

T. C.
FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİLİM TARİHİ ANABİLİM DALI
BİLİM TARİHİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSLAM ASTRONOMİSİNDE KULLANILAN
ZERKÂLÎYYE ADLI ALETİN YERİ VE ÖNEMİ
(MERRAKUŞÎ ÖRNEĞİ)

SALIHA BÜTÜN

130141008

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. MUSTAFA KAÇAR

İSTANBUL 2019

T. C.
FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİLİM TARİH ANABİLİM DALI
BİLİM TARİHİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSLAM ASTRONOMİSİNDE KULLANILAN
ZERKÂLÎYYE ADLI ALETİN YERİ VE ÖNEMİ
(MERRAKUŞÎ ÖRNEĞİ)

SALIHA BÜTÜN
130141008

DÜZELTİLMİŞ TEZ

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. MUSTAFA KAÇAR

İSTANBUL 2019

TEZ ONAY SAYFASI

FSMVÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Bilim Tarihi Anabilim Dalı Bilim Tarihi yüksek lisans programı 130141008 numaralı öğrencisi Saliha Budak Bütün'nün ilgili yönetmeliklerin belirlediği tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**İslam Astronomisinde Kullanılan Zerkâlîyye Adlı Aletin Yeri ve Önemi (Merrâkuşî Örneği**” başlıklı tezi aşağıda imzaları olan jüri tarafından **28.08.2019** tarihinde oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Mustafa KAÇAR

(Jüri Başkanı-Danışman)

Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi


Prof. Dr. Atilla BİR

(Jüri Üyesi)

Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi


Dr. Öğr. Üyesi Gaye DANIŞAN

(Jüri Üyesi)

İstanbul Üniversitesi

BEYAN

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

Saliha BÜTÜN

İmza

TEŐEKKÜR

Tezimin oluŐunu ve tamamlanması konusunda tım yoğunluğuna rağmen nazik yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen ve yksek lisansımı tamamlamam konusunda beni teşvik eden tez danıŐmanım, değerli hocam Prof. Dr. Mustafa KAçAR'a ve kıymetli hocam Prof. Dr. Atilla BİR'e teşekkürlerimi sunarım. Tezimde yer alan çizimler ęalıŐma esnasında birlikte ęalıŐma fırsatı bulduğum, değerli bilgilerinden faydalandığım hocalarımdan Prof. Dr. Mustafa KAçAR'a matematiksel hesaplama ve formülasyonlar ise Prof. Dr. Atilla BİR'e aittir. Arapęadan Türkęeye tercümenin iyileŐtirilmesinde ve hataların düzeltilmesinde Dr. Adem AKIN'ın büyük desteği bulunmaktadır.

İhtiyacım olan kaynakların temininden, eksiklerimin ve hatalarımdan tespit ve düzeltilmesi de dâhil biręok konuda yardımına baŐvurduęum, tezimin her aşamasında bilgi ve deneyimlerden istifade ettiğim, bana elinden gelen tım desteği gösteren, kıymetli zamanını ayıran hocam Dr. Taha Yasin ASLAN'a teŐekkürden fazlasını boręlu olduğumu bu vesile ile dile getirmek isterim.

Prof. Dr. Fuat Sezgin İŐlam Bilim Tarihi Araştırmaları Vakfı'na ve Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi'ne bizlere sağladığı her türlü imkândan dolayı teŐekkür ederim.

Son olarak, küçük bir bebek ile yazmayı baŐardıęım tezimin sabır gerektiren aŐamalarında ve tezimin Arapęadan Türkęeye ęeviri kısımlarında elinden gelen desteği gösteren, hayatımın her evresinde yanımda olan sevgili eŐim Cumali BÜTÜN'e ve başta annem olmak üzere bu süreçte beni destekleyen aileme minnettarlığımı, bu vesile ile dile getirmek isterim.

İSLAM ASTRONOMİSİNDE KULLANILAN ZERKÂLÎYYE ADLI ALETİNİN YERİ VE ÖNEMİ (MERRAKUŞİ ÖRNEĞİ)

ÖZET

Bu çalışmada İslam astronomisinde kullanılan zaman ölçüm aletlerine özellikle usturlaplar bağlamında gelişimsel ve tarihsel bir sırayla yer verildikten sonra usturlabın özel bir türü olan ve her enlemde ölçüm yapmaya olanak tanıyan, evrensel usturlap ya da evrensel levha olarak isimlendirilen alet tanıtılmıştır. Evrensel usturlabın Zerkali (ö.1100) tarafından imal edilmiş bir türü olan zerkaliyye ve onun daha sadeleştirilmiş bir modeli olan şekkaziyye isimli aletlerin detaylı tasvirleri ve İslam medeniyetinin doğusu ve batısında kullanılan türleri ele alınmıştır. Çalışmamızın temelini ise XIII. yüzyılın büyük astronomlarından Merrakuşi'nin (XIII. yüzyıl) ansiklopedik eseri *Cāmi'u el-mebādī ve el-ğāyāt fī 'ilm el-mīkāt*'ta (A'dan Z'ye *Mīkāt İlmi Ansiklopedisi*) yer alan zerkaliyye aletinin yapım kısmının Arapça aslından Türkçeye yapılmış çevirisi ve bu çevirinin yorumu oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *İslam astronomisi, usturlap, evrensel usturlap, zerkaliyye, şekkaziyye, Zerkali, Merrakuşi.*

THE ROLE AND IMPORTANCE OF THE ZERKÂLÎYYE INSTRUMENT USED IN THE ISLAMIC ASTRONOMY (MERRAKUŞ SAMPLE)

ABSTRACT

In this study, the time measurement instruments used in Islamic astronomy are presented in a historical and developmental order, especially in the context of astrolabs, and then a special type of astrolab which is called a universal astrolabe or a universal plate is introduced. *Zerkaliyye*, a type of universal astrolabe manufactured by Zerkali (d. 1100), and a more simplified model of *şekkaziyye*, and detailed descriptions of the instruments used in the east and west of Islamic civilization are discussed. The basis of our study is the translation of the construction part of *zerkaliyye* instrument in, one of the great astronomers of the 13th century, Merrakuşı's encyclopedic work, *Cāmi' u el-mebādī ve el-ğāyāt fī 'ilm el-mīkāt* (*From A to Z Encyclopedia of Mīkāt*), from Arabic origin into Turkish and its interpretation.

Key Words : *Islamic astronomy, astrolabe, universal astrolabe, zerkaliyye, şekkaziyye, Zerkali, Merrakuşı.*

ÖNSÖZ

İslam Medeniyeti ifadesi çok geniş bir periyodu ve coğrafyayı kuşatmaktadır bu nedenle çalışma içerisinde kullanıldığında, sözü edilen dönem ve coğrafya da beraberinde verilmeye çalışılmıştır. *İslam medeniyeti/dünyası (Dar'ul İslam)* ifadesi, anlam dünyası ve ilmî dünyada bir bütünlüğü ifade eder, bu bütünlük tarihsel sürekliliğin sağlanması için önemlidir. Çalışmada yer alan *İslam bilim, İslam astronomisi* gibi *İslam* ibaresiyle kullanılan ifadeler; İslam medeniyeti içinde Müslüman veya Müslüman coğrafyada yaşayan gayr-i Müslim âlimler (bilim adamları/düşünürler/filozoflar) tarafından üretilen bilgiyi, aleti veya sistemi tanımlamaktadır.

Bilim ve teknolojinin sürekliliği içerisinde İslam medeniyetinde üretilen bilgi, kendinden önceki uygarlıklardan edindiği bilgi/felsefe birikimini *tevarüs* ve *tercümenin* akabinde *temellük* etmesi sonucu oluşmuştur. Öncelikle tevarüs edilen birikim ve ilk tercüme faaliyetlerine değinerek başlayan çalışmamız, İslam bilim tarihinde astronominin gelişmesine zemin hazırlayan unsurları, bu medeniyetin astronomi biliminin gelişimine ne gibi katkılar yaptığını kullanılan, üretilen ve geliştirilen aletler, kullanılan yöntemler ve hesaplamalar bağlamında kısaca ele almaktadır.

İkinci bölümde ise neredeyse İslam astronomisi ile özdeşleşen usturlapların sınıflandırılması yapıp ardından usturlabın özel bir türü olan ve her enlemde ölçüm yapmayı mümkün kılan evrensel disk ve evrensel usturlap türleri irdelenmiştir. Astronomi aletleri konusunda en kapsamlı ve en başarılı ansiklopedik çalışma kabul edilen XIII. yüzyılın önemli astronomlarından Şerefuddîn Ebu Ali el-Hasan b. Ali b. Ömer el-Merrâkuşî'nin (ö.1281'den sonra) kapsamlı eseri *Câmi 'u'l-mebâdi ve'l-ğâyât fi 'ilmi'l-mikât (A'dan Z'ye Mikât İlmi Ansiklopedisi)* çalışmamızda yer verilen temel eser olacaktır. Bu bağlamda Merrakuşî'nin eserinin içinde yer alan *zerkâlîyye* bölümünün yapım kılavuzunun Arapça aslından çevirisi, bu çevirinin matematiksel ve tarihsel yorumu çalışmamızın temelini oluşturmaktadır.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR	xi
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM.....	6
1. İSLAM ASTRONOMİSİNDE GÖZLEM ALETLERİNİN YERİ VE ÖNEMİ.....	6
1.1. RASATHANE KURULMASININ VE ASTRONOMİK-ASTROLOJİK GÖZLEMLERİN SEBEPLENDİRİLMESİ.....	6
1.2. ZAMAN HESAPLAMALARI İÇİN TEMEL KAVRAMLAR VE KOORDİNAT BİLGİLERİ.....	7
1.3. GÜN KAVRAMI VE ZAMAN HESAPLAMA	9
1.4. İZ DÜŞÜM YÖNTEMLERİ	17
1.4.1. Azimutal (Düzlem) İz Düşüm	17
1.4.2. Stereografik İz Düşüm.....	18
1.4.3. Ortogonal İz Düşüm.....	18
1.5. ENLEM VE BOYLAM HESAPLAMA.....	19
1.6. GÖKYÜZÜ GÖZLEM ALETLERİ.....	20
1.6.2. Gözlem İçin Kullanılan Aletler.....	26
1.6.3. Güneş Saatleri	34
İKİNCİ BÖLÜM	41
2. USTURLAP TÜRLERİ	41
2.1. ÇUBUK (LİNEER) USTURLAP (TUSİ SOPASI).....	42
2.2. KÜRESEL USTURLAP	42
2.3. DÜZLEMSEL (DOĞRUSAL) USTURLAP.....	44
2.4. DENİZ USTURLABI.....	48

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	50
3. EVRENSEL DİSK	50
3.1. ZERKALÎ'NİN HAYATI VE ESERLERİ.....	50
3.2. ZERKÂLİYYE VE ŞEKKÂZİYYE.....	56
3.3. ZERKÂLİYYE VE ŞEKKÂZİYYE'NİN YAPISI	60
3.3.1. Evrensel Usturlap Levhası Üzerinde Yer Alan Öğeler	60
3.3.2. Evrensel Usturlabın Ön Yüz Çizimi	66
3.3.3. Zerkaliyye Levhasının Ön Yüzünde Yer Alan Yıldız Bilgileri	72
3.3.4. Nüshalarda Yer Alan Ön Yüz Çizimlerinin Karşılaştırılması	76
3.3.5. Evrensel Usturlap Arka Yüz Çizimi	84
3.3.6. Nüshalarda Yer Alan Arka Yüz Çizimlerinin Karşılaştırılması	89
4. EVRENSEL ALETLER	98
4.1. EVRENSEL ALETLER ÜZERİNE ENDÜLÜS'TEKİ DİĞER TEŞEBBÜSLER	98
4.1.1. El-Hasan Ali. Haleî (XI. yüzyıl)	98
4.1.2. İbn Baso (ö.1316)	100
4.2. MEMLUKLER DEVRİ ASTRONOMİNİN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ (1250-1517)	101
4.3. MERRÂKUŞÎ HAYATI VE <i>CÂMÎ'U EL-MEBÂDÎ VE EL-ĞÂYÂT FÎ 'İLM EL-MÎKÂT</i> ADLI ESERİ	105
4.3.1. Eser Nüshaları Hakkında	110
4.4. DOĞU İSLAM COĞRAFYASINDA ZERKÂLİYYE VE ŞEKKÂZİYYE	113
4.4.1. Hucendî (X. yüzyıl)	114
4.4.2. İbnü's-Serrâc (XIV. yüzyıl)	114
4.5. ZERKALİYYE VE ŞEKKAZİYYE KADRANLARI	117
4.5.1. Celâleddin Mardîni (Ö. 1406)	118
SONUÇ	120
KAYNAKÇA	122
EKLER	128

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: İsti'ab adlı eserinde Biruni'nin Mekanik Takvimi çizimi.....	24
Şekil 2: Biruni'nin el-İst'ab adlı yazma eserinde yer alan usturlap çeşitleri .	47
Şekil 3: Geleneksel (klasik) ve evrensel (universal) usturlabın izdüşüm prensibi.....	62
Şekil 4: Levha izdüşüm çizgileri.....	63
Şekil 5: Enlem dairelerinin elde edilişi	67
Şekil 6: Enlem daireleri.....	68
Çizelge 1: Enlem daireleri hesaplaması	68
Şekil 7: Kutup yaylarının elde edilişi.....	69
Çizelge 2: Kutup yaylarının hesaplanması.....	70
Şekil 8: Zerkaliyye üst yazısı	72
Çizelge 4: Sabit yıldızlar listesi.....	73
Şekil 11: Zerkaliyye ön yüz çizimi 2	76
Şekil 12: G2'de yer alan zerkaliyye ön yüz çizimi	76
Şekil 13: A'da yer alan zerkaliyye çizimleri	78
Şekil 14: B1'de yer alan zerkaliyye önyüz çizimi.....	79
Şekil 15: B2'de yer alan zerkaliyye önyüz çizimi.....	80
Şekil 16: C'de yer alan zerkaliyye önyüz çizimi.....	81
Şekil 17: E'de yer alan zerkaliyye önyüz çizimi.....	82
Şekil 18: F'de yer alan zerkaliyye önyüz çizimi	83
Şekil 19: Gölge çizgisi – uzunluk ilişkisi.....	84
Çizelge 5: Gölge çizgisi tablosu.....	84
Şekil 20: Kutup dairelerinin elde edilişi.....	85
Çizelge 6: Çap – yarıçap oranları	85
Şekil 22: Zerkaliyye arka yüzü çizimi.....	87
Şekil 23: Zerkaliyye arka yüz çizimi 2.....	88
Şekil 24: G2'de yer alan zerkaliyye arka yüz çizimi	88
Çizelge 7: Kopça ay isimleri	89
Şekil 25: Ay diyagramı	90
Şekil 27: C'de yer alan zerkaliyye arka yüz çizimi.....	92
Şekil 28: E'de yer alan zerkaliyye arka yüz çizimi	93
Şekil 30: “Mehmet Said Müftizade, Cemaziyel evvel 1156” notu	110
Şekil 31: Fransa nüshasında yer alan Takiyyüddin imzası	112

KISALTMALAR

a.g.e.	adı geçen eser
a.g.m.	adı geçen makale
BEA	The Biographical Encyclopedia of Astronomers
bkz.	Bakınız
C.	Cilt
çev.	Çeviren
DİA	TDV İslam Ansiklopedisi
ed. veya haz.	Editör/yayına hazırlayan
EHST	Encyclopedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures
M.Ö.	Milattan Önce
OALT	Osmanlı Astronomi Literatürü Tarihi
ö.	Ölüm tarihi
s.	sayfa
t.y.	tarihi yok
v.d.	Çok yazarlı eserlerde ilk yazardan sonrakiler
vr.	varak no.
y.y.	Basım yeri yok

GİRİŞ

Astronomi – Astroloji – Kozmoloji ilişki bilim tarihi içinde farklı değerlendirmelerle ele alınmaktadır. Bu ilişkiler konu bağlamının dışında kaldığı için burada sadece dönemin evren tasavvurunu oluşturmada etkili olan felsefe bağlamında kozmoloji geleneğine kısaca yer verecektir. Bu nedenle de öncelikle Pisagor’un evren algısı ele alınacaktır. Kendisine ‘filozof’ diyen ilk kişi olan Pisagor telin kısaltılmasıyla çıkardığı sesin incelendiğini ve uzunlukları tam sayı oranlarında olan gergin tellerin de armonik sesler verdiğini fark etmesi ile zıtların uyumu, çok olanın ‘bir’leşmesi, karşıtların uzlaşması olarak tanımladığı *Harmonia* Pisagor’un tüm felsefesinin temelini oluşturmaktadır. Müzikteki armoni ile tam sayılar arasında bir ilişki tanımlar ardından müzik ile matematik arasında kurduğu ilişkiyi, gezegen ve yıldızlardan daha küçük cisimlerin dahi ses çıkarmasından yola çıkarak, evrenle müzik arasına taşır. *Monokord* denilen tek telli bir çalgı üzerinden evrenin ruhu metaforunu oluşturur. Pisagor’un evreni, aynı matematik üzerine kurulu, Güneş’in, Ay’ın ve gezegenlerin Dünya’ya olan uzaklıklarına göre farklı, uyumlu sesler çıkarttıkları, Tanrı tarafından yaratılmış, müzikli bir evrendir. Pisagor’un modelinin dayanağı gezegenler arasındaki uzaklıklar ile notalar arası uzaklıkların benzerlik gösterdiği iddiasına dayanır. Müziğin Dünya’yı, Güneş’i, gezegenleri bir arada tutan uyumu *Küreler Müziği*’nin duyulabilir biçimini oluşturur.¹ Özellikle on ikiyüzlü (*dodecahedron*) olmak üzere, simetrik çok yüzlüler Pisagor’un evren ve geometri sisteminde önemlidir ve anlaşılabilmesi için sisteme iyi hâkim olmak gereklidir. Geometri ve müzik olmadan astronominin olamayacağını savundu. Evreni de ‘doğaya nüfuz eden latif bir öz’ olan Yüce Âlem, ‘ölümsüzlerin evi’ olan Üst Âlem ve ‘maddi tözden oluşan’ Alt Âlem olarak üçe ayırır.²

Pisagor’un Harmonik Evren fikrinin önemli haleflerinden Platon da “sesin evrenin kurucusu” olduğu fikrine sahipti. Öncesizlik-sonrasızlık algısına sahip Platon, gerçekliğin sayılar ile tanımlanabilir olduğunu düşünür. Varlığın karakterini akılla

¹ N. Akan, *Platon’da Müzik*, Bağlam Yayıncılık, İstanbul, s. 89-90.

