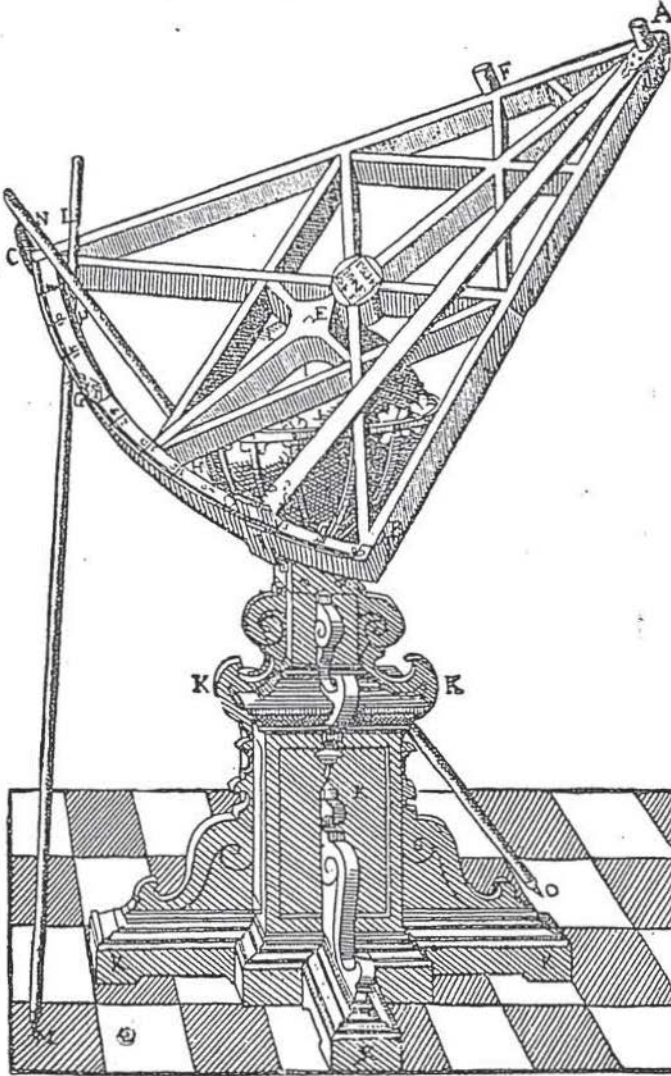
ABC *sestant*ın tahtadan yapılmış çerçevesidir. CB *trasversal* olarak bölünmüş $\frac{1}{6}$ lık daire yayıdır. A noktasında bir silindir vardır. Merkeze, D de hedefesi bulunan bir idade tesbit edilmiştir. Bu aleti kullanmak için iki rasıda ihtiyaç vardır. Birisi gözünü C deki hedefeye yaklaştırır, A daki

³ Tycho Brahe, S. 26. Tycho'nun bildirdiğine göre bu alet tam bir kadranmış gibi de kullanılabilir.

⁴ E. Wiedemann, *Über den Sextant des al-Chogendî. Archiv. für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. cilt 2, 1909. S. 148-151. Sédillot. 1884, S. 201-205. Repsold, S. 9-10. Kâşî, 1a.*

⁵ Tycho Brahe, S. 73.

silindirden yıldızı gözetler, sonra, alet mesafesi ölçülmek istenilen ikinci yıldız düzlemine doğru çevrilir. İkinci rasıt D deki hedefeden ikinci yıldız görünceye kadar idadeyi hareket ettirir. İdadenin gösterdiği taksimat iki yıldız arasındaki mesafeyi verir⁶ (Şekil 33).



Şekil; 33

Tycho *sektantlarına* istenilen her düzleme intibak etmesini sağlayacak hususi kaideler yapmıştır.⁷

Bu zamana kadar rastlanmıyan ve aletin değişik düzlemlere intibakını sağlayan böyle bir mekanizma hiç şüphesiz teknik teferruat bakımından önemli bir merhaledir.

⁶ Tycho Brahe, S, 72-75.

⁷ Tycho Brahe, S. 74.

Tycho'dan önce *seksantta* tesadüf edilmemektedir. Esasen eserinde de Tycho bunun kendi icadı olduğunu gayet açık olarak belirtmektedir. "Bilhassa kullanılışı olan astronomik seksant aleti, ilk defa olarak 20 sene evvel tarafımdan icadedilmiştir... Daha sonraları Almanyada olduğu kadar diğer memleketlerdeki bazı kimselerin de kendilerine maletmekten utanmadıkları, daha başka icadlarımda olduğu gibi, bunda da şekle yaptıkları muayyen değişikliklerle onu kendilerinin icadettiğini iddia edenlerin bulunduğunu bir hakikattir."⁸

Daha önceleri de iki yıldız arasındaki açının ölçülmesinde kullanılan aletlere tesadüf ediyoruz. Bunlardan biri Al-Kindî (Al-Kindî)'nin, Batlamyüs'ün *triqetrum*undan mülhem olarak yaptığı aletidir. Bu iki koldan müteşekkil olup hedefesizdir. Çeşitli kullanış yerleri vardır. Bunlardan biri de iki yıldız arasındaki açının ölçülmesidir. Çok iptidai ve dakik olmayan bir alettir.⁹

Bundan sonra Merâgada *zât-ül-rub'eyn* adındaki alet iki yıldız arasındaki mesafenin ölçülmesine tahsis edilmiştir. Yıldızların azimut ve yüksekliklerinin ölçülmesinde de kullanılan bu aletin en önemli vazifesi, Urdî'nin belirttiğine göre budur. Bilindiği gibi bu alet ufuk halkası üzerine konmuş iki kadrandan ibarettir. Her birinin birer tane de idadesi vardır. Kadranlar aynı anda mesafesi ölçülmek istenilen ayrı ayrı iki yıldız istikametine doğru çevrilip, hedefelerden yıldızlar gözetlenir. İdade vasıtasıyla yıldızların ufuk yükseklikleri, ufuk halkası üzerinden de iki yıldız arasındaki azimut farkı yani açısı bulunur. d_1 , d_2 ve a malum olunca, $S_1 S_2 Z$ küresel üçgeni biliniyor demektir. Buradan kolayca S_1 , S_2 kenarı yani, iki yıldız arasındaki mesafe bulunur. Bu hesaplamayı icabettirdiği için zahmetli bir usuldür (Şekil 34).

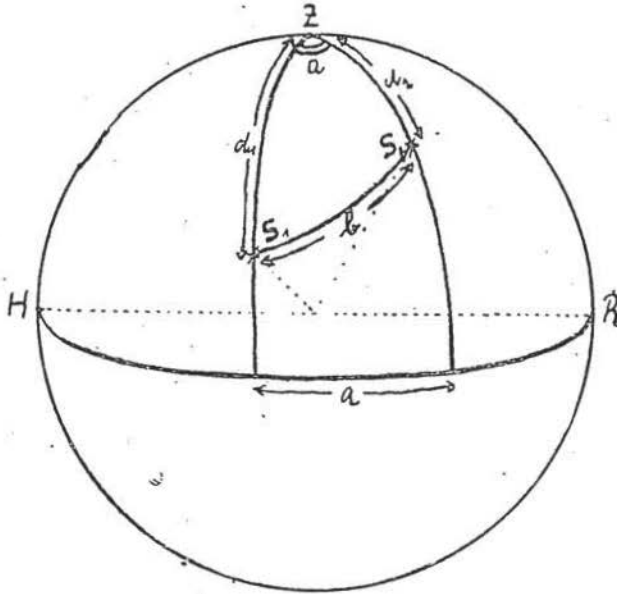
Tycho'nun da bahsetmiş olduğu gibi *seksantta astronomik radiusun*¹⁰ bir tekâmülü olarak mütalâa edebiliriz. Gemicilikte sık sık saat ve enlem tayinleri yapmak mecburiyeti vardır. Önceleri gündüz güneş, geceleri kutup yıldızının yüksekliğini tayin etmek için *kadran ve üstürlap* kullanılırdı. O devirde küçük yelkenli gemilerin bulunması ve bunların sık sık yalpa yapması, kadranlarda derece taksimatını gösteren şakûlün ipinin, *üstürlap* da

⁸ Tycho Brahe, S. 25.

⁹ E. Wiedemann, *Über eine astronomische Schrift von al-Kindî, Beiträge XXI* 1910, S. 295-300.

¹⁰ Bu alete çok çeşitli adlar verilir. Walther *rectangulum*, Werner *radius visorius*, yahut *observatorius*, Apianus *baculus astronomicus* ve *radius astronomicus* derler, Bundan başka *Jacobstab*, *grads stok*, *morto*, *arbalete*, *Araplar bilisti* derler. Yaygın olarak *Jacobstab* adı verilir ki bunun nereden geldiği meselesi çok uzun münakaşalara yol açmıştır. Bazıları *Jacob Kobel*'in ilk isminden alındığını Wolf, S. 27; Breusing, *Zur Geschichte der Geographie. Zeitschr. d. Gesel. f. Erkunde*, kısım 4 Berlin, S. 101) Fournier ise bunun Kaldeli Jakob'un bastonu olduğunu söyler (Prinsept, *Note on the Nautical Instruments of the Arab. Ferrand. Introduction à l'Astronomie Nautique Arabe*, cilt I. Paris 1928, S. 8) Sarton, isim meselesini mevzuu bahis etmeksizin *Jacobstab*'ın kaşifi olarak *Jacob ben Mahir ibn Tibbon*'dan bahseder. G. Sarton. *Introduction to the History of Science*. cilt III, Washington 1947, S. 851.

diskin sallanmasına sebep oluyor, bu durum rasatlarda dakik neticeler elde etmeye mani oluyordu. Halbuki, *radius* çok basit olmakla beraber kolaylıkla devamlı rasat yapmayı mümkün kılıyordu. Fakat bunun da kusuru vardı, o da güneşe bakarken fazla ziyanın gözü kamaştırması, hatta zamanla kör edecek bir hale getirmesi idi. *Kadran* ve *üstürlablarda* güneş rasadı yapılyorken gözle bakılmayıp, istikamet üstteki hedefenin alttaki hedefeyi gölgelendirmesi ile tayin edilir. Bu, güneş rasatları için çok büyük bir kolaylıktır ¹¹. Bunun üzerine, Davis isimli meşhur gemici *back staf* adını verdiği aletini yaptı.



Şekil: 34

Radiusun ilk kullanılışı uzun zaman Regiomontanus'a atfedilmiştir. Yazmış olduğu *De Cometæ magnitudine longitudine que ac de loco ejus vero promlematanın* sonunda bunun tasvirini verir. Tarihi tetkikler bu aletin çok daha önceleri de bilindiğini meydana koymuştur. Levi ben Gerson *astronomik radius* hakkında yazı yazmıştır ¹². Demek oluyorki, bu 13'üncü asırda Avrupada tanınıyordu.

Bu aletin Avrupada kullanılmıya başlaması şu şekilde izah edilir. Vasco de Gama Afrika sahillerinde Melindeye geldiğinde Malema Cana ¹³ isimli bir şahıs, krallarını memnun etmek için rehber olarak onlarla beraber gitmeyi kabul etti. Bu gemicinin bilgisi Vasco de Gama'yı hayran bırakmıştı.

Vasco de Gama büyük tahta ve diğer madeni üstürlaplarını gösterdiği zaman, o, bunları görmekle çok fazla heyecanlanmadı. Karşılık olarak Kızıl

¹¹ Laussedat. cilt I, S. 60.

¹² Sarton, cilt III, S. 600-601.

¹³ Bu muallim Cada demektir. Ferrand, S. 192

Denizde seyahat edenlerin bazen üçgen bazen kare şeklinde olan aletler kullandıklarını, Hint gemicileri ile Cambayalıların ise hem güney hemde kuzey yarım küresinde seyahat ettikleri için Avrupalılarınkine benzemiyen aletler kullandıklarını söylemiş ve onlara üç parçadan yapılmış bir alet göstermiştir. Bir çok yazarların iktibas ettikleri bu kısım Barros'un *Asia* adlı eserinden alınmıştır. Barros bu tafsilâtı verdikten sonra Vasco de Gama tarafından Avrupaya getirilen bu aletin *arbalestrille* olduğunu ilâve eder¹⁴.

Bir çokları bu görüşe itiraz ederler. Meselâ Breusing, Barros'un bu ifadesinden ancak şu neticenin çıkarılabileceğine işaret eder. Hint Okyanusunda Portekizlilerin oraya muvasalatından önce ne *astronomik radius* ne de üstürlab kullanılmıyordu. Kızıl denizli gemiciler tenekeden yapılmış üç köşeli bir alet ile kadran, Hint gemicileri ise üç parçadan yapılmış aletler kullanıyorlardı. Cana'nın da şaşırmamış olması, yükseklik ölçmek için mahiyet itibariyle değişik aletler kullanmış olmalarındandı. 1480 de Portekiz Kralı John II'nin teşviki ile meydana getirilmiş konseye başkanlık eden Martin Behaim, Regiomontanus'un keşfini gemicilik sahası na getiren ondan istifadeye teşebbüs eden ilk şahıstır¹⁵.