² M. P. Hall, *Tüm Çağların Gizli Öğretileri*, (Çev. Ela Güldemir), Mitra Yayıncılık, İstanbul, 2008, s. 191.

izah eden, duyguyla değil akılla bilgiye ulaşmayı telkin eden bir öğreti şekillendirmiştir. Platon'da da Pisagor'da olduğu gibi temel sayılar 1'den başlayarak: 1= nokta, 2= doğru, 3= yüzey, 4= katı cisim şeklinde eşleştirilir ve $1+2+3+4=10$ 'u verir. 10 sayısı birlik ile hiçliğin birleşimini temsil eder. 10 sayısı konuya verilebilecek örneklerdendir ve gerek Pisagor'da gerek Platon'da geliştirilmiş felsefe bu gizemcilik üzerinden ilerler. Teorisini *Platonik Cisimler* denilmektedir soyut geometrik cisimler ile tamamlar. Platon, cisimleri; Tetraeder: Üçgen = Ateş, Oktaeder: Sekiz yüzlü prizma = Hava, İkosaeder: Yirmi, İkosaeder: Yirmi yüzlü prizma = Su, Eşkenar: Küp = Toprak şeklinde eşleştirir.³ Yunan doğa filozoflarından Empedokles'in (ö. M.Ö. 435) toprak, su, hava ve ateşin insan tarafından üretilemez, değiştirilemez, yok olamaz ve birbirine dönüştürülemez olduğu kabulüyle; etkisi tıptan kozmolojiye mistisizmden hitabete Batı literatürünün birçok alanında görülebilecek olan *dört element kuramını* sunan ilk kişi olarak kabul edilir. Klasik gelenekte elementi evrensel temel yapı taşları olarak düşünebiliriz. Bugünkü anlamıyla kimyasal ya da fiziksel özelliğinden ziyade, 'temsil' ettikleri özellikler ile ön plandadırlar. Aristo'nun (ö. M.Ö. 322) maddeyi ele alış şekli karmaşık bir hiyerarşiye sahipti kısaca *Hyle*, *Pneuma* denilen, ateş ve logosun birleşimiyle oluşan ince maddenin, aktif bir gücün etkili olabilmesini sağlayan, kaybolmayan fakat değişebilen maddesel özdür. Hyle'nin Pneuma ile niteliksiz yalın halde birleşmesi *Materia prima* ana/ilk maddeyi oluşturur. Dönüştürülemez temel halde bulunan yani bir cevher olarak ele aldığı ilk madde şekil ve özelliğe sahip değildir. *Logos* zihinsel bir güç, mantık sahibi bir yönetici, Ruh ise evrenin itici gücü olarak tanımlanır. Aristo'nun Empedokles'ten aldığı ve yorumladığı 'dört element' ilkesinde niteliklerine göre elementler; sıcak ve kuru ateş, sıcak ve ıslak hava, soğuk ve kuru toprak, soğuk ve ıslak su olarak tanımlanır. Elementlerin nitelikleri değişen oranlara sahiptir, bir elementin niteliğini değiştirerek onu başka bir tanesine dönüştürmek (*transmutasyon*) mümkündür. Tanımlamaların zaman içinde değiştiği de olur örneğin oda sıcaklığında sıvı halde bulunduğu için cıva su ve toprak elementlerinin bir karışımı ve edilgen bir yapıda kabul edilirken uçuculuğunun fark edilmesiyle Pneuma ile ilişkilendirilip aktif bir konuma geçirilmiştir.⁴

³ P. M. Hall, a.g.e., s. 190-200.

⁴ P. Kingsley, *In the Dark Place of Wisdom*, GoldenSufi Press, California, 1999, s. 23; C. Priesner, *Simyadan Kimyaya*, (Çev. Neylan Eryal) Kırmızı Kedi Yayınları, 2011, s. 19.

Astronomi tarihinin en çok etkilendiği isimlerden biri olan Batlamyus (85-165) tecrübeye dayalı aklın kullanımını savunuşu ile çağdaşlarından farklı bir konumda değerlendirilmiş ve eserleri çağlar boyu temel kaynak olarak kullanılmıştır. *Batlamyus Astronomisi* (85-165) deyimi ise gezegenler sorununa Batlamyus'un kendisinin, seleflerinin ya da haleflerinin önerdiği sanılan 'çözümlerden birine' değil daha çok bu 'soruna' yaklaşım geleneğine gönderme yapan bir ifadedir.⁵ Batlamyus; Hipparkhos ve Apollonios tarafından kullanılan *eksantrik çemberler* ve *epsikller (epicycle)* sistemini geliştirmiştir. Kullandığı modele göre gezegenlerin devinim hareketi, dönerek hareket eden epsikller üzerinde gerçekleşir. Tanımlamak gerekir ise *eksantrik çemberler*, gerileme deviniminin nitel görünümünü elde etmekte kullanılan daha büyük dış tekerlekler eğrileri, *epsikller (epicycle)* ise kuram ile gözlem arasındaki küçük nicel farklılıkları gidermekte kullanılan ek çemberlerdir. Batlamyus sistemi kendinden sonraki astronomlar tarafından en çok ele alınan konulardan biri olmuştur. Çağlar boyu iyileştirme çabaları sürmüştür.

Yörüngesi dünyadan küçük olan gezegenlere *İç Gezegen*, büyük olanlara da *Dış Gezegen* denmektedir. Dış gezegenlerin yörüngelerinde ilerlerken, bir dönem geriye doğru gidiyorlarmış gibi hareket ederler buna *Retrograt* hareketi denir, bu hareketin sebebi sistemin gerçekte *Helyosentrik* (Güneş merkezli) yani Güneş Sisteminin ağırlık merkezinin Güneş'in merkezine yakın konumlanmış oluşundan kaynaklanır ve bu *Geosentrik* (Yer merkezli) evren tasavvuru ile yapılan gözlemlerle uyuşmayan bir durum oluşturur. Gözlemler sonucunda sistemin doğru işleyebilmesi adına bir de *ekuant* (equant) denilen denge noktaları tanımlanır. Bu noktalar hareket yörüngesinin dairesel kabul edilmesinden kaynaklanan problemi aşmak için sisteme ilave edilmiştir. Günümüzde Günberi ve Günöte ya da Afel ve perihel noktaları denilen bu noktalar, sırasıyla elips yörüngede ilerleyen gezegen için Güneş'e en uzak ve en yakın noktaları ifade eder. Yörüngelerin gerçekte elips şeklinde olmasına bağlı olarak, gezegenler dolanım periyodu sırasında Güneş'e en uzak olduğu yerde daha yavaş, Güneş'e en yakın olduğu yerde daha hızlı hareket etmektedir. Yaz gündönümü noktası ile Güneş arasındaki yayın iki ucundan çizilerek birleştirildiğinde elde edilen nokta

⁵ T. Kuhn, **Kopernik Devrimi**, (Çev. Dursun Bsyarak) İmge Kitabevi Yayınları, İstanbul, 2007, s. 120.

ekuant noktasıdır ve kendini tanımlayan doğrular arasında kalan açının sabit bir hızla değişimini nitelendirmek için kullanılır. Buna göre, Güneş'in hızı kış gündönümünde en yüksek, yaz gün dönümünde en düşüktür. Teori ile gözlemi uyuşturmak için eklenen bu ek çemberlerin sayısı 80'i geçmiş, ekuantlar da modelin anlaşılmasını güçleştirmiş ve zamanla oldukça karmaşık bir model ortaya çıkmıştı.

Batlamyus, Güneş ve Ay devinimlerinin yanı sıra yedi gezegenin düzenlilikleri ve düzensizlikleri mevzusunu da nicel veriler ile açıklamaya çalışmıştı. Almagest (el-Mecisti, Büyük Bileşim) adlı yapıtı uzun çağlar boyu referans için kullanılmıştır. Ne var ki gezegenler ile ilgili bu sorunlar yalnızca tasarım sorunu olarak değerlendirilmiş ve çözülmesi gereken bir problem gibi algılanmamıştır. İslam astronomlarına göre Almagest'te önerilen astronomi teorileri Batlamyus'un temelde doğru olduğu ve bu teorilere dayanan tahminlerin doğruluğundaki herhangi bir sorunun Batlamyus'un benimsediği parametrelerin doğruluğundan kaynaklandığı düşünülmüştür. Başka bir deyişle, Batlamyus'un teorilerini dayandığı gözlemler yalnızca birkaç yüzyıldan dayanan ve sistematik olmayan gözlemlerdi ve bu gözlemlerden elde ettiği bazı parametreler de doğal olarak yetersiz olduğunu düşünüyorlardı. Gerekli olan tek şeyin ise yeni gözlemler yaparak ve bunları kullanarak bu parametreleri düzeltmek olduğu kanaatine sahiptirler. Dokuzuncu yüzyılın en önde gelen astronomlarından biri olan Habash el-Hasib bu konuyu ele almış ve yaptığı tüm eski gökbilimcilerden ayrıldıklarını, bu eski gökbilimciler tarafından açıklanan yöntemleri kullanarak parametrelerdeki hataları düzeltmek olduğunu savunmuştur.⁶

Yer merkezli astronominin temel özelliklerini şu maddeler altında toplamak mümkün:

i. Evren *Ay Altı Âlem* ve *Ay Üstü Âlem* olarak ikiye ayrılır. Yer üstü âlem kusursuzdur. Ve bu nedenle en kusursuz şekil kabul edilen küre şeklinden müteşekkildir. Gök, merkezinden geçen bir eksen etrafında küreye benzer hareket eder ve kürevî yapıdadır.

⁶ J. Steele, **A Brief Introduction to Astronomy in the Middle East**, Saqi Books, London, 2008, s. 123.

- ii. Benzer sebeplerden yeryüzü de kürevîdir.
- iii. Evrenin merkezinde yeryüzü bulunur.
- iv. Yeryüzü, sabit yıldızlar küresindeki bir nokta gibidir.
- v. Yeryüzü sabit ve hareketsizdir.⁷

İslam medeniyetinin, edindiği birikime bir katkısı da oluşturduğu bilgiyi ‘yazma’ yoluyla muhafaza edişi olmuştur. Alet, bir amacı ve niyeti gerçekleştirmek maksadıyla icat edilen şeydir ve mevcut olmadan icattan söz edilemez. Bu nedenle konu bütünlüğü sağlamak amacıyla mevcut yapı, ihtiyaçlarının gerekçelendirilmesi ve ‘bilimsel’ buluşlar için itici güç oluşturan teşvik unsurlar, indirgemeci olmadan idraki amaçlayarak verilmeye çalışılmış ve bu bağlamda dönemin mevcut bilgi birikimindeki kozmolojik yapı değerlendirilmiştir. Bilimsel aletlerin de el yazmaları gibi birer tarihsel ‘belge’ olma özelliği taşımalarından⁸ dolayı İslam medeniyetinde icat edilmiş, geliştirilmiş, kullanılmış astronomi aletlerinin incelenmesi İslam medeniyetinin astronomi bilimine katkılarını gözlemlemek bakımından elzem bir öneme sahiptir. Bu nedenle bir sonraki bölümde çalışmanın temelini oluşturan astronomi gözlem aletleri benzer şekilde ihtiyaçların ve neden çeşitli aletlerin daha fazla iyileştirilerek tekrar tekrar icat edildiğini irdeleyerek ele alınacaktır.

⁷ A. Cebbar, **İslam Bilim Tarihi**, (Çev. Lütfi Fevzi Topaçoğlu) Küre Yayınları, İstanbul, 2016, s. 112.

⁸ D. A. King, *An Ottoman Astrolabe Full of Surprises, From Alexandria, Through Baghdad*, (Ed. Nathan Siddi, Glen van Brummelen) Springer, Newyork, s. 341.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. İSLAM ASTRONOMİSİNDE GÖZLEM ALETLERİNİN YERİ VE ÖNEMİ

1.1.RASATHANE KURULMASININ VE ASTRONOMİK- ASTROLOJİK GÖZLEMLERİN SEBEPLENDİRİLMESİ

Doğu Anadolu'nun Erzurum, Sivas ve Amasya bölgelerine hâkim olan ve kendisi çeşitli bilimlerle ilgilenmiş olan İlhanlılar Gazan Han tarafından pek çok medresede de astronomi alanında çalışmalar yaptırılmıştır ve Tebriz civarında bir rasathane kurdurulmuştur. Kırşehir Cacabey Medresesi'nin aynı zamanda bir rasathane olarak kullanıldığı rivayet edilir, benzer şekilde Kütahya'da Vacidiyye Medresesinde de bir rasathane bulunduğu ve buna bağlı olarak astronomi öğretimine yer verildiği, heyet ve nücum ilimleriyle ilgili konuların işlendiği yönünde ihtimaller de vardır. Anadolu astronomi geleneğinin bu temel üzerine oturtulduğunda, İslam medeniyetinde bilgi üretimi, benzer arka planlardan geliştirilerek devam eden bir geleneğin devamı olarak alınmalıdır. İslamiyet dönemi astronomisinin farkı, gözleme dayalı konum ve zaman hesaplamalarını sosyal ve pratik bir uğraş olmanın ötesinde 'sistemli' bir hale getirmiş oluşudur.

Açıklamak gerekirse, klasik sistemlerde var olan 'kozmetik algı' kelamcılar tarafından yıkılmış, Merağa, Semarkant ve İstanbul'daki okullarla da bu anlayış takip edilmiştir. Farkı anlayabilmek için özellikle Merağa Astronomi-Matematik Okulu'nda ortaya çıkan *yeni bilme anlayışından* söz etmemiz gerekir. Bu yaklaşım bize Tanrı'nın dışında -kurumsal veya kozmik- herhangi bir aşkın otoriteye başvurmaksızın, insanın kendi idrakî imkânlarıyla gerçekliği bilebileceğini söylemektedir.

Bu arka planın çalışmanın konusunu oluşturan Astronomi Aletleri ile ilişkisini Merağa Astronomi - Matematik Okulu'nun getirdiği şu anlayışta özetlemek mümkündür. Bu anlayışa göre; "insan ve gerçeklik yüz yüzedir ve insanın bütün bilgisi beşeri bilgidir. Bu bilgi beşeri imkânların kullanıldığı 'aletler' ile sınırlıdır. Bu

sınırlarla da gerçeklik idrak edebilir. İdrak edilen bu gerçeklik ise mutlak değil beşer olarak ‘tespit edilmiş’ bir gerçekliktir.”

Başka bir örnek ise İmam Gazali’nin *Tefahüt*’ünde dile getirdiği eleştiridir. Güneş’in ilahi kabulü üzerine, ‘Güneş’te değişme, bozulma olmaz’ çıkarsamasına Gazali, insan bilgisinin ‘gözlem için kullanılan aletlerin’ yeterliliği ve Güneş’in çok uzak oluşundan dolayı, şartlara bağlı olduğunu söyler. Bu bizi Gazali’nin eldeki verilerin az olduğunu ve aralardaki boşlukların, ileride kullanılacak ‘aletler’ ile yapılacak gözlemler sayesinde doldurulabilirliği savunusuna götürmelidir. Çünkü Gazali’nin burada eleştirisi sınırlı ve kesin bilginin elde edilişi hakkındadır.

Diğer taraftan, klasik “varlık-kozmoloji idraki”nde de astronomi bilgisini zorunlu kılan bir astroloji ‘etkilerin tayin ve tespiti’ geleneği vardır. Ya da yapılan *zîcler* ve teorik çalışmalar hakkındaki tartışmaların söz konusu olması gibi durumlar da gözlemi gerektirmektedir.⁹

1.2. ZAMAN HESAPLAMALARI İÇİN TEMEL KAVRAMLAR VE KOORDİNAT BİLGİLERİ

Zaman ve koordinat hesaplamaları klasik astronomide fiziksel gerçekliği bulunan, bugün ise bir tasvir olarak kullanılan gözlemciyi merkeze alan *Geosentrik* evren modelinin oluşturduğu *Gökküresi* tanımı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Dünya’nın merkezinde, yıldızların da yüzeyinde yer aldığı hayali küreye *Gökküresi* denir. Gözlemcinin yeryüzünden, gökküresini yarım bir kubbe olarak bölecek şekilde ayıran düzleme *Ufuk Düzlemi*, ufuk düzlemini oluşturan ve kutup eksenine dik çizilen büyük daireye *Gök Ekvatoru*, kutup noktalarına da *Gök Kutbu* denir. Gök cisimleri görünen günlük hareketlerini, Gök Kutbundan geçen bir eksen üzerinde -ve gözlemcinin meridyen yüksekliğinin minimum yarıçapı oluşturacağı bir yarım daire

⁹ Bu bağlamda Fazlıoğlu, İslam Rasathane kurma geleneğini şu şekilde özetler: “Kadim dönemde riyazî (sayı ve ölçü temeline dayanarak niceliklerin özelliklerini inceleyen) bir dünya tasavvuru ister istemez, ay-üstü (*ecram-ı ulviye*) dünyayı gözlemek için rasathane kurulmasını şart koşar, ...riyazî ilimlerle ilgilenmenin doğal sonucu rasathane kurmaktır.” Bkz: İ. Fazlıoğlu, *Osmanlı Felsefe-Biliminin Arka Planı: Semerkand Matematik Astronomi Okulu, Divan İlmi Araştırmalar*, Sayı 14, Ocak 2003, s. 1-66.

boyunca- gerçekleştirir.

Gökcisminin gökküresi üzerindeki görünen hareketine ve gözlemcinin konumuna bağlı ölçüm terimlerinin yatay bileşeni *azimut*, dikey bileşeni ise *yükseklik*'tir. Güneş'in Doğu'dan Batı'ya gözlenen hareketi, aslında Dünya'nın Batı'dan Doğu'ya doğru gerçekleşen kendi eksenini etrafındaki dönüşünün bir sonucudur. Benzer şekilde, Güneş'in görünen yıllık hareketini yaptığı düzleme de *ekliptik* denir. Güneş'in ekliptik üzerindeki hareketi esnasında içinden geçtiği takımyıldızlar da Burçlar olarak bilinen *Zodyak Takımyıldızları*'ni oluşturur. Bu durum zaman hesaplamaları için önemlidir, çünkü bugün ay isimleriyle ifade edilen zaman dilimi, geçmiş çağlarda takımyıldız konumları ile hesaplanmakta ve örneğin Temmuz ve Ağustos ayları arasında kalan belirli bir dilim için "Güneş Aslan burcunda" şeklinde ifade edilmekteydi.

Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönmesinden dolayı tüm gök cisimleri ekvatora paralel hareket eder şekilde görülür. Güneş için görünen hareketin ekvatora paralel olduğu iki tarih vardır; bunlardan ilki ekliptik ile ekvator arasında $23^{\circ} 27'$ lık açının bulunduğu ve en uzun gündüz olan 21 Haziran (*Yengeç Dönencesi*) Yaz Gündönümü noktası, ikincisi ise $-23^{\circ} 27'$ lık bir açı farkının bulunduğu ve en kısa gündüz olan 21 Aralık (*Oğlak Dönencesi*) Kış Gündönümü noktasıdır. Bunun anlamı bu tarihlerde Güneş'in tepedeki yani -yukarıda belirtilen paralellikten dolayı- ekvatordaki maksimum Kuzey ve maksimum Güney noktalarının belirlenmesinde Yengeç ve Oğlak Dönencelerinin kullanılıyor olmasıdır. Güneş'in eğim açısındaki bu değişim tanımlanırken ortalama $\pm 23.5^{\circ}$ alınır.

21 Mart ve 23 Eylül'de Güneş'in ekliptik üzerinde kabul edilen yörüngesi, ekvator ile çakışıktır, bu noktalara sırasıyla *İlkbahar* (Koç) ve *Sonbahar* (Terazi) *Ekinoksu* denir. Bu noktalarda gece ve gündüz süreleri birbirine eşittir. Bugün kullanılan ve gece ile gündüz süresini 12şer eşit parçaya ayıran mekanik saat sistemi de *Ekinoksiyel Saat* olarak adlandırılır.¹⁰

¹⁰Z. Aslan, vd. **Astronomi ve Uzay Bilimleri**, Kriter Yayınları, İstanbul, 2012, s. 1-11.

h: Yükseklik. Gökcisminin iki doğru arasında kalan açıdır. 0° ile $+90^\circ$ ve -90° arasında değişir. $+90^\circ$ noktasına *zenit (başucu noktası)*, 0° noktasına *nadir (ayakucu noktası)*, -90° ile $+90^\circ$ doğrusuna da *çekül doğrusu* denir.