Bu şekilde itirazlar ne olursa olsun İslâm Aleminde radius ve ona benzeyen aletlerin kullanıldığına dair sarîh deliller vardır.

Meselâ Sidî Reis (Sidî Re's) ile Pirî Reis (Pîrî Re's) aynı prensibe dayanan alet tasvirleri verirler.

Pirî Reis Kitab-ı Bahriye (Kitab-ı-i-Bakhriye) sinde Portekizlilerin *üstürlab* kullandıklarını, halbuki bununla ancak 55 dereceye kadar gidildiğini, bundan sonra bu aletin işe yaramadığına işaret eder. İtimada lâıyk usuller arasında Hint kıyasından bahseder. Bu en kısası bilek, en uzununu dirsek arası kadar olan 12 muhtelif boyda tahtadan ibarettir. Bunlarla rasat yapmak için tahtalardan biri ele alınıp kutup yıldızına doğru dönülür. Alt kısmı deniz ile ufuk arasında getirilir, üst kısmından da yıldız gözetlenir. Ele alınan tahta ile görünmezse, o takdirde, diğer birisi alınır. Pirî Reis tahtaların değişik büyüklükte olmasının kutup yıldızının muhtelif memleketlerde ufuk yüksekliğinin değişik olmasına atfeder. Yemende kuzey yüksek görünür, halbuki, Hintte daha alçaktır. Yemen ile Hint arasının 12 kısma ayrıldığını, bu ilmi bilmiyen herhangi bir kimsenin bu deryaya açılmamasını tavsiye eder.¹⁶

Bu alet *astronomik radius*un ilk numunesi olarak alınabilir. Esasen prensip itibariyle aralarında hiç bir fark yoktur. Zira, ister mesafe sabit tutulup, kutup yıldızı ile ufuk arasını örtecek tahtanın boyu değiştirilsin, isterse tahtanın boyu sabit tutulup mesafe değiştirilsin mesele daima aynıdır.

¹⁴ Princep, S. 18. Breusing S. 98-99. Ebu'l Fedâ. *Takwim al-Buldan*. Reinaud tarafından Fransızca tercümesi. cilt I, Paris 1848, S. CDXXXIX.

¹⁵ Breusing, S. 100.

¹⁶ Pirî Reis, Kitab-ı Bahriye, İstanbul 1935, S. 56.

Sidî Reis de *Muhit* (Muḥîṭ) adlı eserinin beşinci kısmında gemicilikte yıldızların yüksekliklerini ölçmek için kullanılan iki aletten bahseder.

Bunlardan biri aşağı yukarı Pirî Reis'in tasvirini verdiği aletin aynısıdır. En küçüğü küçük parmak büyüklüğünde olan dokuz levhadan yapılmıştır. En küçüğü dörde bölünmüş olup her bölüme *îsbâ'* adı verilir. İkinci levha birincisine nazaran bir *îsbâ'* daha büyüktür.

Sidî Reis bunun sonraları üç karış uzunluğunda bir levha ile ortasına ip tesbit edilmiş bir alete çevrildiğini ifade eder. Bu ip birçok yerlerinden düğümlemiş olup, her düğüm muayyen bir açıya tekabül eder.

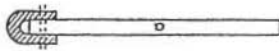
Bahsettiği ikinci alet *bilistî* (bilistî)dir ki, bu alet *radiusta* olduğu gibi bir cetvel ve onun üzerinde hareket eden bir levhadan ibarettir. Cetvelin üzeri işaretlidir.¹⁷

Astronomik radius her ne kadar *sekstantın* öncüsü olsada kaba ve takribî neticeler veren bir alettir. Bu bakımdan Tycho'nun icadı pratik astronomi sahasında hakikaten önemli bir adımdır.

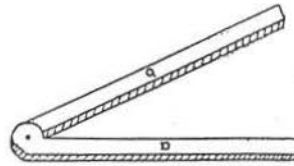
Müşebbehâtü bi'l-manâtek (Al-müşabbahât bi al-manâteq)

Yapılış itibarı ile *sekstantta* benziyen, fakat, pratikte nasıl kullanıldığını sarîh olarak meydana çıkaramadığım Takiyüddin'in icad etmiş olduğu bu aleti burada ele alabiliriz. Takiyüddin bunun hakkında şöyle der. "Müşebbehâtü bi'l-manâtek bizim icadlarımızdandır. Bu iki yıldız arasında mutlak ve mukayyet mesafeyi ve bunlar arasında ister doğru hat üzerinde olsun ister olmasın üçüncü bir yıldızın mesafesini bulmakta çok elverişlidir. Theon'un biri Koç'un başında diğeri ayağındaki iki yıldızın rasatlarının tetkiki ile, Allah bizi bunu yapmaya muaffak kıldı."

Alet üç cetvelden ibarettir. İki *zât-üş-şu'beyleynde* olduğu gibi birer uçlarından birleştirilir (Şekil 35). Bu birleştirme o şekilde yapılır ki, iki kol birbirinin üzerine kapatıldığı zaman, iki iç yüzü bir birinin üzerine intibak eder. Bu iki cetveli birleştiren mihverin başında içi boş yuvarlak bir parça vardır. Bu boş kısma üçüncü cetvel sokulur, ve bir mihverle oraya tesbit edilir. (Şekil 36).



Şekil: 35



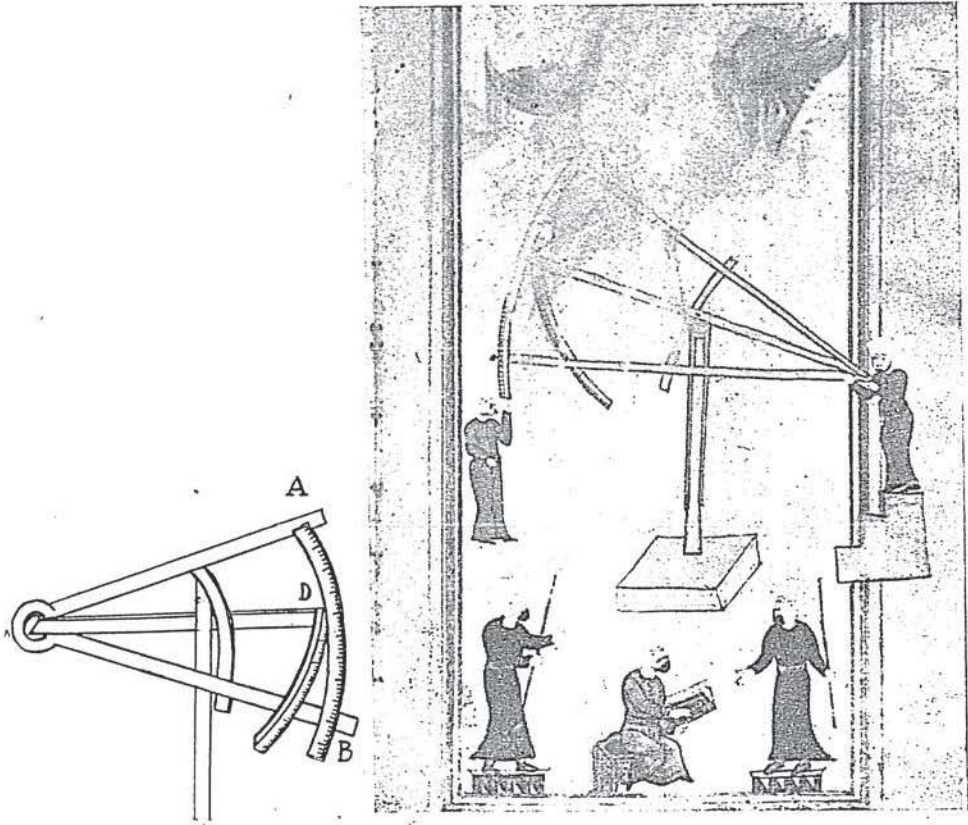
Şekil: 36

Üç cetvel birleştirildiğinde şekil 37 de görülen durumu alırlar. B cetvelinin hareketi aşağı yukarı, D cetvelininin hareketi hem aşağı yukarı hem sağa-sola doğrudur.

¹⁷ Prinsep, S. 12-16.

A B cetvelleri arasındaki yayı ölçmek için A cetvelinin ucuna taksimatlı bir yay tesbit edilmiştir. Üçüncü yıldız, iki yıldızı birleştiren doğru üzerinde bulunmadığı durumlarda, bu yıldızın diğerlerine olan mesafesini ölçmek için D cetvelinin ucuna, dış bükey kısmı ilk yayın iç bükey kısmına temas edecek şekilde taksimatlı bir yay takılır.

Dört tane hedefe, yapılır, bunlardan üçü cetvellerin uçlarına, birisi de bakır mihverin başına tesbit edilmiştir. Bu hedefe hareketli olup, gönye ile bazen birinci cetvelin, bazen de üçüncü cetvelin düzlemine dik bir vaziyete getirilir.



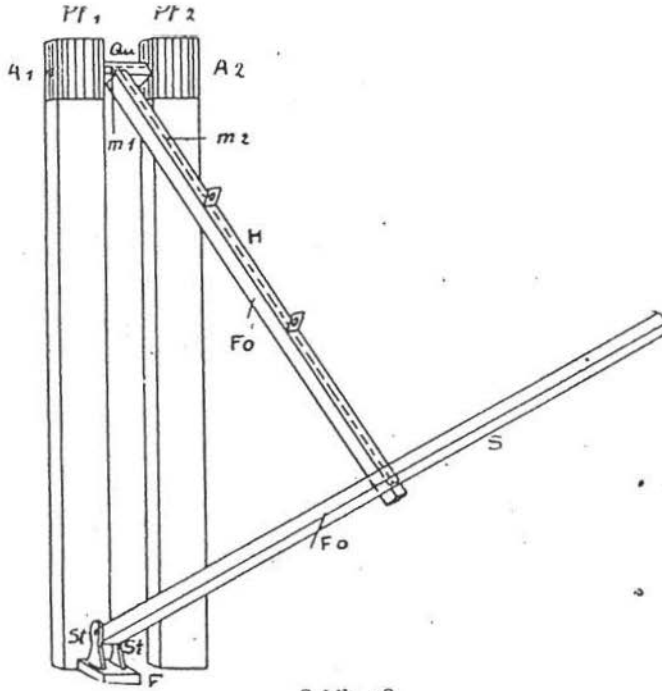
Şekil: 37

ZÂT-ÜŞ-ŞU'BETEYN

Halkalı aletleri inşa etmek umumiyetle müşküldür; zira bir halkayı simetrik olarak yapmak zor olduğundan maada, halkayı taksim etmek te ayrıca bir meseledir. Bu zorlukları bertaraf etmek kasti ile doğrudan doğruya açı ölçecek aletler yerine, kirişleri veren ve düz cetvellerden yapılmış aletler kullanılmıştır.

Bunlar içinde en önemlisi bilindiği gibi aşağı yukarı her astronom tarafından kullanılmış olan *zât-üş-şu'beteyn* (triquetrum) dir. İlk tasvirine Batlamyüs' de rastlıyoruz. O, bu alete şu adı verir, *Ufkun kutuplarından geçen ve büyük daire üzerinde rasat yapan ve paralaks bulmaya yarayan alet*.

Almagest'deki tanımı şöyledir. Mümkün olduğu kadar küçük taksimata bölünebilmesi için iki zira' dan aşağı olmıyan iki cetvel almır, uçlarından birleştirilir. Onlardan biri ufukla dik açı yapacak şekilde bir kaide üzerine konur, diğerine iki hedefe tesbit edilir. Tam ortalarına, göze yakın olanı küçük, uzak olanı büyük olmak üzere iki delik delinir. İnce ve düz üçüncü bir cetvel de, ikisi arasındaki açığı ölçmek için, dik cetvelin yanına tesbit edilir.