ϕ : Enlem.

d: Eğim açısı.

$d = 22.45 * \sin(360 * (284+n)/365)$ (n: yılın kaçınıcı günü olduğunu belirten tamsayı değişkeni) Güneş için $h = d + 90 - \phi$ bağıntısı tanımlanır.¹¹

Yıldız yüksekliğini hesaplamak *Yerel Koordinat Sistemi* kullanımını gerektirir. Eğer sabit noktalara dayanarak ölçüm yapılacak ise kutup ve ekvator ölçümleri referans olarak kullanılır. Bu durumda *Ekvatorial Koordinat Sistemi* kullanılmış olur.

z: Zenit uzaklığı. $z = 90^\circ - h$ formülü ile bulunur.

a: Azimut. Gözlem yerinin meridyeni ile yıldız düzlemi arasındaki açı. 0° ile 360° arasında değişir. Astronomik gözlemler için azimut ölçümü kuzeyden doğuya doğru gerçekleştirilir.

1.3.GÜN KAVRAMI VE ZAMAN HESAPLAMA

Tarihin bilinen ilk dönemlerinden itibaren günlük yaşamın devamlılığı dâhilinde zaman 'değişimin' gösterilmesi temel bir ihtiyaç olmuştur. Bir referans sistemine bağlı olarak değişimin ölçülmesi, örneğin Ay'ın herhangi bir safhasından gözleme başlanılarak tekrar aynı safhaya gelene kadar gözlemin devamı veya Güneş'in belirli bir yükseklikten itibaren tekrar aynı yüksekliğe gelene kadarki sürdürülen gözlem süresinin farkı bize '*zaman ölçümü*'nü verir. Zaman hesaplamasında, Antik Mısır gündüzü ve geceyi on iki eşit parçaya bölen bir sistem kullanılmıştır. Antik Çağlardaki önemli medeniyetlerden biri de M.Ö. 5000'lerden itibaren bölgede var olan toplulukları ile M.Ö. 3000'lerde bir uygarlığa dönüşen Antik Mısır medeniyetini olmuştur. M.Ö. 322 yılına geldiğinde ise dinleri ve toplumları tek bir imparatorluk altında birleştirmeyi hedefleyen Büyük İskender, Mısır'ı kuşatmış, burada başkent

¹¹ F. Tabak, **Güneş Saatleri**, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 2010, s. 14.

olarak İskenderiye adında yeni bir şehir ve meşhur İskenderiye Kütüphanesi inşa ettirmiştir. Mısır, M.Ö. 31 yılında Erken Roma İmparatorluğu'nun yönetimi altına girmiştir. Kur'an'da kullanılan sayı sisteminin Mısırlı ondalık kesirli sayı sistemi oluşu, Mısır kültürünü İslam medeniyeti için önemli kılar. Mısır sayı sistemi, matematiksel hesaplamalar içeren, onun kuvvetlerini hiyeroglif işaretlemeler ile gösteren, başka bir deyiş ile küçük sayıların kullanılmasıyla oluşturulan semboller sayesinde büyük sayılar elde edilen gelişmiş bir sistemdir. Aynı zamanda geometri hakkında bilinen ilk eser de M.Ö. 2000'li yıllarda Antik Mısır medeniyetine aittir. Antik Mısır uygarlığının kullandığı bu yöntem daha sonra 'mevsimsel' ya da 'zaman' saat olarak adlandırılmıştır.¹²

Derece (360°), saat (60 dakika, 60 saniye) gibi hesaplamalarda kullanılan altmışlı sayı sistemi (*sexagesimal*) ise Mezopotamya'da Sümer uygarlığından Babil medeniyetine oradan da günümüze miras kalan 60 tabanlı sayı sisteminden gelmektedir. Yunanca 'nehirler arasındaki ülke' anlamına gelen, Sümer, Akad, Asur ve Babil gibi birçok uygarlıktan oluşan Mezopotamya, bugün Dicle ve Fırat Nehirleri arasında kalan, Irak'ı da içine alan bölgenin adıdır. Kronolojisini kısaca ele almak gerekirse, M.Ö. 4000'li yıllarda bölgede hâkim güç Sümerliler (M.Ö. 3500 - M.Ö. 2350) idi. M.Ö. 3300'lerde de Sümerce ve Mezopotamya'nın anadili kabul edilen Akadca çivi yazıları kullanılmaya başlamıştır. Sümerliler M.Ö. 2000'li yılların sonunda yerini Sami kökenli Akadlara (M.Ö. 2350 - 2200) bırakmıştır. Akadlar, kendisi gibi Sami kökenli olan Asur ve Babil uygarlıklarına da öncülük etmiştir. M.Ö. 2100 yılında Arabistan'dan gelip bu topraklara yerleşen Asurlular (M.Ö. 2000 – 1800) ile Babil (M.Ö. 1800 – 1600) uygarlıkları yaklaşık M.Ö. 2000 yıllarında bölgede ağırlığını hissettirmeye başlamış, M.Ö. 800'lere gelindiğinde ise Mezopotamya'da Asurlular yükselişini sürdürmüştür. M.Ö. 626 yılında (Yeni) Asur Krallığı'nın (M.Ö. 729 – 609) hükümrânlığı ise II. Babil Krallığı'na (M.Ö. 626 – 539) geçmiştir. Perslerin Büyük İskender'in (ö. M.Ö. 323) egemenliğine girdiği M.Ö. 334 yılına kadar bölgede hâkim güç Persler olmuştur. Mezopotamya'da M.S. 3. yüzyılın başlarında Sasani

¹² Atilla Bir, v.d. Ahmet Ziya Akbulut (1929) *Güneş Saatleri Yapım Kılavuzu*, Bıryıl Kültür Ltd., İstanbul, 2010, s. 28. Detaylı bilgi için bkz: O. Neugebauer, **The Exact Science in Antiquity Mathematical Astronomy**, Dover Publication, Newyork, 1969, s. 80-83.

hanedanlığının kurulmasıyla bölgede 4 asır sürecek Pers – Sasani hâkimiyeti başlamış ve Sasani İmparatorluğu (M.S. 243 – 636) boyunca da Mezopotamya bölgesi ‘İran’ın Kalbi’ olarak anılmıştır. İlk Güneş ve Ay takvimleri Mısırlılar ve Sümerliler tarafından oluşturulmuştur. Babil astronomisinde, Güneş, Ay ve çıplak gözle gözlenebilen Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn gibi beş gezegenden oluşan yedi nesneli bir astronomik sistem mevcuttur. Günlük astronominin ilk sistematik gözlem kaydını tutan Babiller, yıldızların ve gezegenlerin konum altına almışlardır. M.Ö. 380 yılına ait Ay’ın evrelerini ve görünür hareketindeki düzensizliklerin kayıtlarını içeren çizelgeler, gözleme dayalı Babil astronomisinin gelişmişlik düzeyini göstermesi açısından önemlidir.¹³ Mısır geometrisinin ve Babil astronomisinin öğretileri Thales (ö. M.Ö. 545) aracılığı ile Yunan matematiğine¹⁴ ve astronomine kazandırılmıştır.¹⁵

Yunanlıların kendilerine verdikleri adlardan biri olan *helen* sözcüğünden türetilen Helenistik; Büyük İskender’in fethettiği topraklarda başlattığı Yunan kolonileşmesini ifade eden bir kavram olarak kullanılmıştır. Helenistik dönem, Klasik Yunan medeniyeti ile Roma medeniyeti arasındaki etkileşimler ile şekillenen yaklaşık üç asırlık geçiş dönemine verilen addır. Helenistik dönemden (M.Ö. 330 – M.S. 330) itibaren *gün* kavramının *Alafranga*, *zevâlî* ya da *zamanî* olarak adlandırılan ‘öğlen’ veya ‘gece yarısı’ başlatılması ve ‘Güneş batarken’ başlatılması ile *Alaturka* ya da *ezanî* şeklinde adlandırılan iki farklı uygulama karşımıza çıkmaktadır.¹⁶

İslam geleneğinde Güneş’in batışı; ufukta kayboluşu ile saat 12 ya da 0 kabul edilir, akşam namazı vakti ile de ‘yeni gün’ başlar. Bir sonraki gün batımına kadar geçen süre 2 kısma bölünür ve her bir kısım 12’ye ayrılır ve bu kısımlar *Ezanî Saat* olarak adlandırılır. Ezanî saat sisteminde bir saatlik süre sabit kalırken gün başlangıcı, Güneş’in doğuşunun her gün değişmesinden dolayı değişmektedir.¹⁷ Benzer şekilde takvim başlangıcı için de farklar ortaya çıkar. *Ay takvimi* veya *Hicrî takvimde* Ay aylarının başlangıcı Ay’ın *hilâl* şeklinde oluşudur. İslam medeniyetinde kullanılan

¹³ J. Steele, **a.g.e.**, Giriş.

¹⁴ Matematik hakkında Antik Yunan’da matematiğin bir ‘gerçeklik’ tanımladığının kabulü üzerindeki felsefeler ele alınmıştır. Görüş ayrılıkları ve diğer yaklaşım detayları için bkz: S. Barker, **Matematik Felsefesi**, (Çev. Yücel Dursun) İmge Kitabevi Yayınları, 2003.

¹⁵ O. Neugebauer, **a.g.e.**, s. 97-98.

¹⁶ A. Bir v.d. **a.g.e.**, s. 29.

¹⁷ A. Bir, Kayral, M. *Osmanlılarda Zaman, Saat ve Takvim*, **Otomasyon**, Sayı 18, 1994, s. 95–96.

Hicri Takvim 15 Temmuz 622 yılında Mekke'den Medine'ye gerçekleştirilen hicreti başlangıç tarihi kabul eder. Bu durum başlangıcı 1 Ocak kabul edilen Miladi Takvim için 621,536 yıllık bir faz farkı meydana getirir. Her kamerî ay, 29 1/2 gün, kamerî yıl ise 354 gündür. Gerçekte bir yıl, teorik hesaplanan bu değerden 8 saat 48 dakika 36 saniye daha uzundur. Bu nedenle 6 ayı 29, 6 ayı 30 gün içeren bir takvim ortaya çıkar. Bu ayların hangileri olduğu Şeyh'u-l İslam tarafından belirlenir. Her takvimde olduğu gibi Kamerî takvimler için de *artık zaman* hesaplamaları ve çeşitli ilaveler yapılır.¹⁸ Zaman ölçümleri belirli matematik ilkelere dayandığından dolayı İslam medeniyetinde kullanılan sayı sistemlerini kısaca tanıtmakta fayda var. İslam matematikçileri tarafından bilinen ve kullanılan, bugün de kullandığımız onluk sayı sistemi ve basamak değerinin tarihteki ilk karşılığı Hintlilerin kullandığı *hesab 'u-l Hindî* ya da Endülüs'te bilindiği adı ile *hesab 'u-l gubarî*dir.

M.Ö. 8000 yılından M.Ö. 30 yılına kadar geniş bir zaman çizelgesine yerleştirilen antik Yunan tarihi içinde, Klasik Yunan medeniyeti, M.Ö. 1100'lerde Miken uygarlığının yıkılmasının ardından, genel kabule göre M.Ö. 1000'li yıllarda kronoloji sıralamasına dâhil edilmeye başlamış ve M.Ö. 30 yılında tarihteki yerinin Erken Roma İmparatorluğuna bırakmıştır. Yunan sisteminin bir uyarlaması olan alfabetik sayılandırma sistemi de astronomik hesaplamalarda kullanılmıştır. Bu sistem, Suriye ve Irak'ın fethinden sonra VIII. yüzyılda Müslüman bilimine katılmıştır. Ve Yunan harfleri yerine rakamlara karşılık gelen Arap harflerinden oluşan *erkâm-ı cümel* denilmiş daha yaygın kullanılan adı ile *ebced hesabı* haline dönüştürülmüştür. Ebced ismi, Arap alfabesinin ilk dört harfi olan elif-be-cim-dal harflerinin birleşiminden müteşekkildir.

Aynı zamanda ticari işlemler için *hesab-ı isba*'ya da *hesab-ı akd* denilen parmakla sayma sistemi ve bazı işlemlerde de *hesab-ı zihni* yani zihinden hesap yapma sistemleri kullanılmıştır. Ayrıca kullanılan sistemler arasında sadece İslam coğrafyasının batısında kullanılan, *Rumî rakamları*, *Bizans Rakamları* ya da *Fas*

¹⁸ O. Neugebauer, **a.g.e.**, s. 7; A. Bir, M. Kayral, **a.g.e.**, s. 95.

Rakamları olarak adlandırılan yirmi yedi simgeli bir sayılandırma sistemi de mevcuttur.¹⁹

Dinî zaman ölçümlerinde Ay takviminin kullanılması İslam astronomlarının hemen hemen hepsinin Yeni Ay'ın görülme zamanının belirlenmesi konusunda çalışmalar yapmasına neden olmuştur. İslam toplumunda ayın başlangıcını belirleme probleminde çözüm getirme çabası aynı zamanda İslam astronomisini gelişmiş yüksek seviyesinin anlaşılması bakımından da önem arz etmektedir.²⁰

Boylam hesaplamalarında kullanılan yöntemlerden biri de Ay Tutulmalarından faydalanmaktır. Bu yönteme göre, ay tutulmasına neden olan gölge ayın üzerine düştüğünde, aynı zamanda tüm dünyada görülür. Bu nedenle, gün ortasında ölçülen güneş tutulması başlangıcının süresi iki farklı şehirden bilindiği takdirde iki şehir arasındaki boylam farkı, boylamı derece cinsinden vermek için farkı dakikalara bölünerek hesaplanabilmektedir.²¹

İslamiyet öncesi Araplara ait daha çok günlük hayatı akışında tutmak ve yön bulmaktan ibaret olan, herhangi bir sistematığı bulunmayan bu bilgi birikimi, *halk astronomisi* şeklinde nitelendirilmiştir ve içinde büyük oranda astrolojik bağlantılar barındırmaktadır. İslam astronomisini şekillendiren etmenler arasında İslamiyet öncesi Arapların Mezopotamya ve Kuzey Sâmi uygarlıklarından etkilenecek kültürlerine ekledikleri bir astronomi-astroloji birikimi olan *envâ* geleneğine de kısaca yer vermekte fayda var. Envâ, hem doğmak hem de batmak anlamlarına gelen *nev* kelimesinin çoğuludur. İslamiyet ile birlikte değişen ihtiyaçlar çerçevesinde envâ geleneği de önceki dönemden farklı köklü değişiklikler göstermeye başlamıştır. İslamiyet öncesi Araplar için çeşitli tabiat olaylarının bizatihi yaratıcı konumuna konulan yıldızların bilgisini içeren envâ, İslamiyet'ten sonra envâ yalnızca tabiat olaylarının zamanının belirlenmesinde kullanılan işaretler şeklinde yorumlanmıştır. Çeviri faaliyetleri ile birlikte Süryanî, İbrânî, Kıptî, Yunan ve Fârisî kültürlerinin astronomi birikimleri de envâ geleneği içerisine dâhil edilmiştir. Sekizinci yüzyıldan

¹⁹ A. Cebbar, **a.g.e.**, s. 155-156.

²⁰ J. Steele, **a.g.e.**, s.88-89.

²¹ J. Steele, **a.g.e.**, s.95-96.

XIII. yüzyıla kadar yazımı süren enva geleneğinin Doğu İslam dünyasındaki ilk örneklerini çalışmasının günümüze ulaşmadığı düşünülen Ebu Hanife el-Dîneverî (ö.895) ile nüshaları günümüze ulaşan İbn Kuteybe (ö. 889) ve Sinan b. Sabit'tir (ö. 942). Envâ geleneğinin İspanya ve Mağrip'teki başlıca örneklerini ise Arîb b. Sa'd el-Kurtubî (X. yüzyıl), el-Kâtib el-Endülüsî (X. yüzyıl), Abdullah b. Âsım (ö. 1013) ve İbnü'l-Bennâ (ö. 1321) yazdıkları eserlerde sürdürmüşlerdir. İslam astronomisinin matematik temelli bir yükseliş içinde olması ile enva geleneğine duyulan ilgi zamanla azalmıştır.²²

Kitâbu'l-envâ ismindeki kitapların konusunu teşkil eden envâ, Güneş yılını oluşturan takımyıldızlar kümesinin doğuş ve batışları ile ilgili bir hesaplama sisteminden oluşmaktadır. Takımyıldızlar birbirilerinden farklı tarihlerde doğup batmaktadır ve doğup batmaların takibi ile de meteoroloji tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Envâ sistemi, on dört takımyıldızın doğuş ve batışları toplamı neticesinde yirmi sekiz kısma bölünmüş ilkel bir Güneş takvimi olarak da düşünülebilir. Takımyıldızların doğuş ve batışlarının takibi ile elde edilen yirmi sekiz durak ile ayın konaklarını ifade eden *menâzilin* İslamiyet sonrası envâ sistemi içinde birleştirilmesiyle ortaya her bölümü 12° 50' dan oluşan eşit açılı bir Zodyak çıkmıştır. Sistemde takımyıldızların yirmi yedisi on üç günlük kalan biri de on dört günlük olmak üzere sabit bir dönem yani nev şeklinde toplam yirmi sekiz menzilden müteşekkildir böylece bu günlerin toplamı ile 365 gün elde edilmiş olmaktadır. Ay'ın Dünya etrafındaki dolanışı esnasında 27 gecelik döngüler halinde her gece bu menzillerden birinden geçmektedir.²³

İslamiyet ile gündeme gelen namaz vakitlerinin tayini ve kıble yönünün tayini gibi günlük dini hayatın gereksinimlerini karşılamak amacı ile henüz teorik astronominin gelişmediği XIII. yüzyıldan itibaren astronomi cetvellerine ve hesaplama tablolarına dayalı çözümler getirilmeye çalışılmıştır. Bu çözümlerden ilki namaz vakitlerini hesaplamak için ortaya konan *kütübi'l-mevâkit* ikincisi ise kıble tayinini sağlamak için yazılmış *delâilu'l-kible* denilen eserlerdir. Namaz vakitlerinin

²² A. Cebbar, **a.g.e.**, s. 112-113.

²³ M. Çelebi, *Envâ*, **DİA**, C.11, s. 257-258.

belirlenmesinde gece Ay'ın menzillerinden faydalanılırken gündüz ise *gnomon ilkesi* kullanılmaktaydı. *Gnomon* tahta, taş veya metallerden elde edilen düz bir yüzey veya levha üzerinde, bu yüzeye veya levhaya 90° konumlandırılan genellikle üçgen şeklinde, *mil* olarak adlandırılan eğik bir kısımdan oluşan –bu dik üçgenin hipotenüsü olarak düşünülebilir- ve gölgenin oluşumunu sağlayan kısımdır. Yatay olarak da sabitlendiği kullanımlar vardır. *Gnomon ilkesi* ise düzgün derecelendirilmiş bir sistemde bu yer değişme ile saat elde ederek zaman hesaplama yöntemidir.²⁴

Zaman tayini için gnomonun gölge uzunluğu ile gerçekleştirilen ölçümlerin ilk örnekleri Mısır ve sonraki antik dönemlere aittir. Sultanahmet meydanında bulunan dikilitaş bu ölçüm araçlarına örnek olarak verilebilir. Gece saatleri ise bilinen yıldızların doğuş zamanları ve boylam düzleminden geçişleri gözlemlenerek belirlenmiştir. *Takımyıldız* gözlemcinin yıldızları belli şekillere benzeterek birbirleri arasında ilişki tanımladığı yıldız gruplarıdır. Bu isimlendirmeler kadim uygarlıklara kadar dayandırılabilir. Aslında bu durum gözlemcinin gökyüzünde derinliği algılayamayışının bir sonucudur. Gerçekte aynı takımyıldız içinde yer alan yıldızlar arasında konum açısı da dâhil bir bağlantı söz konusu değildir. Benzetilen bu şekiller yardımıyla yıldızlar gökyüzünde kolayca tanınabilir.