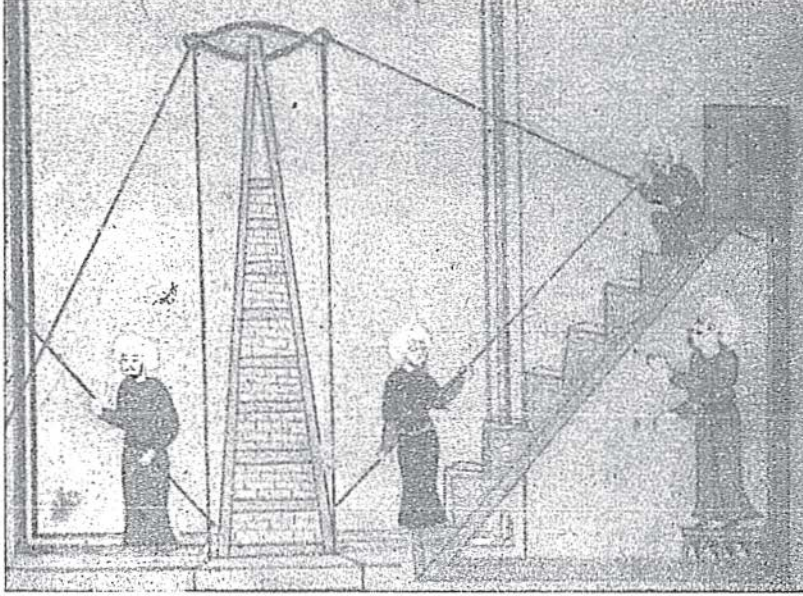
Şekil: 38

Urdî'de bu aletin bir tenkidini buluyoruz. Ona göre bu alet ile dakik neticeler elde edilemez. Cetvellerin kalınlığı teşekkül eden üçgenin tam meridyen düzleminde bulunmasına mani olur.

Urdî Batlamyüs'ün bu aletinden ilham alarak, aynı prensiplere dayanan büyük çapta bir alet yapıyor. Verdiği tafsilâta göre alet şu şekildedir. 7 zira' uzunluğunda iki tane üstüvane, karşılıklı, sallanmıyacak ve ufka tam dik olacak şekilde tesbit edilir. Üst kısımlarına birer başlık konur ve bunlara yerden yüksekliği eşit olan birer delik delinir. Bunların arasına uçları, bu oyuklara girmiş mihvere geçmiş, uzunluğu beş zira' dan fazla olan bir cetvel asılmıştır. Bu cetvelin genişliğini ikiye bölen doğrudan ve mihverden itibaren 5 zira'lık bir kısım ayrılır, ve üzerine iki hedefe tesbit edilir. Bu

cetvelin alt kısmına bir kaide ve iki tarafına iki yatak yapılır. Buraya yarı çapın 1,5 misli kadar, üzeri taksimatlı bir cetvel geçirilir.

Bununla rasat şu şekilde yapılır (Şekil 38). H cetveli hedefelerden yıldız görününceye kadar çekilir ve alttaki taksimatlı cetvel de H cetveli üzerindeki işarete kadar uzatılır. Bu durumda taksimatlı cetvel üzerinde ayrılan kısım açının kirisini verir



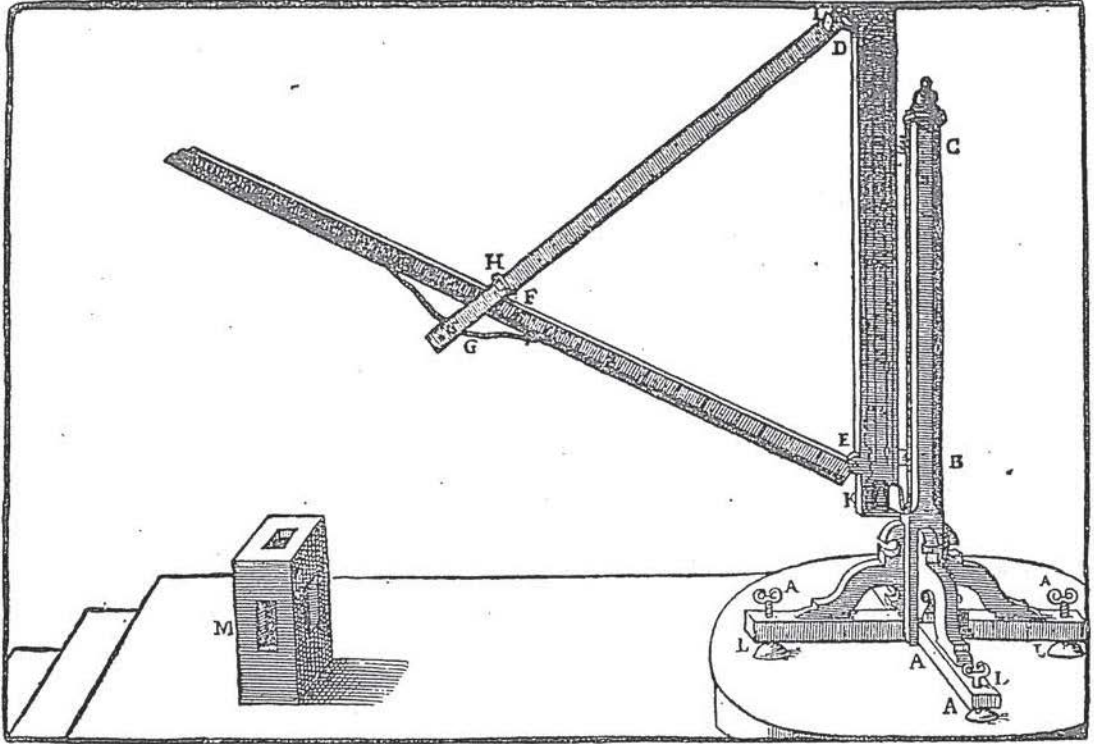
Şekil: 39

Takiyüddin'in bu aleti Batlamyüs'ünkinin aynıdır. Yalnız, meridyen düzlemine tesbit edilmiş olup, her yönde yükseklik ölçebilecek tarzdadır. (Şekil 39).

Tycho Brahe'nin aleti de Batlamyüs'ünkinin aynıdır (Şekil: 40). O, bu alete itimat etmediğini ve bununla dakik neticeler alınmayacağını bildirir, zirâ, böyle uzun tahtaları düz olarak muhafaza etmek müşküldür,

TAKSİMAT VE HEDEFLER

Taksimata ve hedefler üzerindeki tekâmül, rasat aletleri sahasında üzerinde durulması icabeden önemli iki meseledir. Eskiden rasat aletlerini küçük taksimata kadar bölebilmek için baş vurulan çare boyutları büyütme idi. Bu durumda bir derece oldukça büyük bir sahayı işgal edeceğinden, bunu daha küçük parçalara ayırmak mümkün oluyordu. Bir çok mahzurlarına rağmen, İslâmların kullandıkları usul bu idi. Semerkant Rasathânesindeki çok muazzam kadranı buna misal olarak verebiliriz. İslâmların rasat aletlerini nasıl taksim etmiş olduklarına ve ne gibi metotlar kullandıklarına dair teferruatlı hiç bir bilgiye sahip değiliz.



Şekil: 40

Birûnî'nin bir yazısı bu bakımdan çok enteresandır. O, dakik olarak çeşitli büyüklükteki uzunlukları bölmek için bir usul bulmuştur. Her hangi bir uzunluk büyük olduğu takdirde onu bölmek kolaydır. Fakat küçük bir uzunluğu bölmek zordur. Birûnî bunun için bir dörtgen alıyor iki kenarının ortalarını birleştiriyor. Onlardan birini 60 veya daha küçük taksimata bölüyor. Her bölüm noktasını diğer kenarın ortası ile birleştiriyor. Muayyen uzunlukta bir parçayı bölmek lâzım geldiği zaman, pergeli bunun yarısı kadar açıyor, ve bölünmüş kenarın orta noktasına koyuyor. Pergelle her iki istikamete birer işaret koyuyor. Buralardan yan kenarlara birer paralel çiziyor. Bu parallerin hüzmanın en dış iki doğruyu kes-

tiği noktaları birleştiriyor. Bu doğru bölünmesi istenilen yarı çapa eşit uzunluktur¹ (Şekil 41).

İslâmlarda taksimat hususunda tesadüf edilen en orijinal çalışma Âmilî'nin kadrânındaki *transversal* taksimattır. Kendisi buna dair bir tafsilât vermez.

Urdî ve Takiyüddin'in nasıl bir usul kullanmış olduklarına dair hiç bir bilgiye sahip değiliz. Yalnız Takiyüddin daima "bilinen usul üzerine taksim edilmiştir" tabirini kullanmaktadır. Belki o bununla *transversal* taksimatı kastetmektedir.

Batı Âleminde taksimat üzerindeki tekâmül iki koldan ilerler. Bunlardan biri Nunez'in başladığı usul, diğeri transversal taksimattır.

Nunez'in kadrânı taksim edişini Tycho'nun tasvir ettiği tarzda ele alalım. Bir kadrân alınır içine birbirini takip eden 44 daire çizilir. En dıştaki 89, onu takip edenler 88, 87, 86.

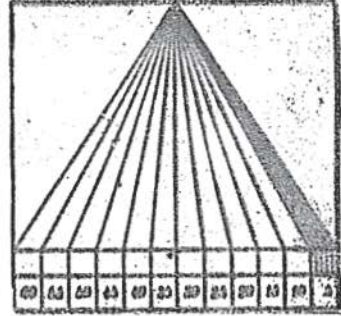
46 olarak taksim edilir. Rasat anında idade hangi bölüm üzerinde bulunuyorsa o alınır. Basit bir orantı ile dakika ve saniyeye taksimatı bulunur.²

Tycho'ya göre Nunez'in bu metodu pratikte yeter olmadığı gibi, tecrübe vadedilen dakiklığın de elde edilemediğini göstermiştir. Pratikte hakikaten basit usulmuş gibi görünmesine rağmen, Tycho'nun işaret ettiği gibi oldukça zordur. Zira bir kadrânı bu kadar çeşitli olarak bölebilmek müşküldür.

Daha sonra Clavius ve Curtius daha mütakamil usuller bulmuşlardır. Curtius bir kadrânı 90 dereceye böler. Sonra 91 dereceyi 90'a böler Bu hal 128 dereceye kadar gider. Böylece, her bir derece 39'a taksim edilmiş olur. Bu usulle hesaplama da şöyle yapılır. Şayet idade yüz derecelik taksimatın 20'si üzerine gelirse, basit bir orantı yapılır. $100:X=128:20$ Clavius bunu kolaylaştırmak için bir de liste yapmıştır³.

Nunez ve Clavius'unkine benzeyen Curtius'un şu metodu vardır. Bir kadrân alır bunu 90 dereceye böler. Bunun içine 59 tane konsantrik daire çizer. Bunun 61 derecelik kısmını 60'a böler. Böylece her bölüm 1 derece 1 dakika olur. Bu şekilde ilerliyerek her dereceyi 60 dakikaya bölebilir.⁴

Diğer metot transversal olarak bölmektedir. Buna ilk defa Levi. b. Gerson'da tesadüf edilmektedir. *Astronomik radius*da daha küçük bölümler için bunu kullanmıştır. ABCD çubuğu alınır, üst kısmı 6'ya alt kısmı 12'ye



Şekil: 41

¹ E. Wiedemann ve Frank. *Vorrichtungen zur Teilung von Kreisen nach al-Biruni*, *Ztschr. f. Instrumentkunde*. kısım 41, 1921, S. 229.

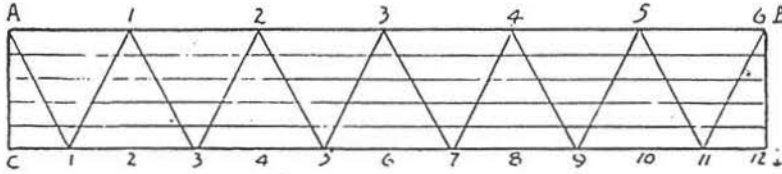
² Tycho Brahe, S. 11.

³ Kiely, S. 172.

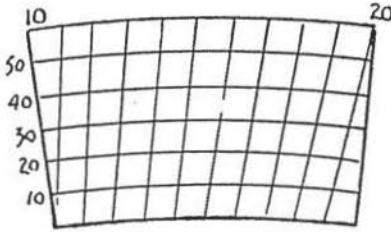
⁴ Kiely, S. 174.

bölünür. Çubuğun üzerine paralel dört doğru ve transversal hatlar çizilir. Bu durumda bir ile ikinin arası 10'a bölünmüş olur⁵ (Şekil 42).

Açı bölünmesine bu metodu ilk tatbik eden Puehler olmuştur.⁶ Şekil 43 de onun bir yayı nasıl taksim ettiği gösterilmektedir. Scultetus bu metodu kullananlardan biridir. O, bunun Purbach ve Regiomontanus tarafından da kullanıldığını ileri sürer.