Zaman hesaplaması için oluşturulan astronomi cetvelleri, Yunancada *kanun* İslam astronomisinde *zîc* olarak adlandırılır.²⁵ Kimi zaman İslam medeniyetinde de kanun şekilde isimlendirilen bu çizelgeler, gözlem sonuçlarının yer aldığı kataloglardan oluşmaktadır. *Zîc* hazırlanırken, kökenlerini eski Mezopotamya'da bulunan Yunanca sayı yazma geleneğini olan altmışlı (sexagesimal) nütasyonu kullanma geleneği takip edilmiştir.²⁶ *Zîc* hazırlama ve seleflerinin hazırladığı *zîc*lerdeki hesaplamaları iyileştirme işi İslam astronomisinde önemli bir yere sahiptir.

Bu bağlamda İslam coğrafyasının doğusunda ilk kullanılan *zîc* Abbasî Halifesi Mansur döneminde (754-775) usturlap imal eden ilk İslam astronomu İbrahim el-Fezarî (takribi ö. 777) ile oğlu Muhammed b. İbrahim el-Fezarî (ö. 806) ve Yakub b.

²⁴ A. Cebbar, **a.g.e.**, s. 113.

²⁵ Y.Unat, *Zîc*, **DİA**, C.44, s. 397-398.

²⁶ J. Steele, **a.g.e.**, s. 122.

Tarık tarafından Sanskritçe'den Arapçaya tercüme edilen *Zîcu'l-Sindhind* olmuştur.²⁷ Hind Astronomi Zîci anlamına gelen *Zîcu'l-Sindhind*, *Arjabad* ve *Arkhad* ile birlikte Hint astronomisinde kullanılan üçüncü astronomi sistemi *döngüsel zaman* ya da *ebedî* anlamlarına gelen *Sindhind* ya da *Siddhanta* olarak adlandırılan sistemdir. İslam astronomisinde bu üç sistemden Siddhanta sistemi geliştirilip kullanılmıştır. Siddhanta sistemi, 4320 milyon yılda bir yedi gezegenin Koç başlangıç noktasında olacağını ve bu gerçekleştiğinde Dünyanın var olduğu ilk haline döneceği ve bu döngünün sonsuza dek kendini tekrar edeceği ilkesine dayanan bir kozmogoniye sahiptir.

İbrahim el-Fezarî'nin Arap yılı kullanarak hazırladığı ve Hintçeden uyarladıkları *zîc*ler günümüze ulaşmamıştır bu *zîc*lerin varlıkları Birunî'nin (ö.1048) *Kitab'üt-Tahkîk ma li'l-Hind* adlı eserindeki atıflar ile bilinmektedir.²⁸ Muhammed b. İbrahim el-Fezarî dışında Habeş b. Abdullah el-Bağdadî el-Hasib (IX. yüzyıl), Muhammed b. Musa el-Harezmi (takribi ö. 920) ve İbnü'l-Ademî olarak tanınan Hüseyin b. Muhammed b. Humeyd (X. yüzyıl) *sihhind* yöntemini kullanarak *zîc* hazırlayan kişiler arasındadır.²⁹

Arapçaya tercüme edilen Hint astronomi eserlerini sıralarsak bu eserler şunlardır:

- i. Yukarıda da bahsedilen Brahmagupta'ya ait *es-sindhind*'in (Brahmasphutasiddhanta) adlı eserin kısmî tercümesi
- ii. Anonim bir eser olan *Zîcü'l-Arkand*
- iii. Syavalaba'nın yazdığı *Zîc Kendekait*
- iv. Vijayanandin'in eseri *Zîc Kerenetileke*
- v. Vittesvara'nın yazdığı *Zîc Kerenesere*
- vi. Kanaka'ya ait *Kitabu'l-edvâr ve'l-kırânât*

²⁷ R. Morelon, **Doğu İslam Dünyasında 8. ve 11. Yüzyıllar Arasında Astronomi**, s. 39. Morelon, Hintli astronom ile bilgi alışverişinin gerçekleştiği ve Arapçaya yapılan tercümenin dili hususunda kesin bilgilerin mevcut olmadığını eklemektedir. Aynı zamanda da *Zîcu'l-Sindhind* ifadesinin sadece astronomi cetvelleri mi yoksa bir eser mi ifade ettiğın açık bir şekilde belirtilmediğini söylemektedir.

²⁸ B.A. Rosenfeld, E. İhsanoğlu, **Mathematicians, Astronomers & other Scholars of Islamic Civilisation and their Works (7th-19th c.)**, s. 14 ve 16-17.

²⁹ A. Cebbar, **a.g.e.**, s. 118.

1.4.İZ DÜŞÜM YÖNTEMLERİ

Üç boyutlu uzayın iki boyutlu bir yüzeye yansıtılması olayına *iz düşüm* denir. İz düşümler kullanım amaçlarına göre farklı sınıflandırmalar altında başlıklandırılır. Günümüzde matematiksel kartografyanın konu kapsamına giren iz düşüm yöntemlerinde üç boyutun iki boyuta indirgenmesinden kaynaklanan uzunluk, alan ya da doğrultu büyüklüklerinden birinin orijinali korunurken, diğerlerinde bir takım deformasyonlar meydana gelmektedir. Alınan yüzeye göre iz düşümdeki koordinat sisteminin görünümü de değişmektedir.

İz düşüm yüzeyine göre iz düşümler üç başlık altında sınıflandırılır:

- i. Azimutal (düzlem) iz düşüm
- ii. Silindirik iz düşüm
- iii. Konik iz düşüm

İz düşüm yüzeyinin konumunda göre sınıflandırılması ise şu şekildedir:

- i. Normal (Kutup) konumlu iz düşüm
- ii. Transversal (Ekvator) konumlu iz düşüm
- iii. Eğik konumlu iz düşüm

İz düşümler deformasyona göre de üç başlık altında ele alınır:

- i. Uzunluk koruyan iz düşüm
- ii. Alan koruyan iz düşüm
- iii. Açık koruyan (konform) iz düşüm

Çalışmada yalnızca astronomide alet yapımında özellikle de usturlaplarda yaygın kullanılan iz düşüm yöntemlerine yer verilmiştir.

1.4.1. Azimutal (Düzlem) İz Düşüm

İz düşüm yüzeyi düzlem olan azimutal iz düşüm, normal, transversal ve eğik konumlu olarak uygulanabilmektedir. Normal başka bir deyişle kutup konumlu uygulanan azimutal iz düşümde meridyen iz düşümleri, kutup noktasından dağılan

ışınlar şeklinde iken paralellerin iz düşümleri de bu noktanın merkez kabul edildiği daireler biçimindedir. Hesaplamalardaki ön kabullere ve seçimlere bağlı olarak kutup noktasındaki meridyenler arasındaki ve küre üzerindeki açıların eşitliği ile açı koruyan; tüm meridyenlerin uzunluğunun iz düşüm düzleminde korunması ile uzunluk koruyan ya da paralel dairelerin iz düşümlerinin yarıçapının kapladığı küre alanına eşit seçilmesi ile alan koruyan azimutal iz düşüm elde etmek mümkündür.

1.4.2. Stereografik İz Düşüm

Açı koruma başka bir deyiş ile konform olma özelliğinden elde edilen konform azimutal iz düşüme daha sık kullanılan ismi ile *stereografik iz düşüm* denir. Stereografik iz düşümde gökküresi daireleri, izdüşüm düzlemine aktarılır. Yükseklik ve azimut yayları korunur. Dönence merkezleri ile dünyanın dönme eksenini aynı orijinde çizebilir ve benzer şekilde gök cisimlerinin küre üzerindeki açıları ve iz düşüm üzerindeki açıları aynı alınır. Bu durum açının doğrudan ölçümünü mümkün kılar. Stereografik izdüşümde, küre üzerindeki tüm dairelerin iz düşümleri daire şeklinde ve aynı zamanda nesnelerin boyutu ile uzaklığı ihmal edilerek çizim gerçekleştirilir. Ancak kutuptan uzaklaştıkça alanların hızlı büyümesi nedeniyle atlas haritalarında kullanılan bir iz düşüm modeli değildir. Konform olma özelliğinden ve dairelerin şekillerini korumasından dolayı astronomide kullanılan temel iz düşüm stereografik iz düşümdür.³⁰

1.4.3. Ortogonal İz Düşüm

“Doğru görünüşlü” diye çevrilebilecek *ortogonal veya ortografik iz düşüm*, gerçek anlamda olmayan silindirik veya azimutal iz düşüm sınıfına girer. Sonsuz bir bakış doğrultusuna sahip olması sonucu paralel gelen ışınlar varsayılır. Tek bir yarım küre gösterimine müsaade eden, yani kürenin yarısının küre yarıçaplı bir daire içine sıkıştırılmasıyla oluşturulan ortogonal iz düşümlerde, düzlemin küreye değdiği nokta ile küre üzerindeki herhangi bir nokta arasındaki uzaklık korunur ama alan oranlarının iki kat küçülmesi yani korumaması sonucu uzaklık – alan uyumsuzluğu oluşur. Bu

³⁰ D. Uçar, v.d. **Matematiksel Kartografya**, Nobel Yayınları, Ankara, 2011, s. 38.

durum Rönesans'ın ilk yıllarından itibaren kullanımının azalmasına sebep olmuştur. Ekvator bölgesi çizimi için uygun olsa da bir Dünya haritası yapımı için uygun olmayan bu metot, güncel olarak, gökyüzü cisimleri gibi gözlemciye paralel konumlu nesnelerin ve bölgelerin haritalanmasında kullanılmaktadır.³¹

1.5.ENLEM VE BOYLAM HESAPLAMA

Coğrafi boylama kıyasla daha kolay hesaplanan coğrafi enlemin tespiti için *Kutupyıldızı*'nın ufuk üzerindeki yükseklik açısı veya belirli gök cisimlerinin ufuk yüksekliği kullanılmaktadır. Boylam hesabı için, tarihi belirli olan bir gök olayının, yerel saat farkının gözetilerek farkı belirlenmek istenen yerlerden ayrı ayrı gerçekleştirilen gözlemler kullanılmaktadır. Fakat bu gök olaylarının başlangıç ve bitiş zamanının hassas tayin edilmesi problemi sebebiyle her zaman istenilen sonuca ulaşamayabilir.

Biruni iki nokta arasındaki boylam farkı hesabının, iki nokta arasındaki enlem bilgisinden yararlanarak bulunmasına dayanan yeni bir metod tanımlar. Birûnî'nin matematiksel coğrafyanın temeli kabul edilen eseri *Tahdîd Nihâyât el-Emâkin li-Tashîh Mesâfât el Mesâkin*'de enlem ölçümü için, bir deklinasyon çizelgesinden yardım almaksızın kullanılabilen bir alet tarif etmektedir. Bu alet coğrafi yer çizelgelerinin genişletilmesi konusunda önemli bir yere sahiptir. Birûnî'nin çağdaşı Muhammed b. Ahmed el-Hâzimî (ö.1061 yılından sonra) de aletin bir tarifini vermektedir. Üzerinde hassas ölçümlerle belirlenen enlem ve boylam çizgilerinin yer aldığı bir yarım küre üzerine zenit işaretlenerek, yarım kürenin büyük dairesi tespit edilerek yatay bir zemine yerleştirilir. Yüzeyi bir karış olan bir koni yardımıyla Güneş ışığı yarım küre üzerine düşürülür ve işaretlenir. Bu işlem farklı saatler için toplam üç kere tekrarlanır. Gözlem koni yerine, koniyle aynı taban genişliğine sahip, iç bükey bir yüzey üzerine yerleştirilmiş gnomon ile de gerçekleştirilebilir. İşaretleme işlemleri ile gök ekvatorunun küre üzerindeki kutbu belirlenmekte, böylece gözlem yerinin enlem derecesi bulunabilmektedir.

Bağdat'la Mekke arasındaki boylam farkının tam olarak tespiti için

³¹ D. Uçar, v.d. a.g.e., s. 117.

Halife Memun tarafından görevlendirilen bir grup astronomun ölçümünden bahsedecek olursak bu gözlemde önemli olan, halifenin bu iki şehrin yürürlükte bulunan astronomik cetvellerin koordinatlarına güvenmek yerine, Ay tutulmasını ‘şahsen’ gözlemleyerek sağlamasını yapmış olmasıdır. Ölçüm sonucunda 3° lik boylam farkı (doğrusu 4°37’) elde edilmiştir. Halifenin astronomlarından bir grup, hem Güneş’in konumunu hem de öğlen çizgisinin tam yönünü belirlemek amacıyla bazı aletler, ip ve çubuklar yardımıyla Suriye ve Irak ovalarında birçok ölçüm yapmışlar ve bir derecelik boylam uzunluğunun 56¹/₃ ve 57 mil arasında olduğunu belirlemişler ve ortalama değer olarak 56²/₃ mil almışlardır. Sind b. Ali ise Dünya’nın yarıçapını trigonometrik olarak belirleyebilmek için, deniz seviyesinden yüksek bir kıyıda, batışı esnasında Güneş’in alçalmasını ölçmüştür.³²

1.6.GÖKYÜZÜ GÖZLEM ALETLERİ

Zaman ölçümünde kullanılan bilinen en eski alet M.Ö. 1500’te III. Thotemes döneminde yapılmış bir Mısır saatidir.³³ Stereografik izdüşümün M.Ö. 150 yılında Hipparkhus (ö. M.Ö. 120) tarafından geliştirildiği ve daha sonra Batlamyus (M.S. 200) tarafından da kullanıldığı düşünülmektedir. Bu yöntemin IX. yüzyılda İslam ülkelerinde kullanımı ile zaman, konum, namaz vakitlerinin hesaplamasında, arazi, derinlik ve yükseklik ölçümlerinde kullanılmak üzere çeşitli aletler icat edilmiştir.³⁴

Bilim tarihi içinde bilim aletleri çalışmak, üzerinde genellikle yapan ustanın imzasını ya da yapılış tarihi taşımasından dolayı yayılım takibi açısından bir kolaylığa sahiptir. Ancak yazılı metinlerden yola çıkarak yapılan çalışmalarda, metinde alet ile ilgili verilen çizim ve kullanımlarının yapım aşamasında, aletlerin yazmadaki yapılış tariflerinin yanlış anlaşılması, “ustaların geniş hayal dünyalar(ındaki)” eklemeler ile

³² F.Sezgin, **İslam’da Bilim ve Teknik**, (Çev. Abdurrahman Aliy) İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kültür A.Ş., İstanbul, 2008, C.2, s. 11.

³³ S.E. Tağman, **Mustafa İbn Ali el-Muvakkit’in Usturlab Risalesi**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2007, s. 9.

³⁴ A. Bir; Kayral, M. *Osmanlılarda Zaman, Saat ve Takvim*, s. 94.

yapılması sonucu metinlerde yer almayan aletler ortaya çıkmaktadır.³⁵

Astronomi aletlerini kullanım amaçlarına göre gözlem için ve ölçüm için kullanılanlar şeklinde iki başlık altında toplamak mümkündür. Gözlem aletleri sınıflandırması dışında kalan aletlerin öncelikli kullanım alanının gözlemle ilgili küresel astronomik hesaplamaların yapımına yardımcı olmak olduğu söylenebilir. İslam medeniyetinde kullanılan ‘oldukça karmaşık’ özgün aletlerin varlığı ancak XX. yüzyılda yeni çalışmalarla anlaşılmaya başlanmıştır.³⁶ İslam medeniyetindeki astronomi aletleri konusunda en kapsamlı çalışma yapan bilim tarihçilerinden biri David A. King, özgün aletlerin birçoğunun, hâlihazırda çizimleriyle birlikte yazmalarda olduğunu ve ‘yayın’lanmadıklarını belirterek, yeni yayınların bu özgün aletler üzerine yapılan çalışmaları içerdiğini ve bu çalışmaların astronomi tarihi için önemini vurgulamaktadır.³⁷

1.6.1. Hesap İçin Kullanılan Aletler

i. Rub-ul Müceyyeb

Müceyyeb, “sinüs ve kosünüs bölümleri” anlamına gelmektedir. Usturlap ve rubu tahtalarının arka yüzündeki cetvellere verilen bir isim olan *rub-ul müceyyeb* aynı zamanda, trigonometrik değer-açı dönüşümünü ve bazı nümerik değerlerin hesaplandığı ayrı bir aletin de adıdır.³⁸

ii. Çok Amaçlı Astronomi Aleti (*Conpendium*)

On dördüncü yüzyılda Şatır, kapağında Şam’ın (33°) yanı sıra 30°, 40° ve 50° enlemleri için de yükseklik hesaplaması yapabilen işaretlemelerin bulunduğu ve bu düzlem üzerinde döndürülebilir, taşınabilir bir levha (*alidade* veya *el-hidade*) bulunan bir ‘çok amaçlı astronomi aleti’ icat etmiştir. Kapak Suriye, Mısır ve Hicaz’da bulunan altı bölge için ekvator çizgilerine paralel açılabilmesi sayesinde

³⁵ D. A. King, **In Synchrony with the Heavens: Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume 2, Instruments of Mass Calculation**, Brill, Leiden, 2004-2005, s. 20.

³⁶ D. A. King, **a.g.e.**, s. 12-13.

³⁷ D. A. King, **a.g.e.**, s. 20.

³⁸ Bir, A. M. Kayral, *Rub-ul Müceyyeb*, **Otomasyon**, Sayı 38, 1995, s. 76.

Güneş ya da Kutup yıldızı gibi tanınan yıldızlar ile hizalanarak saat açısı ölçümünü gösterebilir.

iii. Kiblenuma (Kiblename)

İslam dünyası için, yön anlamına gelen *kible*, namaz, ölülerin gömülmesi, kurban, vb. ibadetler esnasında yönelilen taraf, yön için kullanılmaktadır. Hicrî II. yüzyıldan itibaren Kabe (21°25' N, 39°49' E) olmuştur. Ve Kabe'nin konumlandırılmasıyla ilgili ilk kayıtlar da bu dönemde tutulmuştur. Kabe'nin yönünün tespiti için farklı fikhî çözümlerde de hesaplamaların temelinde yer alabilmektedir. Bu yaklaşımlardan en yaygın olan iki görüş; *Cihetu'l-Kâbe*: 'Kabe ile burun buruna gelme' ve *aynu'l-Kâbe*: 'Kabe'nin genel bir yönüne doğru durma'dır. Bu konuda, ilk metin örnekleri olan, müstensihler tarafından yapılan hatalar ile modeli bozulmuş Ibn Hurdazbih (ö. 912) ve Ibn Surâke tarafından geliştirilen coğrafi sistemleri, Kible'nin tayiniyle ilgili hesaplamalar içerir. Matematikçi ve coğrafyacı Serdar Kabulî'nin Kible'inin tayini problemi için geliştirdiği hesaplamalar vardır, bu problem, coğrafyacılıkta harita çiziminin gelişiminin sebepleri arasında sayılabilir. Kiblenuma ile Kible tayini için önce Mekke'nin yönünün belirlenmesi gerekir. Bunun için bulunan enlem ve boylam değerleri ve Mekke'nin değerleri arasındaki fark alınır ardından küresel trigonometri formüllerinin uygulanmasıyla Mekke civarı için oldukça doğru sonuç verecek eşitlikler elde edilir. Kible tayini ile ilgili hesaplamalar, Müslüman astronomlar tarafından matematiksel coğrafyanın problemlerinden biri olarak üzerinde çalışılmış bir konudur. Bununla birlikte, Ortaçağ camilerinin incelenmesinden yola çıkarak King, X ve XI. yüzyıla kadar bu hesaplamalar ile ilgili getirilen çözümlerin kullanımının halk arasında yaygınlaşmadığını söylemektedir.³⁹ Bu durum, İslamiyet'ten önce de Kible'nin kutsal atfedildiği dönemlerde yerinin bulunması için kullanılan ufuk bilgisi ve rüzgar yönü gibi pratik yöntemlerin Araplar tarafından yaygın kullanımın bir sonucu olarak da görülmüştür.