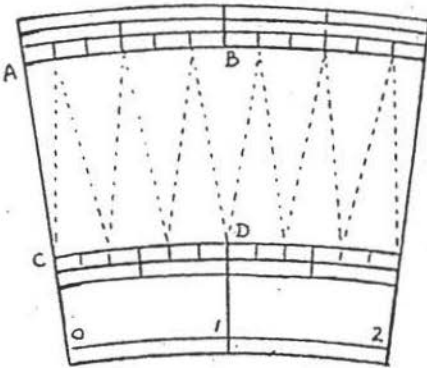


Şekil: 42

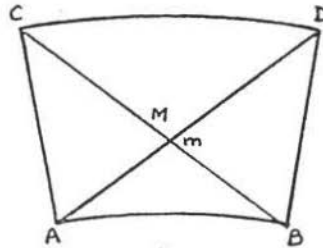


Şekil: 43

Transversal taksimatı bilhassa geniş ölçüde kullanan Tycho Brahe olmuştur. Bu usulu Hommel'den almış olduğunu bildirir.⁷ Onun usulu şöyledir: İlk defa herhangi bir yayı dereceye, her dereceyi de 6'ya böler. Sonra her derece arasını transversal olarak noktalı doğrularla 10'a böler. Böylece, her derece açık olarak 60 dakikaya bölünmüş olur. İfade bu noktalardan hangisinin yanından geçerse, o, yayın dakikasını verir. Şayet bu nokta üzerinde inhiraf varsa tahmini olarak saniye de hesap edilebilir⁸ (Şekil 44).



Şekil: 44



Şekil: 45

⁵ Kiely, S. 178.

⁶ Kiely, S. 178.

⁷ Tycho Brahe, S. 108.

⁸ Kiely, S. 178, Tycho Brahe, S. 142.

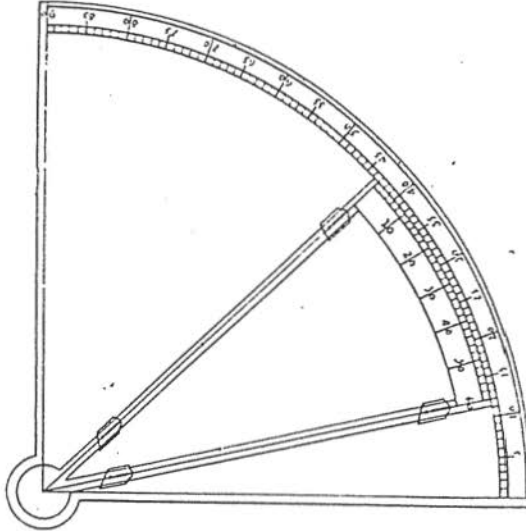
Tycho bu metodun hatalarına da işaret eder. Zira CD yayı BA yayından daha büyük olduğu için AD ve BC köşegenlerinin kesişme noktası doğruların tam orta noktasında vukua gelmez. Tycho bunun önemli olmadığını bu hata nisbetinin nazarı itibare alınmıya deymeyeceğini ifade eder⁹ (Şekil 45).

İşte bütün bu çalışmalar Vernier'de en müttekâmil halini bulmuş olur. Onun metodu şu şekildedir.¹⁰ Her hangi bir yay bölünür ve bunlar iç kısma işaret edilir. Bu yayın iç kısmına intibak edecek ve orada istenildiği şekilde kayabilecek 31 yarım derecelik bir kısım vardır; bu 30 parçaya bölünmüştür (Şekil 46).

Bu metottan başka teleskobun rasat aletlerine tatbikinden itibaren, küçük açıları ölçmek için mikrometreler kullanılmıştır. İlk defa olarak Gascoigne¹¹ tarafından tatbik edilmiştir. Daha sonraları bir çok kimseler tarafından değişik tarzlarda mikrometreler kullanılmıştır.

HEDEFELER

Dakik rasat yapmak için, üzerinde uğraşılacak olan meselelerden biri de hedefelerdir. Eskiden beri bilinen usul hedefelere küçük delikler açmak, bunlar yardımı ile yıldızı gözetlemektir. İslâmlar tarafından aletlerin boyutları büyütülünce, birbirinden oldukça uzak mesafede bulunan iki küçük



Şekil: 46



Şekil: 47

delikten yıldızı gözetlemek aşağı yukarı imkânsız oluyordu. Işığın dağılmasını önlemek için, İslâmlar iki deliğin arasını birleştiren düz borular yap-

⁹ Kiely, S. 178, Tycho Brahe, S. 142.

¹⁰ Kiely, S. 176-177.

¹¹ A. Wolf, *A History of Science Technology and Philosophy in the eighteenth Century*. İkinci Tabı, Londra 1952 S. 168.

yapmışlardır. Merâgada Urdî'nin yaptığı aletler bu şekilde borularla teşhiz edilmiştir.

Hedefeler üzerinde önemli islahat yapan astronom Tycho Brahedir. Aletlere dair yazmış olduğu eserin sonunda bu hususta tafsilat verir. Onun yaptığı hedefelerin hususiyeti deliklerin istendiği kadar açılıp kapana bilmesindedir.

Tycho'nun hedefesi şöyledir. (Şekil 47) ABCD hedefesi göze yakın diğeri EFGH uzak olanıdır. Göze yakın olan hedefedeki delikler o şekilde yapılmışlardır ki, istenildiği zaman açılabilir, istenildiği zaman kapatılabilir. Yalnız alttaki bir tanesi daima aynı şekilde kalır.

Rasat yapılıyorken idade yıldız istikametine kaldırılır, ilk defa DA ve EH den yıldız gözetlenir. Sonra da aynı yıldız CB ve GF den gözetlenir. Bu durumda yıldızın gayet doğru ve merkezi olarak rasat edildiğinden hiç bir şüphe kalmaz. Şayet yıldızın azimutu bulunmak isteniyorsa, o takdirde CD ve GH kullanılır.¹

Tycho eskilerin yapmış oldukları tarzda hedefe kullanmanın mahzurlu olduğuna işaret eder. Birbirinden uzakta bulunan iki hedefedeki küçük deliklerden yıldız gözetlemek zor olduğundan delikleri büyütme icabediyordu. Delikler büyüdükçe de, yıldızın istikametinde rasatların dakik olarak yapılmasına mani olacak kadar bir hata meydana geliyordu.²

Tycho'nun bu arada yapmış olduğu önemli bir değişiklik te mümkün olduğu takdirde idadeyi kaldırmasıdır. Halkalı aletlerde hedefeler doğrudan doğruya halkalar üzerine geçirilmekte ve orada istenildiği şekilde kaydırılabilmektedir. Halkanın tam merkezine de bir silindir³ tesbit edilir. Gök cismi iki hedefe ve silindir vasıtası ile gözetlenir.

Bu sahadaki çalışmalar teleskobun rasat aletlerine tatbiki ile en mükemmel bir duruma gelmiş oldu. Bundan önceki çalışmalar ne kadar başarılı olursa olsun, açık hedefelerin bünyesinin icabettirdiği bir hata nisbeti vardır ki, bunu bertaraf etmek imkânsızdır.⁴

NETİCE

Mukayese yapıldığı zaman, Tycho'nun çeşitli ve çok sayıda aletler inşa etmiş olması bilhassa nazar dikkati çekmektedir. Bu muhakkak ki önemli bir durumdur. Fakat, aletlerin sayısı ne kadar çok olursa olsun netice itibariyle bunları yukarıda mevzu bahis edilen gruplar içinde topluya biliriz. Ve ancak bir veya iki alet bu gurubun orijinal numunesini temsil eder. Meselâ, kadran gurubunda Tycho'nun asıl başarısı duvar kadranını yapmış olmasındadır. Bazen de sadece dış çerçeve bakımından yapılan ufak değişiklik-

¹ Tycho Brahe, S. 142-143.

² Tycho Brahe, S. 46.

³ Nolte, S. 48.

⁴ J. W. Olmsted, *The "Application" of Telescope to Astronomical Instruments*, Isis, cilt 40, kısım 3. no. 121 1949, S. 215.

lerle, aynı tipten üç veya dört alet yapmıştır. Tycho dört tane *sekstant* yapmıştır, konstrüksüyon bakımından bunlar önemli farklar arzetmezler.

Takiyüddin bir guruptan bir tek alet tasviri verir. Fakat, bahsettikleri o gurubu temsil eden aletlerdir. Meselâ *libnesi* Tycho'nun duvar kadranına, *zât-üs-semt ve'l-irtifâsı* Tycho'nun büyük azimut halkasına tekabül eder. Bu bakımdan Tycho'daki bu durum mahiyete taalluk eden bir üstünlük olmayıp kantitatif bir üstünlüktür.

Bilindiği gibi Tycho, o zamana kadar Avrupada görülmiyen aletler yapmış, pratik astronomi sahasında önemli başarı sağlamıştır. Bu iki astronomun aletleri karşılaştırıldığında aralarında sıkı bir benzerlik, daha doğrusu bir tekabül ortaya çıkmaktadır. Aynı seneler zarfında rasathâne kurma faaliyetine başlayan bu iki astronomun aletleri arasındaki benzerliği nasıl izah edeceğiz. Girişte de belirtildiği gibi maalesef bu hususu aydınlatacak bir ip ucu bulunamamıştır. Yalnız Salamon Schweigger Takiyüddin'in Romaya gittiğini mevzu bahis etmektedir.

Bir an Takiyüddin'in Romaya gittiğini kabul ederek meseleyi ele alalım. Takiyüddin Romaya gitmiş ise bu tarihin müneccim başı Mustafa Çelebi'nin ölümünden önce, yani, 1571 olması icabeder. Zira, kendisi bu tarihten itibaren bu vazifede bulunmuş ve oradan ayrılmamıştır. Bu sıralarda alet yapımı sahasında önemli üç şahsı zikredebiliriz. Shcöner, Apianus ve Willhem IV. Apianus opus *Astronomicum Caesareum* ve *Instrument Buch* adlı önemli eserleri telif etmiş bir şahıstır. Schöner'in de astronomi aletlerine ait eseri vardır. Wilhem'i bir tarafa bırakacak olursak, bu iki astronomun aletleri aşağı yukarı Ortaçağın hususiyetini taşırlar, ve Tycho tarzında aletlere sahip olmaktan çok uzaktırlar. Wilhelm'e gelince, onun hakikaten önemli aletler yapması Tycho ile temasından sonradır.

Görülüyorki, şayet, Takiyüddin Romaya gitmiş olsaydı rasathânesindeki aletleri inşa etmesine yarıyan modelleri Avrupadan temin edemiyeycekti. Zira, bu zamanda Avrupa da henüz dakik rasatlar yapmayı sağlayan büyük çapta aletler inşa edilmediği gibi, *duvar* kadranı *zât-üs-semt ve'l-irtifâsı*, *zât-ül-evtar*, *müşebbehettü bil'l-manâtik* gibi aletler de mevcut değildi.

Takiyüddin Mısırda tahsil görmüş ve orada yetişmiştir. Bu sırada Mısırda bazı astronomların yaşadığını ve aletlere dair eserler yazdıklarını görüyoruz. Bu astronomlar içinden şu aşağıda gelenleri zikredebiliriz. Al-Mısırî al-Damishqî ilk defa Şamda çalışmış oradan Kahireye gitmiştir. Kadran, ekvatör halkası, usturlab, ve saat inşası hakkında çeşitli makaleleri vardır. Al-Sûfî al-Mısırî Uluğ Bey'in zicini şerh etmiş, Kahire enlemine göre tashih etmiştir. Astronomi aletlerine ait bir hayli eseri vardır, bunlar arasından bilhassa şunları sayabiliriz, ekvatör halkası, saat, çeşitli astronomi aletlerinin kullanılmasına dair risaleleri. Al-Qastanî al-Mısırî kadran hakkında bir risale kaleme almıştır. Al-Wafî'nin de saat hakkında bazı yazıları vardır.

Görülüyor ki Takiyüddin'in yaşadığı sırada astronomik faaliyet Kahirede bir hayli canlı idi. Fakat burada asıl zikredilmesi icabeden Âmilî'dir. Bu astronom rasat aletlerine ait çok kıymetli bir eser meydana getirmiştir. Bu 1562 senesinde Takiyüddin'in rasathânesini kurmaya başlamasından biraz önce yazılmış, Tycho ve Takiyüddin'in tarzında aletlerin tasvirini veren bir eserdir. Bu, transversal taksimata bölünmüş duvar kadranı, yan ve yükseklik açılarının ölçülmesine yarıyan çeşitli aletleri ihtiva etmektedir. Bu aletlerin gerek Takiyüddin ve gerekse Âmilî için bir orijinalite sayılmaması icabeder, zira, Takiyüddin'in icadettiği iki aleti bir tarafa bırakacak olursak bunlar Nasirüddin-i Tûsî zamanından beri kullanılan aletlerdi. Bir birine bu kadar yakın bir zaman için de bir tarafta bu tip aletlerin inşa edilmesi diğer tarafta bunlara dair eser yazılması İslâm Âleminde bu tip aletlerin çok yaygın olarak bilindiğini ortaya koymaktadır. Diyebiliriz ki, Takiyüddin'in Romaya gidip bu aletleri öğrenmiş olması hakikaten çok uzak bir ihtimal gibi görünmektedir.

Tycho'nun Takiyüddin'den tesir aldığına dair de hiç bir bilgi yoktur. Fakat astronomi aletlerinin tarihinin incelenmesi, bizi sarîh olarak bu tesirin Doğudan Batıya doğru olması lâzım geldiğini kabule mecbur ediyor. Tycho'nun Avrupada ilk defa yaptığı aletlerin çoğu, üç asır önce Merâgada inşa edilmiş ve kullanıla gelmiştir. Maalesef, elimizde Merâga çevresinin tesir yapmış olduğuna dair hiç bir delil yoktur. Bu husustaki misaller son derece sathi ve tesirsiz kalmaktadır.

Burada Delambre'in verdiği bir misali zikredebiliriz. İranda tanzim edilmiş bazı astronomi katalokları Yunancaya tercüme edilmiştir. Bunlar Batıya nasıl gelmiş ve neden Yunancaya tercüme edilmiştir? Buna dair Delambre'in verdiği tafsilat şöyledir. Bir Sakızlı genç İstanbulda tahsil eder. Bilgisini daha fazla genişletmesi için İrana gitmesi tavsiye edilir. Bu genç ilk defa Trabzona, oradan da İrana gider. Orada ilmin bütün dallarıyla meşgul olur. Fakat astronomi öğrenmek isteyince itiraz edilir ve bunun yalnız İranlılara ait olduğu bildirilir. Bu genç, kral tarafından takdir edildiğinden kendisine bu mücadele verildikten maada dönüşünde Trabzona birtakım astronomi kitapları da getirir. İşte bu kitaplar burada Yunancaya tercüme edilmiştir. (Sarton'un verdiği bilgiye göre bu kitaplar 1323 senesinde ismi meçhul bir şahıs tarafından Yunancaya tercüme edilmiştir.)

Buna Doğuya gelmiş bir kaç seyyahı da ilâve etsek yine bir neticeye vasıl olamayız. Yalnız bu mukayeseden 16'ncı asır Osmanlı astronomisi hakkında önemli ve aynı zamanda sarîh bir fikre sahip olmuş oluyoruz. Bu asırda Osmanlı, daha geniş tabiri ile İslâm astronomisi pratik sahada Batı ile aynı seviyede bulunuyordu.

THE COMPARISON OF THE INSTRUMENTS OF TAQÎ AL DIN AND TYCHO BRAHE

This is the English summary of the preceding Turkish article which forms the main body of my Ph. D. thesis in the history of science submitted to the Faculty of Letters (Dil ve Tarih, Coğrafya Fakültesi) of Ankara University in July 1956. The subject of my thesis, the comparison of the instruments of Taqî al Din and Tycho Brahe, was given to me by Professor Dr. Aydın Sayılı. This subject is the outcome of Professor Willy Hartner's (Johann Wolfgang Goethe University, Frankfurt) examination of the Topkapı Museum Library copy of the *Âlât al raşadıya li zîj-i-shahinshâhiya*, mentioned below, during his visit to Istanbul in 1951. His brief perusal of this book showed him the existence of an interesting similarity between the instruments of Taqî al Din and those of Tycho Brahe, and about one year later the subject was given to me as that of my doctoral dissertation. I would like to express here my deep indebtedness to Professor Dr. Aydın Sayılı for his valuable help in the preparation and completion of this thesis. He also kindly helped me in the preparation of the Arabic texts.

I used the following sources for the comparison: Tycho Brahe's accounts of his instruments as given in his *Astronomiae instauratae Mechanica*; Taqî al Din's *Âlât al raşadıya li zîj-i-shahinshâhiya* and *Sidra al muntahâ*; and Al 'Urđî's *risala fi keyfiyet al arşad*.

Al 'Urđî's *risale fi keyfiyet al arşad* had previously been studied but its Arabic text had not been edited.¹ I have prepared its critical edition on the basis of three manuscripts and made its Turkish translation. *Âlât al raşadıya li zîj-i-shahinshâhiya* which is written in old Turkish has three copies. My thesis includes a critical edition of this work and its Turkish version adapted to the present-day language. The third chapter of *Sidra al muntahâ* also deals with the instruments of the Istanbul Observatory, of which I likewise prepared a critical edition based on three copies.

My thanks are also due to, Professor M. A. Tancî Faculty of Theology, Ankara University, and especially to Mr. İsmail Ezherli of the Embassy of Saudi Arabia for their help in the understanding and preparation of my Arabic texts, to professor Nusret Hızır, Faculty of Letters, Ankara University, for his kind assistance in the translation of the material written in German and to Assistant Professor Samim Sinanoğlu of the same Faculty in the clarification of the passage in the *İşlah al Magistî*.

Although the heliocentric system of Copernicus marked a great achievement as a theory, it did not achieve the same level of success in its detailed application. The tables which Copernicus himself had computed revised and enlarged after his death by Erasmus Reinhold who published them under

¹ A. Jourdain, *Mémoire sur les Instruments employés à l'Observatoire de Méragah*, *Magasin Encyclopédique* 1809, vol. 4; Hugo J. Seemann *Die Instrumente der Sternwarte zu Marágha nach den Mitteilungen von Al 'Urđî*, *Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät Erlangen* vol. 60. 1928 P. 15-126.

the name of *Tabulae Prutenicae* (1551). The observations of Copernicus and Reinhold were few and not entirely reliable, so the tables were far from giving an accurate representation of the actual motions of the planets. This explains the capital importance of Tycho Brahe's work in the improvement of astronomical instruments and methods of observation. In *Hven* he built the *Uraniborg* Observatory under the sponsorship of King Frederic II of Denmark. For twenty years he made continuous observations in this Observatory which he started to build in 1576, equipping it with the best possible instruments for his time.²

To one's great surprise, during the same years, in the world of Islam, Taqî al Dîn built a large observatory³ under the sponsorship of the Ottoman King Murad III, as the old astronomical tables contained errors and were unable to meet the day's needs.⁴

In comparing the instruments of these two astronomers the instruments of the Marâgha Observatory which was built in 1261-2 by *Naşir al Dîn al Tûsî* under the sponsorship of Hulagu were used as a basis for comparison.⁵

A comparison like this confounded me at first. For on the one hand there was Tycho Brahe, the great astronomer of the Western World, where an era of immense progress had started in the sixteenth century. He succeeded to become one of the great astronomers of all history by building refined instruments and making accurate observations, and his works influenced the discoveries of Kepler. On the other hand there was Taqî al Dîn whose name did not appear in the books on the history of astronomy.

From the very few documents that I saw my first impression about the scientific life of the Ottomans was as follows. In this century, while the Western World progressed greatly, the Ottomans still lived in the Middle Ages. Anyway, the scientists in the Ottoman Empire did not accomplish any great success in this field. Under this influence I believed in the supremacy of Tycho Brahe and began my investigations in this spirit. At the completion of my work, however, my views were completely changed.

There is an exact identity between some of the instruments of these two observatories. Tycho's great pride, the mural quadrant or Tichonicus⁶

² Tycho Brahe, *Tycho Brahe's description of his instruments and scientific work as given Astronomiae Instauratae Mechanica (Wandersburgi 1598)*, translated and edited by Hans Raedar, Elis Stömrgren and Bent Strömrgren. Kobenhavn, 1946. P. 121-140.

³ Qara Chalabi Zâda 'Abd al 'Azîz, *Rawḍa al abrâr* Cairo 1248, p. 462. Aṭâî, *Dhayl al shaqâiq*, 1268, vol. 1, p. 286. Şâlih Dhakî, *Athâr-i bâqîya*, vol. I, Istanbul 1329 H., p. 201-202. J. H. Mordtmann, *Das Observatorium des Taqî al Dîn zu Pera, Der Islam*, vol. 13, 1923, p. 82-96. Adnan Adivar, *Osmanlı Türklerinde İlim*. İstanbul, 1943. p. 82-87. Aydın Sayılı, *Alâ al Dîn al Mansûr's poems on the Istanbul Observatory. Belleten*, vol. XX, no. 79. p. 411-484.

⁴ Aṭâî, p. 286.

⁵ Mîrkhünd, *Rawḍa al safâ*, India 1332, vol. 5, p. 83, Khawandmîr, *Ḥabîb al Siyar*, Tehran 1271, vol. 2, p. 36, A. Jourdain, *ibid*; Sédillot, *Mémoire sur les instruments astronomique des Arabes. Mémoires de l'Académie Royale des Inscriptions et Belles Lettres de l'Institut de France*, série I, vol. I 1884, p. 201-202; Seemann, *ibid.*, p. 111-121.

⁶ Tycho Brahe, *ibid.*, p. 28-31.

(Fig. 6) was also built by Taqî al Dîn under the name of *libna*.⁷ This was fixed upon a wall, twelve ells both in height and width, placed in the meridian. Two quadrants were placed on it so that they crossed each other (Fig. 5). One of them was the southern and the other the northern quadrant. Two cylinders were placed at their centers. Two alidades having pinnules were attached to these cylinders Tycho's quadrant was divided by means of transversal points so that five seconds of arc could be read on it. We do not know how Taqî al Dîn divided his quadrant. We have no record showing whether Taqî al Dîn knew the transversal division or not. It is obvious according to the picture given in *Kitab ta'lim âlât-i-zij* that 'Amilî ('Abd al Mun'im) knew the transversal division⁸ (Fig. 4). The radius of Tycho's instrument was 194 cm. whereas Taqî al Dîn's instrument was six meters. In the history of astronomy the mural quadrant, whose discovery had been the-greatest incident in the sixteenth century was built first by Tycho Brahe in the Western World. Whereas this instrument was built by Naşîr al Dîn al Tûsî in the Islamic World.⁹

The quadrant which resembles Tycho's big wooden quadrant¹⁰ (Fig.7) was built by Taqî al Dîn and called *rub'-u-deffe* which means wooden quadrant, it was also called *rub'-u-mstara* because it was made of a set of rulers¹¹ (Fig. 8,9). The radius of Taqî al Dîn's instrument was 450 cm. whereas Tycho's 543 cm. Taqî al Dîn does not mention this instrument as his own discovery, but this is the first example of this type of quadrant both in Western and in the Islamic World.

In the Western World, the azimuth quadrant, the predecessor of teodolite which was used for determining altitudes and azimuths is found in Tycho Brahe. He made many kind of instruments for this purpose¹². In the Islamic World the same instrument, which was called *dhât al rub'eyn* and reached its perfection in Naşîr al Dîn al Tûsî's¹³ time, was used since Ibn Sinâ¹⁴. Taqî al Dîn built this instrument in his observatory and called it *dhât al semt va'l irtifâ*.¹⁵ Taqî al Dîn's instrument was made of a semi circle which was erected vertically; and it turned upon a circle rep-

⁷ Taqî al Dîn, *Âlât al raşadiya li zij-i-shahinshâhiya*, Istanbul Topkapı 6b-7a, Kütahya 5b-6a. *Sidra al muntahâ*, Istanbul Topkapı 30b, Nuruosmaniye 17b, Vatican 31a,

⁸ 'Abd al Mun'im al 'Amilî *Kitab talim âlât-i-zij*, British Museum (Pers. 7702).

⁹ Jourdain, *ibid.*, p. 55. Seemann, *ibid.*, p. 28-32.

¹⁰ Tycho Brahe, *ibid.*, p. 88-91.

¹¹ Taqî al Dîn, *Âlât al raşadiye li Zij-i-shahinshâhiya*, Istanbul Topkapı 12b-13a, Kütahya 8b-9a.

¹² Tycho Brahe, *ibid.*, p. 20-23, 32-43, 48-51, 92-94.

¹³ Jourdain, *ibid.*, p. 75-8; Seemann, *ibid.*, p. 72-81.

¹⁴ E. Wiedemann and Juynbol, *Avicennas Schrift über ein von ihm ersonnenes Beobachtungs Instrument*, *Acta orientalia* vol. V, p. 81-167.

¹⁵ Taqî al Dîn, *Âlât al raşadiya li zij-i-shahinshâhiya*, Istanbul Topkapı 9b-10a, Kütahya 6b-7a. *Sidra al Muntahâ*, Istanbul Topkapı 33a, Nuruosmaniye 19b-20a. Vatican 33b.

resenting the horizon. An alidade was attached on the center (Fig. 18). This instrument resembles Tycho's great azimuth semi circle.¹⁶ The only difference between these two instruments was that Tycho attached the axis of the alidade to the circumference whereas Taqî al Dîn placed it on the center (Fig. 17).

The zodiacal armillary instrument *dhât al halâk* was built as large as possible in both observatories (Fig. 28 29).¹⁷ Likewise, the triquetrum *dhât al shu'beteyn*, which was built by every astronomer since Ptolemy in the East and in the West, existed in both observatories¹⁸ (Fig. 39, 40).

Tycho Brahe and Taqî al Dîn were not satisfied with the instruments of the previous astronomers. They had new discoveries. Tycho's equatorial armillary instrument¹⁹ and sektant²⁰ were two of these. These should be considered among the great achievements.