Kiblenuma, bulunan yere göre Kible'nin yönünü veren bir alettir. Bu aletin kullanımına daha çok yolculuklar esnasında ihtiyaç duyulmuştur çünkü yerleşim

³⁹ D. A. King, a.g.e., 1997, s. 162.

alanlarına inşa edilen camilerin yönü Kabe'ye yöneliktir. Kıblenümler, üzerinde pusula, Güneş saati ve bir haritayı bulundurabilecek şekilde amaca yönelik olarak İslam alimleri ve sanatkarlar tarafından üretilen ve yaygın bir şekilde kullanılan birleşik aletlerdir. Daha çok tahta veya metalden imal edilip cep saati şeklinde kullanılmış olmakla birlikte, daha büyük ebatlara sahip olanları da yapılmıştır.⁴⁰ Üzerinde bulunan pusula ile kuzey-güney doğrultusunda yönlendirilir. Haritası üzerinde, Mekke'nin bulunduğu yerde dönebilen bir gösterge bulunur. Burada Mekke'ye göre işaretlemeler yer alır. Belirsiz enlemler için de üzerinde bulunan Güneş saatinden faydalanılmaktadır. Göstergenin, haritanın altında bulunan yerler (konum) listesinden seçilecek bir yere döndürülmesi ile gösterge ve Kible yönü arasında belirli bir açı oluşur. Bu açının ve daha önce küresel trigonometri hesaplamalarından elde edilen formülün de kullanımıyla bulunan bölgenin Mekke'ye yönü ve uzaklığı hesaplanmış olur.

iv. Mekanik Astronomik Takvim

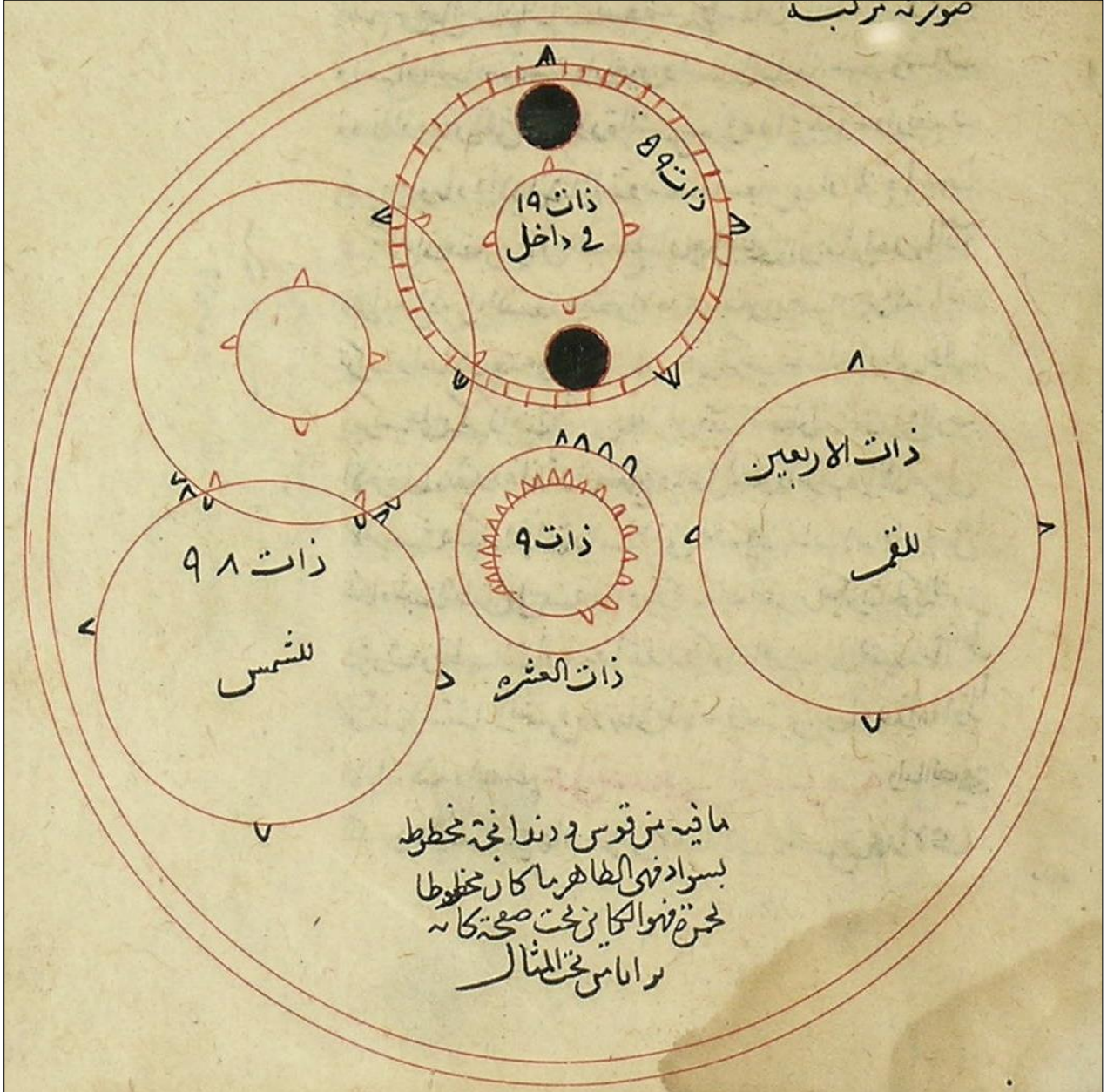
Birûnî'nin, usturlap yapımı hakkında kaleme aldığı eseri *İstīāb el-Vucūh el-Munkina fi San'at el-Asturlāb'ın hukuk el-kamer* (Ay Kutusu) başlığı altında mekanik-astronomik bir takvim tarifi yer almaktadır. Birbirine geçirilerek lehimlenmiş ve aralarında eksenlerin Güneş günlerini, Ay günlerini, Zodyak takımyıldızlarını verdiği çeşitli büyüklüklerdeki yedi dişliden oluşan aletin amacını Birûnî, "Ay'ın büyümesi ve küçülmesini, Ay'ın geçip giden kısmını ve her iki ışığın (Güneş ve Ay'ın) yaklaşık konumunu tespit etme" olarak açıklar. Birûnî, "dişli çarkların bağlantılarının iyileştirilmesindeki başarının" kendine ait olduğunu söylemekle birlikte altın mucidi olduğunu söylememiş ve bazı astronomların da bu alet üzerinde çalıştığını bildirmiştir. Bununla birlikte Birûnî tavimin hata payını darerek bu takvimin hiçbir zaman gerçeği veremeyeceğini belirtmiş ve muvakkithanelerin kullanımına ondan sonra sunmuştur.⁴¹

Sonraki yüzyıllara ait mekanik astronomik takvimler biri de 1221 yılından günümüze ulaşan Mıhmed b. Ebî Bekr el-İsfahânî'nin yaptığı olmuştur. Bu model,

⁴⁰ A. Bir, M. Kayral, *Kıblenüma*, **Otomasyon**, Sayı 26, 1994, s. 65-66.

⁴¹ A. Bir, M. Kayral, *Birûnî Tarafından Verilmiş Olan Güneş ve Ay Hareketlerini Temsil Eden Mekanik Bir Düzen*, **Otomasyon**, Sayı 44, 1996, s. 100-102; F.Sezgin, **a.g.e.**, C.2, s. 164-165.

Oxford Bilim Tarihi Müzesi'nde (No. 1221-1222. CLL5) bulunmaktadır. Birûnî'nin modelinin anlaşılmasında da yardımcı olmuş olan bu alet, Birûnî'nin modeline göre bazı eklentiler içermekle birlikte Üzenindeki örümcek, 39 sabit yıldızın konumu göstermektedir. İç disk, 30° ve 34° enlemleri için tasarlanmıştır, dişli mekanizması sekiz dişli çark ile çalışmaktadır.⁴²



Şekil 1: İsti'ab adlı eserinde Biruni'nin Mekanik Takvimi çizimi⁴³

⁴² F.Sezgin, a.g.e., C.2, s. 165.

⁴³ Biruni, İsti'ab, Carullah No.1451, v.59b.

v. Gök Küresi

Gök yüzünün üç boyutlu bir modelini veren gök küreleri, zaman zaman süs eşyası olarak saraylarda kendine yer bulsa da ders amaçlı eğitim meclislerinde de istifade edilen bir alet olmuştur. Bu özelliği ile diğer gözlem ve hesap aletlerinden ayrılan bir yere sahiptir. En bilinen gök kürelerinden biri, Abdurrahman eş-Şüfi'ye (ö.986) aittir. Sufi, yaptığı gök küresinde her bir takımyıldızı için takımyıldızın yatay düzlemdeki ve kopya kağıdı ile elde edilen bir kopyası olmak üzere iki resim vermektedir.⁴⁴

Semer kandlı Gıyaseddin Cemşid el-Kaşi'nin (ö.1437) babasına yazdığı mektup geçen ifadeler alet yapımı konusuna bir örnek olarak verilebilir. Mektupta Kaşi, Bakırcı İbrahim Usta'ya evinde 'kendi nezareti altında' *zatühalak* adlı bir alet yaptırdığından söz eder ve aletlerin yapımındaki zorluğu şu sözlerle dile getirir:

“... zatürhalakta işin güç tarafı bakırcının işidir, yoksa aletin teorisinde güçlük yok. Hâlbuki *usturlapta* durum böyle değil. Onda bunların her ikisi de güç.”⁴⁵

Benzer şekilde gözlem aletlerinin özellikle usturlapların, kullanımında yazılı metotların bazı uygulama zorlukları oluşturduğunu ve bu aletleri kullanmanın belli bir uzmanlık gerektirdiğini Kaşi'nin şu sözlerinden çıkarabiliriz:

“...çapı bir gez olan bir usturlap yaparak, rasat ile bilinen 22 sabit yıldızın hepsini bunun üzerine tesbit etmek istemişlerdi. Bu yıldızların *metalilerine*¹³ ihtiyaç vardı... 150'ye yakın yıldız vardı ki onların anladığı şekilde *Zic-i İlhani*'de verilen metotla yapınca bunların yerleri doğru çıkmıyordu... *Zic*'deki talimatın eldeki meseleye tarzını izah ettim. Kendilerine bu iş için başka bir usul de anlattım ve usturlaba bin yıldız vazedildiğinde meridyen transiterinin metalilerini bulmanın şart olmadığını, bu yoldan işlemleri uzun süren yıldızları başka bir metodla da ele almanın mümkün olduğunu gösterdim.”⁴⁶ (s. 79)

Bununla birlikte bu aletlerin tarih içerisinde tekrar yapımı esnasında da bir takım bozulmalara maruz kaldıkları görülmektedir. Örneğin Endülüs'ten günümüze

⁴⁴ F.Sezgin, **a.g.e.**, C.2, s. 17.

⁴⁵ A.Sayı, **Uluğ Bey ve Semerkand'daki İlim Faaliyetleri Hakkında Gıyasuddin-i Kaşi'nin Mektubu**, Türk Tarihi Kurumu Yayınları, Ankara, 1960, s. 84.

⁴⁶ Sayılı, A. **a.g.e.**, s. 79.

ulaşan *güneş saatleri*'nin daha sonraki dönemlerde “ciddi hatalar ile bozulmuş ve pratik açıdan kullanışsız hale” getirilmiş olmasının bir sonucu olarak, King'in birer belge olarak gördüğü bu aletler incelediğinde “yapıcılarının yeteneklerini gösterme de yetersiz” kaldıkları görülmektedir.

1.6.2. Gözlem İçin Kullanılan Aletler

Bu başlık altında öncelikle gözlemvleri için tasarlanmış ve bir çoğu büyük ebatlı olan aletlere yer veilecektir. Başlıkları Takıyüddin'in İstanbul Rasathanesi'nde kullandığı aletler üzerinden yapılmıştır.

Gözlemvlerinin İslam dünyasındaki ilk karşılıkları Halife Me'mûn tarafından Bağdat ve Şam'da kurulan *Şemmâsiye* ve *Kâsiyûn Gözlemevi*'dir. *Şemmâsiye*'nin hatalı sonuçlar verdiği anlaşılmaya üzerine, daha hassas aletler ile *Kâsiyûn* kurulmuştur. Dönem şartları içinde ölçüm hassasiyetini arttırmak yapılacak aletin ebatlarının artırılması anlamını taşımaktadır ki bu üretim ve kullanımla alakalı bir takım fizikî güçlükler içerir. Bu durumda Birûnî, İbn Sînâ ve bazı rasatçılar küçük aletlerin kullanımını tercih etmişlerdir ve aletlerin ebatlarını büyütmezsizin dakikliğini artırılması problemiyle ilgilenmişlerdir. Birûnî'nin bu durum için getirdiği çözüm, ‘açı değerlerinin gösterildiği çizgilerin çapraz çizgiler ile bölünmesi’ olmuştur. İbn Sînâ'nın, Alaaddin Devle'nin isteği ile *zîcler*deki hataların düzeltilmesi ve daha hassas gözlemlerin yapılması amacıyla çalışmaya başladığı Hamedan Gözlemevi'nde, kendi yaptığı bir *azimut kadranı*nı kullandığı bilinmektedir. Bu aletin önemi, İbn Sînâ tarafından alete *mikrometre*'yi anımsatan bir düzeneğin yerleştirilmesi ile açı ölçümünde sağlanan dakikliklerdir. Gözlemevindeki çalışmalarda ve aletlerin üretilmesinde Ebû Ubeyd Abdullah el-Cuzcânî'nin de katkısı olmuştur. Merağa Rasathanesi'nden bu güne ulaşan tek alet Mu'eyyeddin el-Urdî'nin oğlu Muhammed tarafından yapılmış olan *gökküresi*'dir.⁴⁷ Semerkand Uluğ Bey Medresesi'nin inşası 1417'de başlamış ve 1420'de tamamlanmıştır. Semerkand'da gerçekleşen bu dönüşüm Uluğ Bey'in (ö.1449) “ferdi yönelim ve kişisel meşrebiyle” de alakalıdır. Nasiruddin Tusi ve Kutbuttin Şirazi tarafından oluşturulan Merağa

⁴⁷ F. Sezgin, a.g.e., C.2, s. 33.

geleneği öğrencileri vasıtasıyla devam ettirilmiştir.⁴⁸ Bursalı Musa Kadı-zade Semerkand medresesinin baş müderrisi ve Uluğ Bey'in de hocasıdır. "Semerkand, Herat ve Buhara'da" yeni bir merkezî ilim cemiyeti oluşumundan söz edilir. Timurluların toplam 69 medrese kurduğu yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur ve bunlar arasında son derece önemli olanları vardır, Herat'ta, sünnî inancın yaygınlaştırılması amacıyla kurulan medrese bunlardan biridir.⁴⁹

Bursalı Kadızâde-i Rûmî ilk eserlerini Anadolu'da yazmış, daha sonra Semerkand'a yerleşmiş ve Uluğ Bey tarafından kurulan Semerkand Medresesi'nin ve rasathanesinin başına geçirilmiştir. Kadızâ'nin *Risâle fî İstihrâcı Hattı Nısfî'n-Nehâr ve Semti'l-Kible* (Bulunulan Yere İlişkin Boylam Dairesinin ve Kible Yönünün Hesaplanması Konusunda Risale) konum hesabıyla ilgili önemli bir eseridir. Ali Kuşçu'nun (ö.1474) *el-Fethiyye fî İlmi'l-Hey'e*'si de oluşan astronomi çizgisinin devamı niteliğinde bir eserdir, Osmanlı döneminde birkaç çeviri ve şerhi mevcuttur.⁵⁰

Kaşi babasına yazdığı mektupta Uluğ Bey hakkında şunları söylemektedir:

"...bir gün atla dolaşırken, sekiz yüz on sekiz yılının Recep ayının onu ile on beşi arasındaki bir pazartesi gününe rastladığı bilinen bir tarihin güneş yılına göre senenin hangi gününe işaret ettiğini bu bilgiye dayanarak zihnî hesaplama bulmak istedi; bu maksâtle, at üzerinde, güneşin o güne tekabül eden boylamını iki dakikaya varan bir teferruat sınırına kadar hesapladı ve attan inince sonucu bana sordu."⁵¹

Kaşi mektubunda rasat için üzerinde çalışılan *zatussemt* ve *zatu'l-hedefi's-seyyare* adında iki aletten de bahsetmektedir.⁵² (Kaşi'den aktaran Sayılı, s. 89).

Nasireddin Tusi'nin (ö.1274) *Risâle-i Sî Fasl* (Otuz Bölümlük Risale) adıyla bilinen *Muhtasar fî İlmi't-Tencîm ve Marifeti't-Takvîm* (Astronomi ve Takvim Bilgisi Hakkında Özet Kitap) adlı eserinin Ahmed-i Dâî'nin astronomi terimlerinin Türkçe

⁴⁸ İ. Fazlıoğlu, **a.g.m.**, s. 6-7.

⁴⁹ İ. Fazlıoğlu, **a.g.e.**, s. 9.

⁵⁰ Bir, A. v.d. **XVI. Yüzyıl Osmanlı Astronomu Takiyuddin'in Gözlem Araçları**, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, 2011, s. 4-5.

⁵¹ A. Sayılı, **a.g.e.**, s. 77.