Taqî al Dîn build *dhât al avtar*,²¹ to show the sun's positions on the equinoctical points. This instrument was composed of six columns. Two of them can be at any desired length. The length of the other two will then be equal to the sine of the latitude of the country on a circle whose radius is equal to the given length. The four columns are combined to form a rectangle (Fig. 26). This rectangle is placed so that the sides AD and BC are parallel to the meridian, C and D pointing to the north, and A and B to the south. AB is the latitude base and CD the equator base. Two of the columns are placed at the edges of the latitude base. The height of these two columns from the surface of the latitude base were equal to the cosine of the latitude of the country. Two pins are placed on them and two others at the points C and D. Strings are stretched between these four pins. The triangles formed by these strings coincide with the plane of the equator. Although there is no explanation about its use, the observations were apparently made by the help of these triangles. When the sun is at the equinoctical points, the shadow of YC coincides with the plane of the triangles formed by these strings.

Taqî al Dîn also built *mushabbaha bi'l manâfiq*²² to determine the distance between the stars. This instrument is composed of three rulers. Two of

¹⁶ Tycho Brahe, *ibid.*, p. 40-43.

¹⁷ Tycho Brahe, *ibid.*, p. 52-55, Taqî al Dîn, *Âlât al raşadiya li zij-i-shahinshâhiya*, Istanbul Topkapı 6b-8a. Kütahya 4a-5b. *Sıdra al Muntahâ*, Istanbul Topkapı 31a-33a, Nuruosmaniye 18a-19b. Vatican 31b-33b.

¹⁸ Tycho Brahe, *ibid.*, p. 44-47, Taqî al Dîn, *Âlât al raşadiya*, Istanbul Topkapı 10b-11a, Kütahya 7b-8a. *Sıdra al muntahâ*, Istanbul Topkapı 33a-33b, Nuruosmaniye 20a. Vatican 33b-34a.

¹⁹ Tycho Brahe, *ibid.*, p. 56-67.

²⁰ Tycho Brahe, *ibid.*, p. 72-79

²¹ Taqî al Dîn, *Âlât al raşadiya*, Istanbul Topkapı 13b, Kütahya 10a. *Sıdra al muntahâ*, Istanbul Topkapı 30b-31a. Nuruosmaniye 18a. Vatican 31a-31b.

²² Taqî al Dîn, *Âlât al raşadiya*, Istanbul Topkapı, 11b-12a, Kütahya 10b-11a. *Sıdra al muntahâ*, Istanbul Topkapı 34 a-35b Nuruosmaniye 20b. Vatican 34b-35 a.

them AO, OB are attached as the rulers of the triquetrum (Fig. 37). The third ruler OD which can make vertical and horizontal movements in a round brass groove, is connected at O with the others. An arc is attached to the point A. Another arc, at right angles to the former one is attached at the point D. There are four pinnules at the points A, B, D, O. The arc of *mushabbaha bi'l manâtiq* could be brought into coincidence with any desired celestial circle with the aid of the base or the foundation upon which the instrument rests. This instrument shows similarities with the sextant, but further information would be needed for a final decision on this point.

Both astronomers built large instruments so they could make small divisions on them.

Since there is a great similarity between the instruments was there an association between these two astronomers? If there was an association, was this from West to East or from East to West?

There are two hypotheses concerning this problem. The first view-point is that of Mordtmann²³ who claims that scientific contact with Europe had begun at the time of Murad III, not in the seventeenth century. According to him Taqî al Dîn was not an astrologer. On the contrary he was an astronomer who had gone to the West and brought to Turkey the new European astronomy. The destruction of the observatory, on the other hand, was the reaction of the Turks to the western influence. Mordtmann believed that science in the Ottoman Empire was very backward as compared to the Western World. This is why he had come to such a conclusion. In West there were famous scientists in the sixteenth century. Copernicus, Vesalius, Tycho Brahe, and even Kepler belong to this century.

Whom do we see when we turn and look at the Ottomans. As Adnan Adivar, in his book on science in the Ottoman Empire, after mentioning Copernicus and Bruno's ideas says, "Now, it can clearly be seen from the preceding pages that the Ottomans did not know anything about this scientific movement (Copernicus, Vesalius). Anatomy remained in the same place where Ibn Sinâ or Ibn Nafis had left it, progress in medical science had consisted of the addition of certain small observations, and otherwise was the same as that of Galen or Ibn Sinâ. Not only were the Ottomans unaware of Copernicus' great discovery which destroyed the old system, but Taqî al Dîn was still working on Ptolemy's system as *raḍad-i-jadid*. Finally during this period the Ottomans had no scientific relations with the Western World."²⁴

Mordtmann was influenced in his above mentioned view by Salomon Schweigger who was attached to the Austrian Embassy in Istanbul when Taqî al Dîn was building the Observatory. Schweigger says that Taqî al

²³ Mordtmann, *ibid.*, p. 89.

²⁴ Adnan Adivar, *ibid.*, p. 103-104.

Dîn had gone to Rome and had been a servant to a mathematician, then adds, that the Sultan ordered the Observatory to be destroyed, the Observatory was then demolished, and in this way the new astronomy which was not known to Turks came to an end.²⁵

The second view-point depends upon the hypothesis that Taqî al Dîn had some influence on the Western astronomers. There is no evidence that Taqî al Dîn went to Rome, and even if he had been to Rome there would not have been much for him to learn there. On the contrary, such visit would have resulted in his bringing the astronomers of that city into contact with his superior knowledge of astronomical instruments. The fact that Seemann makes a brief but clear reference to this superiority is of great importance. For he has investigated the astronomical instruments of Islam with great care.²⁶

It is clear, at any rate, that in the field of astronomical instruments, it was with Tycho Brahe that Europe reached a degree of knowledge to which Islam had attained already three centuries previously.

I have not found any proof that there existed actually contacts between Tycho Brahe and Taqî al Dîn, and we are also uncertain about Tycho's knowledge of Naşîr al Dîn al ʿŪsî. That many Arabic works on astronomy became available in Europe through the translation of Arabic scientific works into Latin especially in the twelfth is of course well known, but this does not shed any light on our present topic.

This much seems clear that Taqî al Dîn was a product of this environment, i e., the sixteenth century Islamic World; and that there should be no question of its failing to support his work. That society was, moreover, in some ways superior to the west. Taqî al Dîn knew Naşîr al Dîn al ʿŪsî, and it is possible that he also knew Amilî whose book about the astronomical instruments of Samarqand and Maraghâ is a very impressive work.

Furthermore, one at least of Taqî al Dîn's instrument belongs to an earlier date than that of Tycho Brahe. Tycho Brahe built his mural quadrant in 1585. The Istanbul Observatory was destroyed in 1580, so Taqî al Dîn could not possibly learn this instrument from Tycho, and anyway this was not necessary.

Tycho Brahe's name often occurs among the greatest astronomers of all time, and he is in particular compared with Hipparchos. Now, should we include Taqî al Dîn too among such astronomers of top rank. The answer would seem to be in the affirmative as far as his activities as an instrument-maker is concerned. But it is impossible now to come to a general decision in this respect before knowing whether Taqî al Dîn invented new methods and made accurate observations or not. Even if we make a detailed study of Taqî al Dîn's manuscripts and find that his achievements were

²⁵ Salomon Schweigger, *Reisebeschreibungen nach Kostantinopel. Nürnberg, 1608*, p. 90.

²⁶ Seemann, *ibid.*, p. 110-111.

as great as those of Tycho Brahe, the latter would still be his superior because of his historical role. He prepared the way for Kepler and this made it possible for the latter to discover the three laws of planetary motion bearing his name. In this respect Tycho made a positive contribution to the progress of science, whereas no such claim can be made for Taqî al Dîn.

TORQUETUM

In my thesis I also studied the instrument called torquetum because of its having been also named "türkengerät" thus suggesting the question of a possible Turkish influence.²⁷ I have answered this question in the negative, but this problem led me to study of Jâbir's instrument, and as I believe that my investigation in this direction has yielded interesting results. I have appended here the following recount of this part of my thesis.

Jâbir ibn Aflah (12th century) after describing Ptolemy's triquetrum, in the fifth chapter of this book, *Işlah al Magisî*, gives an explanation of an instrument that he himself invented. He says. "A single instrument composed of a circle, a quadrant, and a ruler with pinnels can be used instead of all the instruments mentioned in this book"²⁸. This book, which has been translated into Latin by Gerard of Cremona was later published by Peter Apian in Nurnberg in 1534 under the name of *Gebri filii Affla Hispalensis de astronomia libri IX in Quibus Ptolemaeum, alioqui doctissimum, emendavit*.

On the basis of this Latin translation Repsold gives a description of an instrument which is known as "Jabir's theodolite" This instrument which represents all the three coordinate systems is the predecessor of torquetum.

We may start by giving the description of Jabir's instrument according to the Arabic text. This instrument is composed of a circle, a quadrant, and a ruler with pinnules (Fig. 48). The circle AB, six spans in diameter, is divided into 360 degrees. In order to fix the axis DCV that goes through the center of the circle AB, an arc with a diameter greater than the circle AB and perpendicular to its plane is attached to this circle on both edges. The part CV of this axis is one span and angular in cross section, and the part DC is equal to the radius and conical. The axis DC goes through two small rings with the help of which the quadrant can turn around DC. The radius of the quadrant is equal to that of the circle AB. This description is sufficient for the beginning.

This instrument can be used in three different ways.

I — If the arc between the solistices is to be measured the instrument is fixed to a base, called *rukhâmâ*, on which a line representing the meridian

²⁷ Aydın Sayılı, *Vâcidiyye Medresesi, Kütahyada bir Ortaçağ Türk rasathânesi, The Wâcidiyya Madrasa of Kütahya, A Turkish Medieval Observatory? Belleten*, cilt, XII, Sayı 47, 1948, P.. 675.

²⁸ Page. 387

is drawn. The AB is placed in such a manner that the axis DV becomes parallel to this line, and the quadrant coincides with the meridian. The arc between these two points can be determined by taking measurements at the solistices (Fig. 51).

II — If the equinoctial points are to be determined, the rukhâmâ is given such an inclination that the line through two small rings, perpendicular to its surface, points to the north. The axis DC being fixed to these rings, the circle AB will therefore represent the equator. In this position an equinocal armilla is obtained. We do not know how Ptolemy's circle was placed in the plane of the equator. Urđî achieved this orientation with the help of a perpendicular circle.²⁹ We see that Jabir too had a good solution for this problem. (Fig. 53).

III — If the latitudes and longitudes of the stars are wanted another axis or CO, equal to the radius, comes into play, the angle OCV being equal to the obliquity of the ecliptic. (Fig. 54) If the axis CO goes through the small rings, O points to the south pole D can be made to point the pole of the ecliptic, thus the circle AB will coincide with the plane of the ecliptic.

As to the description of "Jabir's instrument" given by Delambre and Repsold on the basis of *Islah al Magisfi*'s Latin translation. Delambre says, "In the fifth book, after mentioning triquetrum, he describes an instrument composed of a circle, a quadrant and a ruler. This circle which is divided into 360 degrees and every degree is subdivided into the smallest possible divisions, is six spans in diameter. A point A is taken for the Cancer and the point B, opposite to A is for Capricorn. On the center of the circle there is a round pipe in which an axis turns touching the inside. A circler piece, as big as four fingers is on the cylinder. A circler piece equal to the first is attached on the alidade which turns on its center. These two circler pieces are joint on the centers with a screw. The alidade has two pinnules pierced on the centers. The rest of the description is barely understandable. The five pictures that are in the text are indefinite and the letters in the pictures are different from the letters of text. We know only clearly that his single armilla by means of different supports that are given by him can be placed in meridian and becomes solistial, in the plane of equator it becomes equatoriel at last it can be inclined from the equator like ecliptic at that time, like astrolobes it gives longitudes and same way gives latitudes also."³⁰ As Delambre points out, this passage as presented by him does not lead to a clear visualization of the instrument in question.

About the same instrument, Repsold says, "Delambre finds the text and the pictures almost incomprehensible, with little perseverance, however we can get a correct construction."³¹ Repsold describes the instrument as

²⁹ Secmann, *ibid.*, p. 60.

³⁰ Delambre, *Histoire de l'Astronomie du Moyen Age*, 1819, Paris. P. 182.

³¹ J. A. Repsold, *Zur Geschichte der astronomischen Meswerkzeuge von Purbach bis Reinbach*

seen in the picture 20. The main parts of this instrument are two circular plates and two alidades, one of them with pinnules and the other has divisions. We do not know exactly whether Gerard changed the text or not.

Although this instrument has not been used by astronomers it served probably as a model for the turquet with which observations can be made in the three coordinate systems.

For a long time the invention of the turquet was ascribed to Regiomontanus because of his book on this instrument. Regiomontanus himself ascribes the invention of the instrument to Jabir, however, and it is now known that the instrument had been used before Regiomontanus. We do not know exactly whether this instrument was constructed in Islam. Some of the historians have identified the torquetum with *dhât al semt wa'l irtifâ* which was used in Islam widely, Gunther says, "The turquet or torquetum was an instrument in which two graduated circles are fixed in two planes at right angles to one another. Naşîr al Dîn is believed to have been the first to devise a torquetum C. A. D. 1260." ³²

Sarton says, "Naşîr al-dîn has been named the inventor of the turquet (torquetum), an instrument containing two graduated circles in two perpendicular planes. The same invention has been ascribed also to Franco of Liège (second half of the eleventh century), and to Jabir ibn Aflâh (first half of the twelfth century). The second of these ascriptions, made by Regiomontanus, is quite plausible; Jabir could have invented that instrument as well as Naşîr al Din." ³³

Aydın Sayılı also says the following, "One of the instruments of the Tophâne Observatory in Istanbul, built in 1579 by the astronomer Taqî al Dîn, had a circular foundation in the form of a cylindrical tower. This instrument with a circular masonry foundation seems to have been a turquet. The turquet ("or, the Turkish instrument") was introduced into the Latin West toward the end of the Middle Ages it became very popular there during the fifteenth and sixteenth centuries, its European name suggests that it was very popular in Turkey at least in the fourteenth and fifteenth centuries i. e., during the lifetime of Abd al Wâjid.

"According to the text accompanying the illustration of Taqî al Dîn's instrument, this instrument was called *dhât al semt wa'l irtifâ*. This name indicates clearly that this instrument could measure both azimuths and altitudes simultaneously, and this was one important characteristic of the turquet. Taqî al Dîn's instrument and the turquet agree with one another in other particulars too." ³⁴ This does not seem correct to me.

³² R. T. Gunther, *Early science in Oxford*. vol. II, Oxford, 1923. p. 35

³³ G. Sarton, *Introduction of the History of Science*, vol 11, part, 11 Washington 1931, p. 1005.

³⁴ Sayılı. *ibid*; p. 675.

Zinner calls the turquet "Türkengerät" which means the observational instrument of the Turks. He gives the following information about this instrument "Probably a Turkish or Arabic instrument had been used as a model for the invention of this instrument. This might be the instrument invented by Jabir who lived about the year 1100."³⁵

Hartmann in his book about the observational instruments of Nicolas of Cusa, gives the following explanation about the name torquetum. Nicolaus Heybeck had Turkish helpers assisting him in making torquetums, and the word torquetum arose as a result of this circumstance.³⁶

The simpler version of this instrument had been used by Franco Polonia in 1284. This instrument has only two coordinate systems equator and horizon. As the plane of the equator does not change with the movement of the celestial bodies this torquetum represents a simpler form. If the ecliptic coordinate system is also introduced, however, then more complex arrangements must be added.

The turquet which had been constructed by Regiomontanus represents the most complicated and perfect model of his time. Apianus and Wilhelm IV too constructed this instrument.

Although this instrument was known widely, it was not used for accurate astronomical observations. For this instrument is not suitable for precise observations because of its construction.

Tycho Brahe did not construct this instrument in his observatory. He mentions its inconvenience and says, "The other is called the torquetum, an instrument which in my opinion was invented by the Arabians or Chaldaeans, and used by them with its circular plane surfaces it serves the same purposes as the former with its armillae. I have not yet wished to construct the torquetum, because, if it is to have the required size, it will be oppressed by its own weight and be difficult to handle"³⁷ Farthermore in a letter written to Rothmann he criticized Wilhelm who used the torquetum for his observations.

ISLAH AL-MACİSTİ'NİN BEŞİNCİ MAKALESİNİN BİR BÖLÜMÜ

Bu edisyon ve Türkçe tercüme Jabir ibn Aflah'ın *Islah-al-Macisti* veya *Kitab-al-hey'e* diye tanılan eserinin aletlere tahsis etmiş olduğu beşinci makalesinin bir kısmıdır. Yazma temiz ve okunaklıdır. Haşiyede tashihler yapılmıştır.

اخرى nin اخر ا ve انحراط tın انحراف şeklinde yazılmış olması, dinlenerek istinsah edilmiş olduğu intibamı uyandırıyor. Bu edisyon, şimdilik bilinen Tübingendeki tek nüshası yardımı ile hazırlanmıştır.

³⁵ E. Zinner, *Geschichte der Sternkunde*. Berlin 1931, p. 394.

³⁶ J. Hartmann. *Die astronomischen Instrumente des Kardinals Nicolaus Cusanus*. Berlin 1919 P. 13.

³⁷ Tycho Brahe. p. 53.

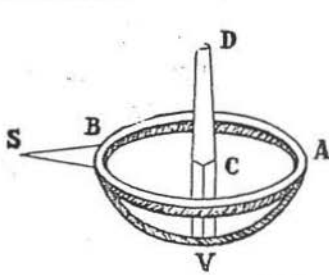
³⁸ Hartmann, *ibid.*, p. 18.

“Tavsif edeceğim gibi, bir halka, diğer bir halkanın dörtte biri, ve hedefleri bulunan bir cetvelden müteşekkil bir tek alet, bu kitapta mevzuu bahis edilmiş bütün aletlerden istîğna ettirilebilir.

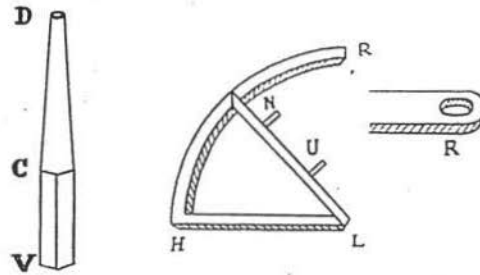
Yüzeyleri birbirine paralel, çapı takriben altı karış, eğrilip bügrülmesini temin etmeye yetecek kalınlıkta, dairevi şekli bakımından hatasız, bakırdan bir halka alırız. Bu A B halkasıdır (Şekil 48). Halkanın yüzeyi üzerine çizilmiş A dairesini eşit 360 dereceye bölelim. Bu derecelerin herbirini de mümkün olduğu kadar küçük parçalara böleriz. Onlardan A noktası yengeç dönencesinin başı olsun. Halkanın (A B) arkasında, çapı A B den daha büyük olan, ve yüzeyi A B halkasının yüzeyine dik olan, bir parça olsun; bu A V B parçasıdır.

C D V çubuğu bakırdan olsun. A B dairesinin merkezi olan C den D ye kadarlık kısmı hafif koni şeklinde olsun. (Koni şeklindeki) kısmın uzunluğu A B dairesinin yarı çapına eşittir. C noktasından parçanın çevresine kadar olan mesafe ise bir karış kadardır. Bu kısmı prizma şeklindedir (Şekil 48).

Yine A B halkasına benziyen ve çapı onunkine eşit olan bir kadran alırız. Bu R H kadranıdır. Bu kadranın yarı çapı makamında, ona birleşmiş, sabit H L cetveli bulunsun. (Kadranın) merkezi L noktasıdır. Onun (kadranın) ucunda merkezi kadranın da merkezi olan L noktasında küçük bir halka olsun, bu halka D C mihverinin C kalınlığı içine sığacak ve tutukluk yapmadan dönmesini sağlayacak cesamette olmalıdır (Şekil 49). Bu halkacığın çevresine ince bir çubuk yaparız. Orada U N cetveli döner (Şekil 50). Cetvelin iki ucuna, yüzeyine dik iki hedefe tesbit eder, onlara iki delik deleriz.



Şekil: 48



Şekil: 49

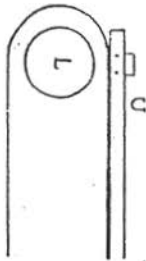
Yine R H kadranının ucunda, R noktasında, L deki halkacıktan daha küçük diğer bir halka olsun. Bunun genişliği D C mihverinin ucu, yani üzerinde D noktası olan kısım girecek, ve üzerinde dönecek büyüklüktedir (Şekil 49).

A B halkasının dışbükey kısmının B noktasında yuvarlak, hafifce konik, bakırdan bir çubuk olsun. Uzunluğunun istikameti A B halkasının merkezinden geçer. Bu B S amududur (Şekil 48).

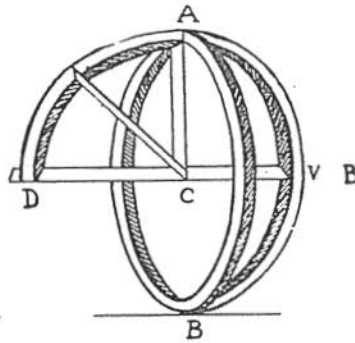
Eğer biz bu alet ile dönence noktaları arasındaki yayın miktarını bilmek istersek, kolayca güneş görebilen, yerden yüksek bir kaide üzerine yer-

leştirilmiş, ruhâmeye B S çubuğunu dikeriz. Onun (ruhâmenin) ortasından meridyeni çıkarırız. Halkayı kenarı bu doğru istikametine gelecek şekilde yerleştiririz. Üst hedefenin alttakini bütünü ile gölgelendirdiği görülünceye kadar, kadranın cetveli A B halkasından ve H L cetvelinin ucunu dahi bu düzlemden ayırmakmak şartı ile her gün öğle üzeri güneşi rasad ederiz. Bu tarzda, biz her gün güneşin meridyende, zenitten uzaklığını, yani A noktasından mesafesini tesbit ederiz. Aynı şekilde ay her iki delikten görülünceye kadar bakmak suretiyle, ayın aynı noktadan uzaklaşması tesbit edilir. Bununla her günün öğle vakti ayın mer'î olan yerinin zenite uzaklığını biliriz (Şekil 51).

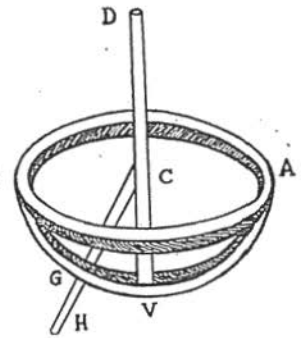
İki dönence noktası arasındaki yayın miktarını bilince de, C D çubuğu ile H C çubuğunu C noktasında eğim açısına eşit olacak şekilde birleştiririz, yani V C H açısı meydana gelir, ve büyüklüğü ekliptiğin ekvatore göre eğim açısı kadar olur. Bu takdirde de D noktası ekliptiğin kutbu olur. C H çubuğunun uzunluğunu da C D çubuğunun uzunluğuna eşit yaparsak, çubuğun ucu olan H noktası, ekvatorün kutuplarından, cenup kutbu olur.² C H çubuğu B V A parçasının çevresine G noktasında bitişik olsun. Onun G H kısmı, aynen D C çubuğu gibi hafif koni şeklinde olsun. (Şekil 52)



Şekil: 50



Şekil: 51



Şekil: 52

Bu alet ile ayın ekliptikle yapmış olduğu âzami meyil açısını bulmak istersek, onun (Batlamyüs³) triquetrum ile yaptığı tarzda yapmak istersek, rasad öğle zamanı yapılsın, ay yörüngesi düzleminde âzami kuzey noktasında bulunsun, ve hakiki yeri de ekliptikte yengeç dönencesinde bulsun. Bu durum mevcut olunca, o takdirde H R kadranını D C çubuğu etrafında çevririz, cetvelin ucunu güneşte yapmış olduğumuz gibi A B halkasının

¹ Ruhâme üstü gayet düzgün mermer bir plaktır.

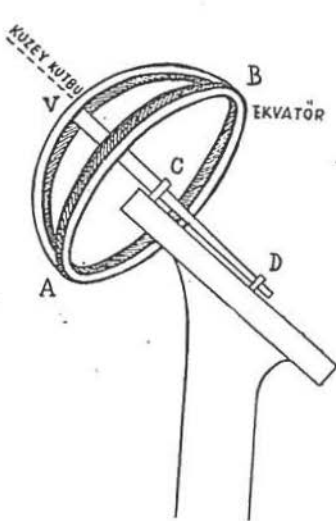
² D noktasının üzerinde bulunduğu felek gök küresini temsil ettiğine göre.

³ Ayın azami anlemini bulmak için Batlamyüs'ün İskenderiyede yapmış olduğu rasat. Almagest. Cilt I, S. 331, Cabir ibn Aflah, Islah-al-mecisti S. 107.