⁵² A.Sayılı, **a.g.e.**, s. 89.

karşılıklarını vererek ve kısaltarak Farça'dan yaptığı tercüme⁵³ Osmanlı döneminde hazırlanan ilk astronomi eseri kabul edilmektedir. Benzeri tercüme Anadoluda bir bilim geleneğinin yerleşmesine de yardımcı olması bakımından önemlidir.⁵⁴

Osmanlı döneminde teorik derslerde en çok başvurulan kişiler arasında Nasireddin Tûsi, Kutbeddin-i Şîrâzî, Gıyaseddin Cemşid el-Kâşî ve Abdülvahab b. Cemaleddin b. Yusuf el-Merdânî'nin (1421'de sağ) yanı sıra Takiyyüddin er-Râsîd ve daha çok Mustafa b. Ali el-Muvakkî (ö.1574) olarak tanınan *Müneccimbaşı*⁵⁵ Mustafa b. Ali b. el-Muvakkî'in (ö.979/1571) sayılabilir. Ali el-Muvakkî'in konu ile ilgili Türkçe eserleri hem ihtiva ettikleri bilgiler hem de yaygınlıkları açısından önem arz etmektedirler. Türkçe ve Kanuni'nin sadrazamı İbrahim Paşa'ya ithafen kaleme aldığı *Ferah Feza* adlı eserinde kendi icadı olan *rub'-ı âfakî* adlı bir aletin kullanımından bahsetmektedir.⁵⁶

Künyesi Takiyyüddin Ebu Bekr Muhammed b. Zeynüddin Maruf, el-Dimeşkî, el-Haneffî Takiyyüddin el-Rasîd (ö.1585) olarak bilinir. Şam'da doğumludur. Astronomi derslerini Muhammed b. Ebu'l-Feth es-Sûfî'den almıştır. Ali Kuşçu'nun torunu olan babası Kutbettin, Takiyyüddin için çeşitli gözlem aletleri temin etmiş ve dedesinden kalan, Cemşid el-Kâşî ve Bursalı Kadızâde'nin astronomiyle ve matematikle ilgili eserlerini Takiyyüddin'e vermiştir. Aynı zamanda astronomi çalışmalarında ona yardımcı da olmuştur. Bu durum, Takiyyüddin'in İstanbul'a gelmesiyle, astronomi alanında önemli kitapların ve aletlerin İstanbul Rasadhane'sinde taşınmasını sağlamıştır. Golius (ö.1667), tarafından, Takiyyüddin'in kütüphanesinin bir bölümü Leiden'e götürmüştür ve bu kitaplar hâlâ oradadır. 1574'te Ali el-Muvakkî'in ölümü üzerine Sultan II. Selim tarafından müneccimbaşı

⁵³ Kitabın Türkçe çevirisi T.N. Gencan ve M. Dizer tarafından yapılmıştır ayrıca eserin bölümleri hakkında özet bilgiler için bkz: E. Karabacak, *Ahmed-i Dâ'i'nin Risâle-i Si Fasl Adlı Eseri Üzerine Bir İnceleme*, **Turkish Studies**, 8/9, 2013, s. 279-288.

⁵⁴ E. Karabacak, **a.g.m.**, s. 280.

⁵⁵ *Müneccimbaşı* aslen ilmiye sınıfına mensup, medrese mezunu kişiler arasından seçilen ve saraydaki diğer müneccimlerden sorumlu olan kişidir. Müneccimbaşılik, XV-XVI. yüzyıllarda ortaya çıkmış bir müessesedir. Sarayda astronomi ve astrolojiyle ilgili çeşitli görevleri vardır. Bu görevlerin en önemlileri arasında takvim hazırlama yer alır. Bununla birlikte astronomik olaylar ile doğa olayları üzerine etkilerinin belirlenmesi de müneccimbaşının kontrol etmesi gereken görevler arasındadır. Muvakkithanelerin yönetimi de müneccimbaşıya aittir. Son müneccimbaşı Hüseyin Hilmi Efendi (ö. 1924) olmuştur. Bkz: Tağman, **a.g.e.**, s. 17-18. Ayrıntılı bilgi için bkz: S. Aydın, *Osmanlı Astronomi Müesseseleri*, **Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi**, C.2/4, 2004, s. 411-453.

⁵⁶ Ali el-Muvakkîtin, zamanın hesaplanması ve alet kullanımıyla ilgili bilinen, bu eseri dışında, yaklaşık on beş tane daha eseri bulunmaktadır. Eser listesi için bkz: Tağman, **a.g.e.**, s. 14-15.

olmuştur. Astronomi alanında yirmi eser kaleme alan Takiyüddin'in, Mısır'da başlayan gözlem çalışmalarının asıl amacı da klasik gelenekte gözlem yapma nedenlerinden biri olan, daha doğru *zîc* hazırlama isteğiyle paralellik gösterir. Takiyüddin, *Uluğ Bey Zîci*'ndeki bazı eksiklikleri tamamlayarak yeni bir *zîc* hazırlamayı amaçlamıştır, İstanbul Rasathanesi'nin kurulumu da bu istek ile ilişkilidir. Aynı yıl tahta geçen Sultan III. Murat'ın 1575 yılındaki bir fermanıyla İstanbul Rasathanesi inşasına başlanılmıştır.⁵⁷ Rasadhane'si için birçok rasad aleti yapmıştır. Takiyüddin astronomik gözlemlerde otomatik-mekanik saatleri ve ondalık kesirler aritmetiğini *zic* hesaplarında ilk kez kullanan kişidir. Takiyüddin'in rasathanesindeki alimlerden birisi tarafından *Alat el- Rasadiyye li Zic-i Şehinşahiyye*⁵⁸ adıyla yazılan risalede yaptığı gözlemler yer almaktadır. Takiyüddin, *Cerîdetü'd-Dürer ve Harîdetü'l-Fiker* adlı eserinde ve içinde bulunan *zîcde*, İstanbul Rasathane'sinde yaptığı çalışma sonuçlarını kullanmıştır, bu çalışmaların uygulamalı sonuçları şu başlıklar altında toplanabilir:

- i. Güneş parametrelerinin hesaplanması için yeni bir yöntem olan 'üç gözlem noktası' metodunu kullanmıştır.
- ii. Sabit yıldızların enlem ve boylam hesabı Ay'ın kullanımını bırakarak bu hesaplamalar için Venüs ve iki sabit yıldızın (*Aldebaran* ve *Spica Virginis*) kullanmıştır.
- iii. Dünya'nın *enberi* (Güneş'e en yakın olduğu yer) olduğu zamanı 63'' olarak hesaplamıştır. (güncel hesaplamalar 61'')
- iv. İslam matematikçileri tarafından geliştirilen ondalık kesirleri ilk defa trigonometri sisteminin altmışlık tabanına uygulamış ve buna uygun sinüs ve tanjant tablolarını hazırlamıştır.

i. Çok Halkalı Araç (Zat-ül Halak)

Tutulmalara göre takım yıldızların enlem ve boylamlarını hesaplamada kullanılmıştır. Yaklaşık beş buçuk metre çapındaki halkalara sahiptir. Almagest'in 5. makalesinde yer alan tariften yola çıkılarak İstanbul Rasathanesi için tasarlanan alet,

⁵⁷ A. Bir, v.d. a.g.e., s. 7.

⁵⁸ İstanbul Üniversitesi, Nadir Eserler, TY, nr. 1993.

tarifin kapalı ortamda kullanımının zor olacağı düşüncesiyle, tarif 6 halkalı olacak şekilde tekrar düzenlenerek yapılmıştır. Alette, ekliptik dairesi ve kutuptan geçen daireye ait halkaların dik konumlandırılmıştır. Ufuk adı verilen düzenek, altı ayak üzerinde konumlandırılır. Gözlem yapılacağı zaman aracın altında 5 gözlemci bulunur; gözlemcilerden biri ekliptik dairesini, ikisi boylam halkalarını gözler, biri enlem halkası hareket ettirilirken, *hedefe*'den (gözlem deliği) bakarken bir diğeri de çekül doğrultusunun dikliğini kontrol eder.⁵⁹

ii. Duvar Kadranı (Libne)

Güneş'in eğimini ölçmeye yarayan bakır iki halkayla oluşturulmuş bir düzenektir. Muadili olmakla birlikte Takiyüddin bu aleti de Macistî'den seçmiştir. Bu alet, Şiraz rasathanesinde de kullanılmıştır. En ve boy ölçüleri 12X0.65m (yaklaşık 8m) olarak inşaa edilen bir set üzerine, öğle çizgisini verecek şekilde 14X0.65m (yaklaşık 9.5m) yüksekliğinde duvara köşegen, birbirini kesen yaylar (kadran) şeklinde yerleştirilir. Yaylar *kuzey yükseklik yayı* ve *güney yükseklik yayı* olarak isimlendirilir. Bu yaylar 90°'ye ve her derece 60''ya bölünür. Yayların üst köşelerine çakılı kazıklar gözlem sırasında üzerlerinde ikişer gözlem deliği bulunan cetvel işlevi görür. Bu cetveller yardımıyla yıldızların yükseklikleri ve eğimleri bulunabilmektedir.⁶⁰

iii. Yükseklik ve Güney Açılarını Ölçen Alet (Zât-us Semt ve-l İrtifâ)

İslam astronomları tarafından Şam'da tasarlanıp, daha sonra Şam'da İbn Şatır tarafından da kullanılmaya devam eden alet, Merağa'ya taşınıp kullanılmaya başlanılmıştır, Merkür ve Venüs'ün hareketlerini, düşük yükseklik açılarında (doğarken ve batarken) gözlemek ve yıldızların yüksekliklerini ve azimutlarını (ufuksal koordinatlarını) hesaplama işlemlerinde kullanılmaktadır. Üst çapı yaklaşık 8m genişliğinde yapılan silindirik bir dairenin üzerine, ufka paralel, bir daire yerleştirilir. Onun üstüne ise bakırdan yapılan aynı çaplı bir yarım daire ufuk düzlemine dik olarak yerleştirilir. *Yükseklik halkası/mukantara (zât-ul irtifâ)* adı

⁵⁹ A. Bir, v.d. a.g.e., s. 26-27.

⁶⁰ A. Bir v.d. a.g.e., s. 30-31.

verilin yarım halkanın üzeri derece ve dakika çizgileri ve çapın ortasından geçen mil bulunur, mil ahşah taşıyıcı bir halkaya bağlıdır. Yükseklik halkasına dik yerleştirilen yatay halka ile azimut açısı ölçülmektedir. Gözlem için yükseklik halkası hareket ettirilerek diğer halkanın hareketinin takibi ve kulenin dibindeki gözlemci tarafından, bu sonuçların kaydedilmesiyle gözlem gerçekleştirmiş olur.⁶¹ Takiyüddin, kullandığı gözlem aletiyle ilgili şunları not etmektedir:

“Ben uzakta bulunmaları nedeniyle görülemeyen (gözden gizlenmiş olan) eşyayı en ince ayrıntılarıyla gösterebilen ve ortalama uzaklıkta bulunan gemilerin yelkenlerini, bir ucundan tek bir gözle baktığımızda görebileceğimiz... bir billur (mercek) yaptım.”⁶²

iv. İki Bölümlü Gözlem Aleti (Zât-uş Şu’beteyn)

Macesti’den alınmış aletlerdendir, Ay’ın, Güneş’in ve yıldızların iraklık açılarını (*ihtilâf-ı manzar-ı kamer*) ve gezegenlerin başucu açıları (*tamâm-ı irtifâ*) ölçülür. Boyları yaklaşık 8m olan, tahtadan yapılmış üç cetvel bulunur. *Birinci* veya *dik cetvel* (*mıstıra-i ûlâ*) ufku gösteren çizgi üzerine yerleştirilmiştir. Birinci cetvelden daha kısa olan ikinci cetvel, birinci cetvele tepe noktasından bir mil yardımıyla bağlanır. Düzenekte ufka yakın yıldızın gözlemlerinde ikinci cetvelin kullanımını mümkün kılacak bir merdiven sistemi bulunur. Birinci cetvelden aşağı sarkıtılan bir çekülün ile ikinci cetvelin konum sağlaması yapılır. İlk cetvel ile iki mil arasındaki mesafeye *mil açıklığı* denir ve 60 parçaya bölünür. ‘Üçüncü cetvelin uzunluğu, yarıçapı iki mil arasındaki mesafeye eşit bir çeyrek dairenin kirişi kadardır’. Bu modeli daha yararlı bulan Takiyüddin, üçüncü cetvel yerine çeyrek bir halka kullanılan modellerin de var olduğunu aktarır.⁶³

v. Cetvelli Çeyrek Kadran (Rub’-ı Mıstarî)

Yazının bir önceki bölümünde de adı geçen, yıldızların ufuk yüksekliğini ölçmede kullanılan alet, çapı yaklaşık 6m olan daire yayının dörtte birlik kısmı ve bir taban (*kaide*) cetvelinden oluşmuş bir düzenektir. *Rubu* (çeyrek) *daire* olarak da

⁶¹ A. Bir v.d. a.g.e., s. 32-34.

⁶² A. Bir, v.d. a.g.e., s. 14.

⁶³ A. Bir, v.d. a.g.e., s. 34-36.

isimlendirilir. Yayın üzerine yükseklik yayı üzerine başlangıçları çeyrek yayın merkezi olacak şekilde yerleştirilen üç cetvel bulunur. Ortadaki cetvelin ağırlık merkezinden geçirilen bir eksen sistemi taşır. İkinci cetvel üzerinde iki gözlem deliği ve aşağı sarkıtılmış bir çekül bulunur. Gözlemci bir merdiven yardımıyla gözlemi yaparken, bir yazıcı da sonuçları kaydeder.⁶⁴

vi. İki Delikli Gözlem Aleti (Zât-us Sukbeteyn)

Almagest'te adı geçen aletlerden biridir. İki gezegen arasındaki yükseklik ve uzaklık değerlerinin ölçümünde kullanılır. Biri hareketli diğeri sabit iki hedefenin bulunduğu aletin üzerinde derece ve dakika çizgileri yer almaktadır. Gözlem esnasında hareketli cetvel gök cismine yönlendirilerek sabit diğeri hedefeyle arasında oluşan açının ölçümü gerçekleştirilir.

vii. Gözlem Saati (Bengâm-ı Rasadî)

Takiyüddin'in 1558 yılında, Nablus'ta kaleme aldığı *Kevâkibu'd-Durriye fi Vadil-Bengâmâti'd-Devriyye* adlı çalışması, İslam medeniyetinde mekanik saatlerle ilgili kaleme alınmış ilk eserdir. Astronomik ölçümlerde kullanılan ilk mekanik saat düzeneği denilebilecek alet Takiyüddin tarafından düzenlenmiştir. 60'lı dakika saniye bölümleri kullanılmıştır.⁶⁵ Gözlemlerde mekanik saatin kullanılmaya başlaması ile elde edilen sonuçlardaki gözlem hassasiyeti de arttırılmıştır.

Özellikle Tak,yüddin'in gözlemevinde kullandığı gözlem aletlerini kısaca tanıttıktan sonra, gözlem için kullanılan bir diğeri alet olan Kemal aletini de kısaca tanımlayacağız.

viii. Kemal Aleti

Gözlem için kullanılan aletlerden bir diğeri de özellikle deniz anstronomisinde karşımıza çıkan *Kemal aletinin* tarif ve tasvirini Seydi Ali Reis'in 1554'te kaleme aldığı *Muhit* adlı eserinde görmekteyiz. Kemal aletinin, XIX.

⁶⁴ A. Bir, v.d. a.g.e., s. 37-38.

⁶⁵ A. Bir, v.d. a.g.e., s. 14.

yüzyılda dahil geç dönemlere kadar kullanıldığı bilinmektedir. Bu eserden aletin tarihsel bir gelişim gösterdiği anlaşılmaktadır. Buna göre bazen aletin ortasından geçen bir ip ve tahtalardan oluşan modelleri olduğu gibi tek bir tahtadan ve belirli aralıklarla düğüm olmuş biçimde tahtanın ortasından geçen bir ipten imal edilmiş tasarımları da mevcuttur. Altı ufka üstü ise kutup yıldızına gelecek şekilde ayarlanarak oluşturulan dik iki ikizkenar üçgenin oluşturacağı trigonometrik eşitlik yardımı ile uzunluğun hesaplanması prensibine dayanır. Tahta sayıları Çinlilerde 12, Seydi Ali Reis'in aletinde 9, İbn-i Macid'in aletinde ise 3'tür. Kullanılan tahta boyutunun farklılığı enleme bağılı imal edilışinden kaynaklanmaktadır. İpte yer alan düğümler ya da tahta boyutları yükseklik hesaplamasının yapıldığı *isba* yani parmak hesabı yerine uzunluk birimini belli bir standarda oturtmak için kullanılmıştır. Ancak bu standardı belirlerken de yine uzunluk ölçüsü olarak parmak hesabı kullanılmıştır ve düğümler arasındaki mesafeler eşit değildir.⁶⁶

Hem gözlem hem de bir ölçüm aleti olan güneş saatleri ve usturlaplar ayrı başlıklar altında ele alınmıştır.

⁶⁶ G. Danişan, **16. Yüzyılda Osmanlılarda Deniz Astronomisi ve Astronomi Aletleri**, İstanbul Üniversitesi, Doktora Tezi, 2016, s. 110-115.

1.6.3. Güneş Saatleri

Güneş saatlerinin kullanımının tarihçesi Mezopotamya'da Büyük İskender'in Babil'i almasının ardından Babil'de kullanımına başlanmasına dayandırmaktadır.⁶⁷ Güneş saati, Güneş'in görünen hareketine bağlı olarak herhangi bir cismin gölge boyundaki ve konumundaki değişimin hesaplanması ile zamanı verir. Güneş saatlerinin gösterdiği zamana *Gerçek* veya *Görünen Güneş Zamanı* denir. Güneş'in bir yerin meridyeninden art arda iki geçişi arasında geçen zamandır, Güneş'in saat açısı ile ölçülür. Farklı meridyenlerde bu ölçümlerin farklı olması ve Güneş'in görünen yörüngesinin eliptik olmasından, daire olmamasından dolayı gündüz uzunlukları sabit değildir, değişkendir.⁶⁸ Kullanılan zaman ile Güneş saatinin verdiği zaman arasındaki farka *zaman eşitliği* denir.⁶⁹ Güneş saatlerinin kullanımı için geosentrik evren modelinin bir fark yaratmaz çünkü güneş saatleri Güneş'in görünen hareketini temel alır. Bugün güneş saati okurken Greenwich (başlangıç) meridyenine veya saat diliminin standart meridyenine göre olmak üzere Boylam Düzeltmesi yapılması gerekir. Bu düzeltmeler sırasında

$$360^\circ = 24 \Rightarrow 180^\circ = 12 \Rightarrow 180^\circ / 12 = 15^\circ$$

$$\Rightarrow 1' = 15^\circ \Rightarrow 60' / 15 = 4' \Rightarrow 1^\circ = 4' \quad \text{eşitliklerinden faydalanılır.}$$

Zaman hesabı levha üzerinde önceden işaretlenen saat çizgilerinin aralarına milin gölgesinin düşmesi ile saptanır. Gnomonun düzleme dik bir milden oluştuğu güneş saatlerinde ise gnomon gölgesi zaman hesabı için kullanılır. Cismin gölgesi Güneş doğarken uzundur, sabah kısalır Güneş yüksekliğinin maksimum olduğu öğle vaktinde minimumdur, Güneş batarken ise tekrar uzar. Benzer şekilde kışın gölge uzunluğu yaza göre daha uzundur. Bu durumda gölge uzunluğunun mevsimlerin bir fonksiyonu olduğu söylenebilir ve mevsime göre değişen gölge hattına *eğim çizgisi* (*line of declination*) veya *tarih çizgileri* denir. Güneş saatleri, yapılacak ilaveler ile

⁶⁷ F. Tabak **Güneş Saatleri**, s. 1.

⁶⁸ Gündüz sürelerindeki farklılık için *Ortalama Güneş Zamanı* tanımlanır, mekanik saatlerin çalışma mekanizmasını oluşturan Ortalama Güneş Zamanı da yerel zaman verir. *Standart* veya *Bölge Zamanı* ise 24 meridyen dilimi için tanımlanmış, politik sınırlar gözetilerek uygulama konulmuş, bugün kullanılmakta olan zaman birimini tanımlar. Mekanik saatler standart zamanı yani; saat diliminin standart meridyeninin ortalama güneş zamanını gösterirler.

⁶⁹ Zaman eşitliği tablosu için bkz: F. Tabak, **a.g.e.**, s. 79.