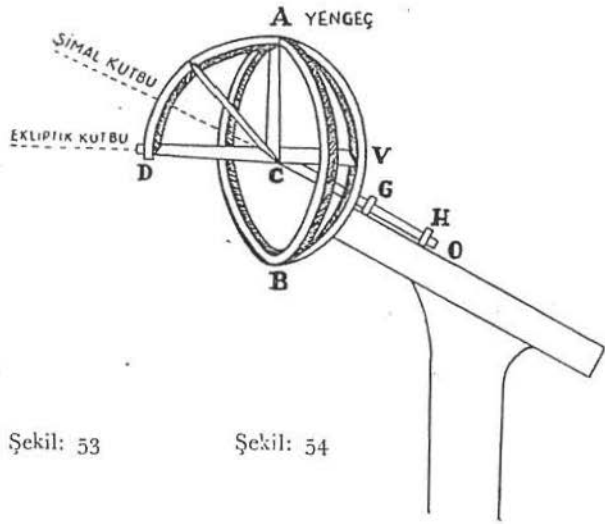
yüzeyine bitişik bırakarak çeviririz. Ayı her iki delikten görünceye kadar, hedefelerin deliklerinden bakarız. Böylece, bu zamanda onun mer'i yerinin zenite uzaklığını buluruz.

Eğer onunla her iki ekinoks zamanını bilmek istersek, bir ruhâme alır, yüzeyine iki küçük halka dikeriz. Bunlar C D yi içine alacak büyüklüktedir. Her birinin yüzeyi ruhâmenin yüzeyine diktir. Ruhâmeyi, yerden yüksekçe ve dik bir kaide üzerine oturturuz. Halkaların merkezinden geçen doğruyu ekvatorün kutuplarından geçecek şekilde tanzim ederiz: Bundan sonra C D çubuğunu bu iki halkaya geçiririz, böylece A B halkası ekvator düzleminde bulunur, ve bu durumda, bu halka ile (Batlamyüsün) zikrettiği⁴ üzere, ekinoks noktalarından (geçiş) rasad edilir (Şekil 53).

Herhangi bir yıldızın, ekliptiğe göre enlem ve boylam bakımından yerini tayin etmek istersek, (aynı veya yıldızlardan birinin ekliptikten enlem ve boylam bakımından mer'i yerini önceden bildirdiğimize göre) C H çubuğunu ruhâmenin yüzeyindeki küçük halkalara geçirir, H L cetvelinin ortasını (genişliğini ikiye bölen doğruyu) ve U N cetvelinin şivli ucunu, ayın mer'i yerine veya yeri malum yıldızla çeviririz. Yıldız veya ay H R kadranının düzlemi içinde görününceye kadar halkanın (A B halkasının) kadranla birlikte döndürülmesi, A B halkasının bu anda ekliptik düzlemi ile intibak haline gelmesi içindir. Böylece ekliptikteki yeri, cetvelin ortasının A B halkası üzerinde göstermiş olduğu taksimat derecesi ile bilinir. Demekki, kadranı, yerini tayin etmek istediğimiz yıldız doğru, yıldız kadran düzlemi içinde görününceye kadar çeviririz. Böylece yıldızın ekliptikteki hakiki yeri, kadranın A B halkası çevresi üzerinde işaret ettiği noktası yardımı ile bilinmiş olur. Sonra, U N cetvelini, hedefelerin deliklerinden yıldız görününceye kadar çeviririz, bunun la da ekliptikten enlemini buluruz (Şekil 54).



Şekil: 53



Şekil: 54

⁴ Almagest. Cilt I, S. 153.

وقد يقع الاستغناء عن جميع الآلات المذكورة في هذا الكتاب بآلة واحدة تشتمل على حلقة واحدة وربع حلقة أخرى¹ ومسطرة فيها شطبتان² على ما أصف³ فنتخذ حلقة نحاس متوازية السطوح قطرها نحو ستة اشبار معتدلة الغلظ بحيث لاتعوج³ محكمة الاستدارة وهي حلقة (ا ب) و لتقسم محيط دائرة (ا و) هي المخطوط في سطحها بثلاثمائة وستين جزءاً متساوية ونقسم كل واحد من هذه الاجزاء الى ما امكن وليكن نقطة (ا) منها رأس السرطان ولتكن في ظهرها وعلى نقطتين متقا طرفين منها قطعة من حلقة نحاس تكون دائرتها اعظم من دائرة (ا ب) ويكون سطح هذه القطعة قائماً على سطح حلقة (ا ب) على زوايا قائمة وهي قطعة (ا و ب) وليكن عمود (ح د و) من نحاس اما من نقطة (ح) التي هي مركز دائرة (ا ب) الى نقطة (د) مستدير والى الانحراف قليلاً وطوله مساو لنصف قطر دائرة (ا ب) واما من نقطة (ح) الى محيط القطعة فطوله نحو الشبر ويحيط به سطوح متوازية ونتخذ ايضاً ربع حلقة شبيهة بحلقة (ا ب) ومساوية لها وهو ربع (ج ح) ولتكن⁴ في نصف قطر هذا الربع مسطرة (ح ل) متصلة به ومركزه نقطة (ل) ولتكن في طرفه حلقة صغيرة⁵ مركزها نقطة (ل) التي هي مركز الربع يسع فيها غلظ (ح) من عمود (د ح) ويستدير فيها استدارة سلسة ونجعل في محيط هذه الحلقة او تدأ⁶ رقيقاً تستدير فيه مسطرة (ه ه) وتركب⁷ في طرفي هذه المسطرة شطبتين قائمتين على سطحها ونجعل فيها ثقتين ولتكن⁸ في طرف ربع (ج ح) ايضاً في نقطة (ر) منه حلقة اخرى⁹ صغيرة اصغر من حلقة (ل) يسع فيها طرف

103
104

¹ ربع اخرا

² شطبتان L.P.E.A, Sédillot'a göre شطبتان , hedefe delikleri manasınadır. 1884, S. 219 Dorn'da, astronomische Instrumente mit arabischen Inschriften, Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. - Pétersburg VII^e Série, cilt IX, No I, 1865, "السطبية" parça manasınadır; S. 144. Al-Battani'de شطبة hedefe yerine kullanılır. S. 216

³ يعوج

⁴ وليكن

⁵ سعرة

⁶ وترأ

⁷ تركيب

⁸ وليكن

⁹ اخرا

عمود (د ح) اعنى الذى عليه نقطة (د) ويستدير فيها وليكن فى نقطة (ب) من محذب حلقة (ا ب) عمود نحاس مستديراً ايضاً والى الانحراط¹⁰ قليلاً وليكن طوله مسامت مركز حلقة (ا ب) وهو عمود (ب سمه)

فاذا اردنا ان نعلم بهذه الآلة مقدار القوس التى بين المنقلبين اركزنا عمود (ب سمه) فى رخامة¹¹ قد نصبناها فى منصبه مرتفعة عن الارض وفى موضع مكشوف الشمس ونخرج فى وسطها خط نصف النهار ونجعل حرف هذه الحلقة مسامتماً لهذا الخط ونركب ربع (رح) فى عمود (د ح) ونرصد الشمس فى وقت نصف نهار كل يوم بان نجعل مسطرة هذا الربع لا يفارق سطح حلقة (ا ب) وحرف مسطرة (ه ه) لا يفارق هذا السطح ايضاً حتى ترى الشطبة السفلى منها مستظلة¹² باجمعا من الشطبة العليا فنعلم بذلك فى نصف نهار كل يوم تباعد الشمس من نقطة سمت الرأس اعنى نقطة (ا) وكذلك نعلم تباعد القمر من هذه النقطة ايضاً بان ننظر من ثقبتي الشطبتين حتى يرى القمر من كلتي¹³ الثقبتين فنعلم بذلك بعد موضعه المرئى من نقطة سمت الرأس فى نصف نهار كل يوم

فاذا علمنا مقدار القوس التى بين المنقلبين حينئذ بعمود (د ح) عمود (ه ه) وجعلنا هما¹⁴ يقطعان¹⁵ عند نقطة (ح) بزاوية مساوية لزاوية الميل اعنى ان تكون زاوية (ه ح و) و¹⁶ مبلغها مبلغ الزاوية التى هى ميل سطح فلك البروج عن سطح معدل النهار فيكون حينئذ نقطة (د) قطب فلك البروج واذا جعلنا طول عمود (ه ح) مساوياً لطول عمود (د ح) صارت نقطة (ه) التى هى طرف العمود القطب الجنوبي من قطبي معدل النهار وليكن عمود (ه ح) متصلًا بمحيط قطعة (ا ب) على نقطة (ع) وليكن (ه ع) منه مستديراً¹⁷ والى الانحراط¹⁸ قليلاً كانه عمود (د ح) و

¹⁰ الانحراف

¹¹ رخامة

¹² مستظلة

¹³ كلتي

¹⁴ جعلناهما

¹⁵ يقطعان

¹⁶ yok و

¹⁷ مستدير

¹⁸ kullanmıştır. انحراف yerine انحراف için çubuğu (د ح)

فاذا اردنا ان نعلم بهذه الآلة نهاية ميل القمر عن فلك البروج على ما رصده¹⁹ هو هذه العضاةتين²⁰ الطويلتين اعنى ان يكون في انتصان النهار وهو في نهاية الشمالية من الفلك المائل²¹ وموضعه الحقيقي²² من فلك البروج في نقطة المنقلب الصيفى فاذا اتفق ذلك ادركنا حينئذ ربع (رح) حول عمود (د) والمسطرة لا يفارق حرفها سطح حلقة (ا ب) على ما فعلنا في الشمس وننظر من ثقبتي الشطبتين حتى ننظر القمر من كلتي²³ الثقبتين فنعلم بذلك مقدار بعد موضعه المرئى من سمت الرأس | في ذلك الوقت

104
105

واذ اردنا ان نعلم بها وقت كل واحد من الاعتدالين عمدنا الى رخامة واركزنا في سطحها حلقتين صغيرتين يسع فيها عمود (د) ويكون سطح كل واحدة منهما قائمة على سطح الرخامة وننصبها في منصبه مرتفعة عن الارض نحو القائمة ونجعل الخط المار بمركزتي الحلقتين يمر بقطبي العالم فحينئذ ندخل في هاتين الحلقتين عمود (د) فتكون حينئذ حلقة (ا ب) في سطح دائرة معدل النهار فترصد بها وقت كل واحد من الاعتدالين على ما ذكر²⁴

فاذا اردنا ان نعلم موضع كوكب من الكواكب من فلك البروج في الطول والعرض وقد تقدم لنا معرفة موضع القمر المرئى من فلك البروج في الطول والعرض او موضع كوكب من الكواكب منه ادخلنا عمود (هـ) في الحلقتين الصغيرتين اللتين في سطح الرخامة وجعلنا وسط مسطرة (د ح) وحرف²⁵ مسطرة (هـ ب) على موضع القمر المرئى او موضع الكوكب المعلوم موضعه ثم ندير حينئذ حلقة (ا ب) بحملتها²⁶ حتى نرى القمر او الكوكب المعلوم موضعه في سطح ربع (رح) انما تدار الحلقة مع الربع حتى يظهر الكوكب او القمر في سطح ربع (رح) لكي يكون وضع حلقة

¹⁹ Batlamiyüs

²⁰ Her nekadar yaygın olarak deniyorsa da bu terim de kullanılmaktadır. bak. Al-Battani, cilt I. S. 216

²¹ Ay yörüngesi, bak. Al-Battani, cilt I, S. 76

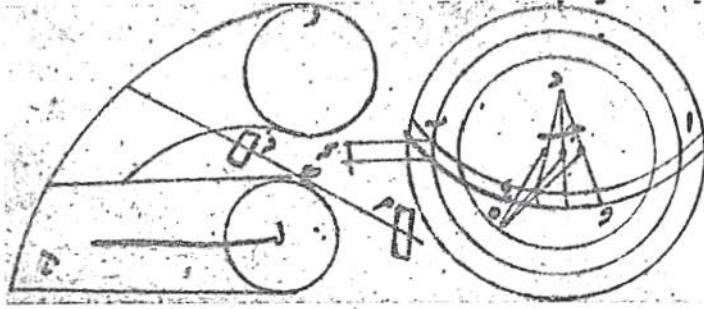
²² Bak, Al-Battani, cilt I. S. 113

²³ Batlamiyüs

²⁴ الحقيقي يى مرئى metinde olduğu gibi alınrsa على موضع القمر المرئى olarak taşih etmek lazımdır.

²⁶ عملها

(ا) كوضع فلك البروج في ذلك الوقت فحينئذٍ ندير الربع وهذه نحو الكوكب المطلوب حتى نراه في سطح الربع فيعلم حينئذٍ موضعه من فلك البروج بالجزء الذي وقع عليه خط²⁶ المسطرة على سطح حلقة (ا) نحو²⁷ اعنى الكوكب الذي نريد معرفة موضعه حتى نراه في سطح الربع فنعلم حينئذٍ موضع الكوكب الحقيقي في فلك البروج بموضع هذا الربع من محيط دائرة (ب) ثم ندير مسطرة (د هـ) حتى نرى الكوكب من كلتي²⁸ تثبتي الشطبتين فنعلم بذلك عرضه عن فلك البروج



Şc. il : 55

²⁶ Yukarda وسط olarak kullanılmıştır, bu şayanı tercihtir.

²⁷ نحو

²⁸ كلتي