Güneş'in yönü ve yüksekliği, doğuşu ve batışı, gündüz ve gece uzunluğu gibi zaman parametreleri hesaplamada da kullanılmıştır. Güneş saatleri bölge zamanını verir bu nedenle kullanılacağı yer için doğru yönlendirilmiş olmalı ve özel olarak tasarlanmalıdır. Güneş saatinin üzerinde dönence çizgileri yer alıyor ise milin boyunu ve güneş saatinin hangi enlem için tasarlandığını söylemek mümkündür.⁷⁰ Milin ucu, dönme eksenini Dünya'nın dönme eksenine -neredeyse- aynı doğrultuda olduğundan dolayı diğer yıldızlar gibi gün içerisinde yer değiştiriyormuş gibi görünmediği için her zaman kuzeyi gösteren Kutup Yıldızı'nı⁷¹ göstermelidir. Güneş saatleri taşınabilir ve sabit olmak üzere iki gruba ayrılır. Başka bir sınıflandırma ile saatlerinin yatay, düşey, eğimli, ekvatorial, polar ve daha az yaygın olan analematik, çemberli küre, konik, konkav, konveks türleri vardır ama temel olarak sabit güneş saatleri yatay, düşey ve küresel olarak üç başlık altında toplanabilir. Namaz vakitlerinin dikkatli hesaplanması gereksinimi 'İslami Güneş Saatleri' kavramını oluşturmuştur. Gündüz ve gece sürelerinin farklılığı yani eşit olmayan (*temporary*) saatler; mevsimsel, antik, Biblik (İncil'e ait), Jewish (Yahudilere ait), kanonik gibi isimlendirmeler ile de kullanılmaktadır.⁷²

İslam Coğrafyasında kullanılan güneş saatlerinin çok az bir kısmı günümüze ulaşmıştır. Dokuzuncu yüzyılın başlarından itibaren büyük camilerin birçoğunda güneş saatleri kullanılmıştır, güneş saatlerinin VII. yüzyılda yapılan seferler esnasında Roma'da karşılaşılmaması ile İslam dünyasına kazandırıldığı düşünülmektedir.⁷³ Bu yüzyıllardan itibaren yarı küresel ve düzlemsel güneş saatleri yaygın olarak kullanıldığı bilinen güneş saatleridir. Çoğu İslam güneş saatlerinin üzerinde vakitleri gölge uzunluğu ile belirlenen öğle (*zuhr*) ve ikinci (*asr*)

⁷⁰ Bir, A. v.d. **Ahmet Ziya Akbulut (1929) Güneş Saatleri Yapım Klavuzu.** s. 30.

⁷¹ Dünya'nın ekseninin 25765 (yaklaşık 26 bin olarak da verilir) yılda bir, bir koni oluşturacak şekilde gerçekleştirdiği hareketine *Presesyon* (Yalpalanma) Hareketi denir. Bir topacın dönerken ortaya çıkardığı hareket ile örneklendirilir. Bu hareket Dünya'nın 23°27' lık dönme eksenini eğiminin Güneş'in kütle-çekimi ile düzeltilmeye çalışılması ve Dünya'nın şeklinin *geoit* olması sonucu bu çekimin şişkin olan ekvator bölgesinde olmayışı sonucu oluşur. Kutup Yıldızı, bugün Polaris adlı yıldızdır fakat presesyon sebebiyle MÖ 12000 yılında Kutup Yıldızı olan Vega MS 14000 yılında tekrar Kutup Yıldızı olacaktır. Polaris'in Kutup noktasıyla arasında 0.5° fark bulunurken, Vega ile Kutup noktası arasında yaklaşık 5° fark bulunmaktadır. Güney Kutbunda ise yine kutup noktasında da σ Octantis Kutup Yıldızı olarak kullanılmaktadır.

⁷² F.Tabak, **a.g.e.**, s. 23.

⁷³ D. A. King, **a.g.e.**

namazlarının vakitlerinin hesaplanması için işaretler bulunur.

Güneş saatleri ile ilgili en eski metnin Harezmi'ye (ö. 850) ait olduğu düşünülmektedir. Onuncu yüzyıldan bu yana bilinen metin, güneş saati yapımı için gerekli koordinat cetvellerinden oluşmaktadır. Belli bir enlem için hazırlanan alt tablolarda güneş yüksekliğinin gündönümü, standart güneş saati milinin gölgesi ve Güneş azimutunu göstermektedir.⁷⁴ Koordinatların liste halinde bulunuyor oluşunun güneş saati üretiminin serileştirileceği düşünülse de erken dönemden günümüze ulaşmış güneş saati bulunmamaktadır.

Sâbit İbn Kurrâ'nın astronomi aletleri hakkında günümüze ulaşan tek telifi *Kitab fi alat al sa'at allati tusamma*⁷⁵ isimli eseri, içerdiği Güneş saati teorisi ve kapsamı açısından King tarafından matematik yazımında bir şaheser ve İslam Dünyası'nda konuyla ilgili en gelişmiş açıklama şeklinde nitelendirilmiştir. Ancak buna rağmen İslam güneş saati bilimine sınırlı bir etki yaptığını ve 1930'da yayımlanmış olmasına karşın bilim tarihçilerinin de bu eser üzerindeki ilgisinin eksikliğini vurgulayan King, bu durumu daha sonra gelen Müslüman Astronomların güneş saatleriyle daha çok pratik açıdan ilgilenmeleriyle açıklar.⁷⁶ Sâbit'in eseri, bir birlerine dik olan ufuk düzlemi, gök ekvatoru ve güneş saati düzlemi arasındaki koordinat dönüşümlerini içermektedir. Sâbit'in Batlamyus'un gerçek güneş zamanı ile ortalama güneş zamanı arasındaki farkı veren zaman denklemi eğrisini ele aldığı *Analemma* gibi yazılarını incelediği bilinmektedir.

i. Küresel Güneş Saatleri

Daha çok antik güneş saatlerinde kullanılan modeldir. Genellikle çeyrek iç bükey olmakla birlikte yarım ve tam küresel şekilde de bulunabilir. Ekranı güneye gelecek şekilde kuzey- güney doğrultusuna yerleştirilir. İslam astronomisinde küresel güneş saatlerinden daha çok dikey ve yatay güneş saatleri kullanılmıştır.

⁷⁴ D. A. King, **a.g.e.** s. 194.

⁷⁵ Kahire Milli Kütüphanesi, Falak Koleksiyonu No.8532-8533, Miqat Koleksiyonu No.1047-1048, Taymur Riyad Kollaksiyonu No.356, İstanbul Köprülü Kütüphanesi No.948/1.

⁷⁶ D. A. King, **a.g.e.** s. 196-197.

ii. Düşey/Dikey Güneş Saatleri

Dikey güneş saatlerinin, saat düzleminin ve milinin olumsuz hava koşulları ve insanların tahribatına daha korunaklı olan konumları yatay güneş saatlerine nazaran bir avantaj sayılır. İslam astronomisinde camilerin güneydoğu ve güneybatı duvarlarında bulunan güneş saatleri günbatımı özelliklidir ve günbatımı özellikli saatler namaz vakitlerini belirlemeye daha uygundur.⁷⁷

Dokuzuncu yüzyıldan itibaren dikey güneş saatlerinin İslam astronomisinde kullanıldığı bilinmekte ancak ilk yüzyıllara ait modellerden hiçbiri günümüze ulaşmamıştır. Dikey güneş saatleri ile ilgili X. yüzyıl risalelerinden birinin de İbn Âdemî ya da Saîd İbn Hafif es-Semerkindî'ye ait olduğu düşünülmekte. Bu risale gün doğumundan itibaren her 30° lik güneş boylamı için vaktin yarım saatlik periyotlarını veren tablolar içerir. Bağdat'ın enleminin 33° alınarak hesaplandığı tablo değerleri altmışlık sistemde üç rakama kadar verilmiştir. Diğer bir tabloda da benzer şekilde altmışlık sistemde ve üç rakama kadar $\sin \theta$ ve $\cot \theta$ fonksiyonları verilmiştir. Hesaplamalarda \sin değerinin temelde 10 alınmış olması güneş saati milinin uzunluğunun 10 alındığı görülmektedir. \cot için 1 ve 10 almak üzere iki tablo hazırlanmıştır.⁷⁸

Merrâkuşî'de *Sâlu'l-Cerrâde* (Çekirdek Ayağı) olarak geçen alet, günümüze ulaşan en eski dikey İslam güneş saatidir. Bu alet üzerine 33° (Şam) ve 36° (Halep) için işaretler yer almaktadır. Dokuzuncu yüzyıldan itibaren bilinen en yaygın modellerden biri de *Münharife* (meridyen çizgilerine eğimli ve dikey) türü güneş saatleridir. Cami duvarları için kullanışlı bir modeldir.

iii. Yatay Güneş Saatleri

Üzerinde genellikle düzleme dik yerleştirilen milin dışında Kutup yıldızını gösteren ufuk düzlemine belli bir açıyla (ϕ) duran ikinci bir çubuk ve zaman aralıkları için çizgileri bulunur.

⁷⁷ A. Bir, v.d. a.g.e. s. 6.

⁷⁸ D. A. King, a.g.e., s.197. 1993

Ibnu's-Saffâr (ö.1035) tarafından 1000 yılı civarında yapılan, Kurtuba'da bulunan ancak yarısı tahrip olmuş yarısı sağlam kalmış model günümüze ulaşan en eski yatay İslam güneş saatidir. Mili bugün kayıp olmasına karşın uzunluğunun, saat üzerindeki dairenin yarıçapı kadar olduğu görülmektedir.

Ebu'l Kasım İbnu's-Şeddâd tarafından 1345/6 senelerinde yapılmış bir Endülüs/Mağrip güneş saati üzerindeki çizim ve hesaplamaların kullanılan zaman aralıklarını değil, namaz vakitleri gibi ibadetler için gerekli zamanları gösterir. *Kuşluk vakti* olarak isimlendirilen ve Güneş'in doğumundan ~45 dakika sonra başlayıp, öğle vaktinin girişine kadar geçen süreyi kapsayan zamanı gösteren eğriler ile ikinci vakti eğrilerinin simetrik oluşuyla namaz vakitleri(nin Güneş'ten faydalanılarak hesaplananları) belirlenmiş olur. Bu model güneş saatlerinin ortaçağda Endülüs ve Mağrip'te yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir.⁷⁹

Parçaları Şam Arkaoloji Müzesi'nin bahçesinde bulunan İbn Şatır tarafından Umeyye Camisi'nin ana minaresinin güneyine 2m X 1m ölçülerinde yapılmış yatay güneş saatinin birebir bir kopyası XIX. yüzyılda Tantavî tarafından yapılmış olan saat bugün camideki yerinde bulunmaktadır. Mermer levhada üç güneş saati yeri kazılıdır; kuzeydeki saat mili ikinci namazı vaktini, güneydeki saat mili gün doğumu sonrası ile günbatımı öncesi ve öğle vakti saatlerini gösterir bu ikinci saat mili üçüncü saat miliyle hizalanmıştır. Üçüncü saat ana saattir ve 20 dakikalık zaman dilimlerini gösterir. Saat üzerinde yer alan akşam ve şafak vakitlerine ilişkin çizgiler ile yatsı ve sabah namazını vakit hesaplamaları gerçekleştirilir. Bu eğriler üzerine düşen çizgilere bakılarak yatsı namazı vaktinin üç veya dört saat içinde başlayacağı söyleniyordu (vaktin daha kesin belirlenmesi diğer aletler ile gerçekleştiriliyordu). Gün doğumundan önce, aydınlığın karanlık içinde bir çizgi halinde belirgin olduğu zamanı tanımlayan terim *fecrdir*.⁸⁰ Bir sonraki günün fecrin⁸¹ 13½ saat öncesi zamanı veren bir eğriyi

⁷⁹ D. A. King, **a.g.e.**, s.203.

⁸⁰ M. Şener, *Fecr*, **DİA**, C. 22, s. 239.

⁸¹ Sabah namazının vaktinin hesaplanmasında önemlidir. Müslüman muvakkit veya zaman tayiniyle ilgilenen âlimlerin namaz vakitlerini belirlemede ayet ve hadislerle başvurmuş olmaları gerekliliğinden yola çıkarak fecr için Kur'an'da geçen tanımları verebiliriz: "...sabahın beyaz ipliği -aydınlık- siyah iplikten -karanlık- ayırt edilinceye kadar (yiye için)..." (Bakara Suresi 2: 187) Yine de *Fecr-i sadık* (gerçek fecr) ve *Fecr-i kazib* (yalancı/sahte fecr) gibi ifadeler ve *Astronomik tan* (Güneş ufkun 18° altındayken başlar) ve *Denizcilik tanı* (Güneş ufkun 9° altındayken başlar) gibi farklı gün doğumu

Şatır'ın modeline kendi eklediğini Tahtavî bildirmiştir. Fecr vaktinden 13½ saat önceki zaman güneş saati ile görülebilecek en geç saati verir. Böylece bu güneş saat ile bir gün içindeki beş namaz vaktinin hesabı gerçekleştirilebilmektedir. Sebeni tam olarak bilinmemekle birlikte muvakkit tarafından sabah namazı vaktinden üç veya dört saat sonraki vaktin hesaplamalarının da yapıldığı anlaşılmakta. Şatır'ın güneş saatinin önemini King XIV. ve XIX. yüzyıllar arasında muvakkitlerin namaz vakti hesaplamaları için hesap cetvelleri ve diğer ölçüm aletlerinin yanı sıra Şatır'ın güneş saatinden de faydalandıklarını ve bu saatin “Ortaçağ’a ait en görkemli saat” olduğunu vurgular.⁸²

iv. Taşınabilir Güneş Saatleri

On yedinci yüzyıla kadar gezginler zamanı belirlemek için yanlarında kullanımı diğer aletlere göre daha kolay olan ‘çoban saati’ de denilen *silindirik* güneş saati buldurmüşlardır.⁸³ Marrâkuşî de eserinde, biri silindirik diğeri *dik açılı* olmak üzere iki taşınabilir güneş saati tarif etmektedir. Diğer güneş saatleri gibi taşınabilir güneş saatleri de ekvator ile belirli bir enlem derecesi için geçerlidir. Ahşaptan veya pirinçten imal edilmiş bir silindir üzerinde daha önce tespit edilen dikey gölge çizgileri kaydedilir. Yani silindirik saatler de aslında dikey güneş saatleri grubuna girmektedir. Üzerinde burç sembollerinin başında gündüz ve gece saatlerinin geçiş vakitleri (yarım saat, üçte birlik saat için veya diğer alt bölümler için) için olan dikey gölge çizgilerinin değerleri bulunan bir çizelgenin silindir etrafında çevrenmesiyle oluşur. Üst yüzeyi yukarı taraftan 12 eşit parçaya bölünerek, bölmelere denk gedecek şekilde zodyak takım yıldızlarının isimleri, (Oğlak’tan başlayarak) yer alır. Bu bölmeleri takip edecek şekilde yerleştirilen gnomonundan gölge geçişinin okunmasıyla zaman ve namaz vakitleri belirlenmektedir. İstanbul’da (Kandilli Rasathanesi Müzesi’ne kayıtlı olup) Rahmi Koç Bilim ve Teknoloji Müzesi’nde de 18. Yüzyılda yapımı bir Osmanlı silindirik güneş saati örneği

kabulleri vardır. Bu ve benzeri zaman tayini ile ilgili konular hakkında bugün matematiksel hesaplamalar, astronomik kabuller ve fıkıh açısından mutabakata varıldığını söylemek zordur.

⁸² D. A. King, **a.g.e.** s. 203-204.

⁸³ A. Bir, **a.g.e.**, s. 42.

bulunmaktadır.⁸⁴

Hem gözlem hem de ölçüm aleti olarak kullanılabilen ve en yaygın bilinen astronomi aleti olan usturlaplar ise bir alt başlıkta ele alınacaktır.

⁸⁴ A. Bir, **a.g.e.**, s. 42-44.

İKİNCİ BÖLÜM

2. USTURLAP TÜRLERİ

Usturlap, Yunanca yıldız anlamına gelen *aster* ve ölçmek, kavramak, ölçmek gibi anlamlara gelen *lambanein* sözcüklerden türetilmiştir. ‘*Yıldızların konumu ölçer*’ veya ‘*yıldızları anlamak için kullanılan alet*’ anlamlarına gelir. Usturlap, doğrudan ölçme ve anında grafiksel değerlendirme metoduna dayanan, yıldızların konum ve zamanla ilgili problemlerinin çözümünde kullanılan bir ölçüm aletidir.⁸⁵ Üzerine en fazla yazı yazılan ve en fazla kullanılan aletlerden biri olan usturlabın icadı Hipparkos (M.Ö. 2. yüzyıl), Apollonios (M.Ö. 2. yüzyıl) ve Eudoksos’a (M.Ö. 4. yüzyıl) atfedilmek ve ilk örneklerine geç Helenizm döneminde rastlanmaktadır.⁸⁶ Yunanlı filozofların usturlap üzerine yazılar yazdıkları bilinmekle beraber günümüze ulaşan tek Yunan usturlabı Brescia’da (İtalya) bulunan dell’Etá Cristiana Müzesi’nde sergilenmektedir.⁸⁷ İslam dünyasında da temeli stereometrik izdüşüme dayanan usturlaplar, spesifik problemlere çözüm üretecek şekilde bilimsel ve sanatsal açıdan geliştirilmiş ve kullanılmıştır.⁸⁸ İslam dünyasının yaklaşık VIII. yüzyılda Harran civarında usturlap ile tanıştığı kanısı hakimdir. Usturlabı kullanan ilk Müslüman astronomun Fezarî olduğunu İbn el-Nedim’in fihristinden öğrenmekteyiz. Fezarî’ye ait olabileceği düşünülen ve Bağdat Arkeoloji Müzesi’nde bulunan bir usturlabın üzerinde Fezarî’nin imzasının bulunmaması nedeniyle King, yetkin başka bir kişi tarafından yapılmış olma ihtimali olduğunu düşünmektedir.⁸⁹

Yerel zamanda konum ve zaman tayini için kullanılan usturlap, Güneş ve yıldızların yüksekliğinin, deklinasyonunun bulunması, doğuş ve batışlarının ve buna bağlı olarak, namaz vakitlerinin belirlenmesi, Mekke’nin yönünün tayin edilmesi, dağ yüksekliğinin, kuyu derinliğinin hesaplanması ve arazi ölçümü gibi bir çok işleve

⁸⁵ A. Bir, Kayral, M. *Usturlap ve Stereometrik İzdüşüm*, **Otomasyon**, Sayı 45, 1996, s. 154; S.E. Tağman, **a.g.e.**, s. 22.

⁸⁶ W. Hartner, *The Principle and Use of The Astrolabe*, **Islamic Mathematics and Astronomy**, F. Sezgin, C. 94. s. 339.

⁸⁷ D. A. King, **a.g.e.**, s. 348.

⁸⁸ A. Bir, Kayral, M. **a.g.e.**, s. 94.

⁸⁹ D. A King., **a.g.e.**, s. 441.

sahiptir.⁹⁰ İslam medeniyetinde çeşitli usturlaplar kullanılmıştır, bu çeşitlilik usturlabın İslam medeniyetindeki gelişimini izleyebilmek bakımından önemlidir.⁹¹ Genel olarak usturlaplar çalışma prensiplerine göre üç başlık altında toplanır.

2.1.ÇUBUK (LİNEER) USTURLAP (TUSİ SOPASI)

Şerafeddin el-Muzaffer b. Muhammed b. El-Muzaffer et-Tusi'nin (ö.1209) buluşudur, "Tusi Sopası" (*asa et-Tûsî*) olarak da adlandırılır. Lineer usturlapta gök cisimlerinin izdüşümü bir doğru üzerine işaretlenir. Merrâkuşî'nin *Cami el-Mebadi ve-l Gayat* adlı eserinde bu aletten söz edilmektedir. Üzerinde düzlemsel usturlap izdüşümünün taşındığı bir sopadan müteşekkildir.⁹²

2.2.KÜRESEL USTURLAP

Küresel usturlap yapımının tarifi Birûnî'nin *İsti ab el-Vucûh el-Munkina fi San'at el Asturlâb* adlı eserinde anlatılmaktadır. Birûnî, bu eserde ilk küresel usturlap yapımcısı olarak Cabir b. Sinan el-Harrani'yi (IX. yüzyıl) göstermektedir. Eserin İstanbul'da Süleymaniye Kütüphanesi (Carullah Koleksiyonu 1451, v.38a) ve Topkapı (Ahmet III, 3505, (sayfaları numaralandırılmamış) nüshaları dışında Diyarbakır, Oxford, Harvard yazmaları da mevcuttur.

Hâmid el-Vâsitî (XII. yüzyıl) de küresel usturlabın kullanımına ilişkin risalesinde, küresel usturlabın düzlemsel usturlaba göre avantajlı olduğunu vurgulamaktadır. Birûnî dışında Kustâ b. Lukâ (IX. yüzyıl), Habeş el-Hasîb, en-Neyfizî (X. yüzyıl) ve Ebû el-Hasan el-Marrakûşî de küresel usturlaplar ile ilgilenmişlerdir. Neyfizî'nin tek nüshası İspanya'da (Escorial 961/6 (v. 45a-68b, 863h) bulunan *Kitab fi el-Amel bi-l Asturlab el Kuravî* adlı risalesi, küresel usturlaplar ile ilgili en kapsamlı eserlerden biri kabul edilmektedir. Küresel usturlap, düzlemsel usturlapta olduğu gibi gökyüzünün izdüşümü yapılmadan, bir yarım küre üzerindeki işaretlemeler ile elde edilir. Neyfizî'nin metinde, ankebutun kenarına eklenen *mecrâ*

⁹⁰ W. Hartner, **a.g.e.**, s. 338.

⁹¹ F. Sezgin, **İslam'da Bilim ve Teknik**, C.2, s. 80.

⁹² F.Sezgin, **a.g.e.**, C.2, s. 134-136.

(yükseklik kadranı) yardımıyla yükseklik ölçümünün yapılabileceği söylenir. Güneş yüksekliği için ufku kuzey veya güney noktalarına yerleştirilen bir gnomondan faydalanılır. Küresel usturlaplar hakkında yazılmış Arapça risalelerden hiçbirinin Latince veya İbranice bilinen çevrisi bulunmamaktadır.⁹³

Bilim tarihi araştırmaları küresel usturlapların İslam medeniyetinde ortaya çıktığını söylemektedir. Birûnî küresel usturlapların gökyüzünün şeklini anlamada ve imal etmede kolaylık sağladığını, buna karşın taşıma ve muhafaza etmesinin hassas ve hacimli olmasından dolayı düzlem usturlaplarından zor olduğunu belirtir ve kitabında küresel usturlabın yapım şeklini şöyle anlatır:

“Zanaatkarlar arasında, iç yüzeyi örümceğin/ankebutun dışbükey yüzeyine temas eden bir dire yayı imal edenleri vardır; onun dışbükey yüzeyinin her iki ucuna bu zanaatkarlar 180 eşit parçaya bölünmüş bir yarım daire sabitlerler ve her bir yayı usturlap eksenine, iç yüzeyi örümceğin dış yüzeyine temas edecek şekilde yerleştirirler.”⁹⁴

⁹³ F. Sezgin, **a.g.e.**, C.2, s. 121-126.

⁹⁴ F. Sezgin, **a.g.e.**, C.2, s. 126.

2.3.DÜZLEMSEL (DOĞRUSAL) USTURLAP

Stereografik izdüşüm kullanılarak yapılan düzlem usturlapları en yaygın kullanılan usturlap çeşididir. gDüzlem usturlapların en yaygın kullanılan türü, geleneksel ya da klasik usturlap olarak da bilinmektedir. Burada düzlem usturlaplar için yapılacak açıklamalar için de geleneksel usturlap modeli temel alınmıştır.

Şu bölümlerden oluşmaktadır. Ana parçası *hücre* olarak adlandırılan, eski aletlerde 15 cm çapında genellikle pirinçten yapılan bir diskdir. Gözlem hesaplamaları için diskin iki yüzü de kullanılır, arka yüzünde zaman ve derece cetvelleri bulunur. Usturlaplar enleme göre farklı çizimler ile kullanılması gereken aletlerdir bu yüzden hücre içinde farklı enlemlere göre hazırlanmış, üzerine yerel ufuk ile yükseklik (mukantarâ veya almukantar) ve azimut (genişlik) dairelerine ait yayların yer aldığı *levhaların* konulabileceği bir çukur bulunur ve bu işleme uygun olarak tasarlanırlar. Levhadaki dikey çap yerel meridyeni, yatay çapı ise doğu-batı çizgisini verir. Levhanın merkezinde Göksel Kuzey Kutbunun izdüşümü vardır. Levhanın dış çemberi Oğlak Dönencesi'ni, ortadaki çember Ekvator'u, iç çember ise Yengeç Dönencesi'ni verir. Levha üzerinde yer alan delikli plakaya *ankebut* (*şebeke, rete*) denir. Ankebut üzerinde, Güneş'in boylam cetvellerinin yer aldığı ekliptik daire yer alır ve Zodyak takımyıldızlarını birçok bilinen yıldızın yerini gösteren sivri kıvrımlar bulunur. Bazı usturlaplar ın ön yüzünde *merî* adı verilen ve zaman hesabı için, deklinasyonun saptanmasında kullanılan, önyüzün yarıçapı uzunluğunda cetveller vardır. Usturlabın asılması için kullanılan parça *kürsî*, kürsînin üzerindeki halka (asmak için) ise *urve* olarak isimlendirilir.

Arka yüzünde, *umm* olarak isimlendirilen ve rekresasyon (sağ açıklık) veya saat açılarının derecelerini üzerinde bulunduran, günü 12 eşit parçaya bölen kare şeklindeki zaman tablosu köşelerinden teğet olacak şekilde hücrenin içinde yer alır. Bu tablolardan ilki 'derece cetvelleri'dir. Güneş veya yıldız yüksekliğinin bulunması için kullanılan, döndürülebilir dereceli cetvel ise *idâde*'dir ve deuce cetvelleriyle birlikte kullanılır. Bu cetveller İslam dünyası ve Avrupa'da bazı farklılıklara sahiptir. Örneğin, İslam medeniyetinde 'düz' (straightbar) idâde kullanılırken Avrupa'da ise 'eşikli'(counterchange) idâde kullanılmıştır. Benzer şekilde, İslamî usturlaplar namaz

vakitlerinin hesabı, kıblenin bulunması için ‘Kible Cetvelleri’ ve ‘Sinüs ve Kosinüs Cetvelleri’ de içermektedir. Arka yüzde kullanılan bir diğer gösterim ise ‘gölge kareleri’dir (tanjant çeyrekleri), trigonometrik hesaplamalarda kullanılır.⁹⁵

Alî b. Abdurrahman İbn Yûnus (ö.1009), Ebû er-Rebî Hâmid b. Alî el-Vâsitî (X. yüzyıl) ve Alî b. İsa el-Asturlâbî’yi (IX. yüzyıl) en önemli iki usturlap yapımcısı olarak nitelendirmiştir. Döneminin önemli usturlap yapımcılarından bir diğeri Muhammed b. Muhammed (veya Abdullâh) Nastûlus’un (IX. yüzyıl) *tutulma diski* (*es-safîha el-kusûfiyye*) olarak adlandırılan kendi icat ettiği bir aleti de bulunmaktadır. Nastûlus yaptığı usturlaplardan Kahire İslam Sanatları Müzesi ve Kuveyt İslam Arkeoloji Müzesi’nde bulunan, 927 yılında yapılmış usturlabın teknik özellikleri; bir yüzü 33° enlemi, Bağdat için ve diğer yüzü 36° enlemi için tek bir iç diske sahip, 173 mm çap ve 4 mm kalınlığına sahip ve 17 sabit yıldızı göstermektedir.

Ibnu’s-Saffâr’ın (ö.1038) *el-Amel bi’l-Usturlâb* (*Kitab fî Ameli’l-usturlâb, Risâle fî’l-Usturlâb ve Zikri Âlâtih ve Eczâ’ih, Risâletu’l-Usturlâb*) adlı eseri usturlabın yapısı, işlevi ve kullanımını üzerinedir. Farklı nüshalarda bâb sayılarının farklı oluşundan, müstensihlerin elinde değişime uğradığı düşünülmektedir. Kırk iki bâb olan Madrid ve Berlin nüshaları çalışılarak, J. Millas Valicrosa tarafından *Kitâbü’l-Amel bi’l-usturlâb ve Zikru Âlâtih ve Eczâ’ih* adıyla yayımlanmıştır. Saffâr’ın eserinin Türkiye’de beş nüshası vardır, bulunduğu kütüphaneler arasında Süleymaniye Kütüphanesi (Şehid Ali Paşa, nr. 2776/9; Yahyâ Tefvik, nr. 244/8), İstanbul Üniversitesi Kütüphanesinde (AY, nr. 4800/9) ve Sivas Ziyâ Bey Kütüphanesi (nr. 317: birincisi 33 bab [vr. 1b-10b], diğeri 40 bab [vr. 11b-30b]) sayılabilir.⁹⁶

1216 yılında Sevilla’da Muḥammed b. Futûh el-Hamâirî tarafından imal edilen usturlap, Avrupa’da saat açısı bilgisini gerektirmektedir. Üzerine sonradan ilave edilmiş olduğu düşünülen 48° 22’ enlemi için Latince bir disk de bulunmaktadır. Daha sonra Avrupa’dan İstanbul’a ulaşan bu usturlap burada, Osmanlı Sadrazamı Gazi Ahmet Muhtar Paşa (1839-1919) tarafından kaleme alınan *Riyâd el-Muhtar, Mir’ât el-Mikyâs ve-l Edvâr ma’a Mecmûat el-Eşkâl* (Kahire 1303, s. 222-228) adlı eserlerinde

⁹⁵ A. Bir, M. Kayral, **a.g.e.**, s. 113; S.E. Tagman **a.g.e.**, 33-40.

⁹⁶ C. Akpınar, *İbnu’s-Saffâr, Ebu’l-Kasım*, **DİA**, C.2, s. 1194.

ayrıntılı bir şekilde betimlenmiş ve beş çizim halinde resmedilmiştir. Usturlap, Padişah III. Selim (D: 1789-1807) tarafından mühendislik yüksek okulu ve (bugünkü İstanbul Teknik Üniversitesi'nin öncüsü olan) Mühendishane'ye diğer aletlerle ve kitaplarla birlikte hediye edilmiştir.

Bunun dışında Birûnî'nin aktarımından hocası, Ebû Saîd Ahmed b. Muhammed es-Siczi'nin (X. yüzyıl), dünyanın döndüğü prensibine dayanarak kayak biçiminde bir usturlap (*el-Usturlâb ez-Zevrakî*) yaptığı bilinmektedir.

Birûnî, *İsti'ab'ın Keyfiyyet Cem Nev'ey el-Usturlabi eş-Şimali ve-l-Cenubi ve-Mizac Eşkaliha Ba'diha bi-Ba'd* bölümünde usturlapları , *ankebut* şeklinin farklılığı temel alarak sınıflandırmaktadır.

Bu sınıflandırmadan bazıları şu şekildedir:

El-asturlab el-mutabbel; trampet biçiminde usturlap

El-asturlab el-asi; mersin ağacı formunda usturlap

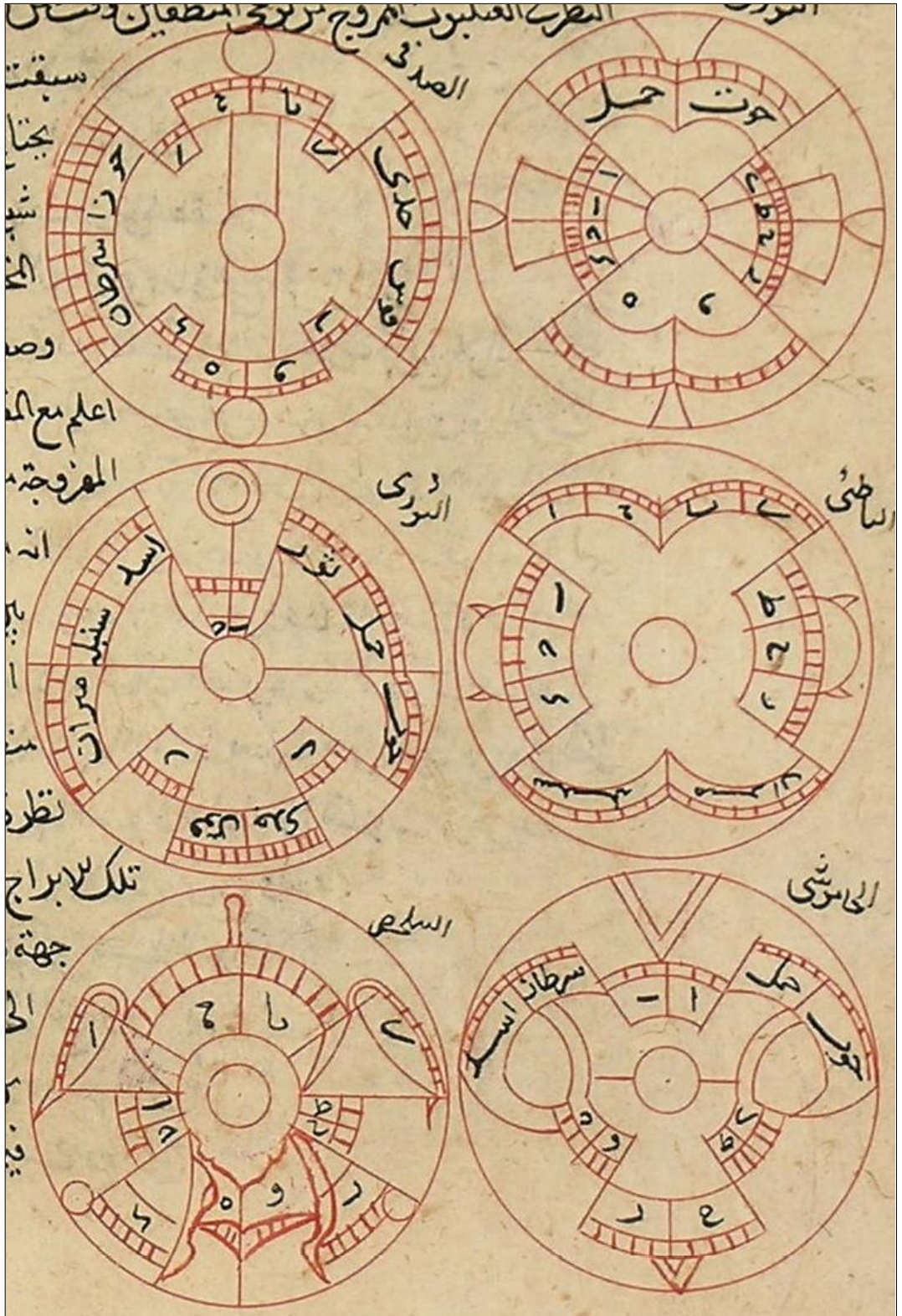
El-asturlab el-musartan; yengeç biçiminde usturlap

El-asturlab el-mistari; cetvel biçiminde usturlap

El-asturlab el-zevraki; gemi biçiminde usturlap

El-asturlab es-salibi; haç biçiminde usturlap

El-asturlab el-levhabi; spiral biçiminde usturlap.



Şekil 2: Biruni'nin *el-İst'ab* adlı yazma eserinde yer alan usturlap çeşitleri⁹⁷

⁹⁷ Biruni, *İsti'ab*, Carullah No.1451, v.25a.

2.4. DENİZ USTURLABI

Deniz usturlaplarının çalışma mekanizması karada kullanılan düzlemsel usturlaba benzer olmakla beraber, fonksiyonel görevleri daha azdır. Kutup yıldızının ve öğle vaktinde Güneş yüksekliğinin ve azimut ölçümünün yapılması ya da karadaki iki nokta arasındaki mesafenin hesaplanması için kullanılmaktadır. Ön yüzü üç temel parçaya sahiptir:

- i. Daire şeklinde bir levha,
- ii. Yükseklik ve azimutu temsil eden bulunan yarım küre için hazırlanmış bir levha,
- iii. Ekliptik derecelerini ve bazı önemli yıldızların konumlarını gösteren örümcek.

Arka yüzde bulunan taksimatlandırılmış alidat yardımı ile de yükseklik ölçümü gerçekleştirilmektedir. Ekliptik boylamı ise daire üzerinde yer alan zodyak sembolleri ile hesaplanmaktadır.⁹⁸ Görüntü itibari ile kara usturlabından en bariz farkı, rüzgardan daha az etkilenmesi için disk kısmında boşluklu bir yapıya sahip oluşudur. Şeklinden yola çıkarak çeşitli sınıflandırmaları yapılmıştır.⁹⁹

Yıldız yüksekliğinin ölçümü için kullanılan Yakup Sopsası ise, zamanla usturlabın geliştirilmesi ile sallanmalardan gözlem esnasında daha az etkilendiği için sadece denizlerde kullanılmaya başlanmıştır. Dokuzuncu yüzyılda İslam dünyasında kullanılmakta olan *zat eş-şu beteyn* (iki bacaklı) adlı aletin ilk Yakup Sopsası örneklerinden olduğu kabul görmektedir. Bir eksen üzerinde döndürülebilen iki bacak şeklindeki düzenek ile iki nesne arasındaki açının ölçümü gerçekleştirilmektedir.¹⁰⁰

Temel işlevi kutup yıldızının ve Güneş'in yüksekliğini ölçmek olan deniz kadranı da diğer deniz astronomi aletleri gibi karasal astronomi aletlerinden türetilmiş

⁹⁸ G.Danışan, **a.g.e.**, s. 148-149.

⁹⁹ G. Danışan, **a.g.e.**, s. 150-151.

¹⁰⁰ F. Sezgin, **a.g.e.**, C.3, s. 46-47.

olan bir deniz astronomi aletidir. Ekvator çevresinde enlem hesaplamalarında kutup yıldızının sonuç vermediğinin fark edilmesi üzerine yeri yöntemler aranmaya başlaştı. Böylece Güneş meridyenleri gözlemlenmeye başlamış ve Güneş deklinasyonlarının cetvelleri oluşturulmuştur. Ardından açısız ölçümler için kadranlar derecelendirilmiştir.¹⁰¹ İlk kez ne zaman ve kim tarafından denizde kullanılmaya başladığı sorusunun net bir cevabı olmamakla birlikte, kadranların ilk XV. yüzyılda Portekizli denizcilerin kullandığı düşünülmektedir.¹⁰²

Birûnî'den çeyrek asır sonra da Ebû el-Hasan Alî b. Halef tarafından ilk örnekleri verilmeye başlanan evrensel usturlaplar (*şekkâziyye*) ortaya çıkmaya başlamıştır. Benzer şekilde ez-Zerkalî tarafından da evrensel bir usturlap imal edilmiştir. Bu usturlap sadece tek bir diskten oluşmaktadır. *Evrensel disk* olarak adlandırılan bu aletlerin ayrıntılı tarifini el-Huseyn b. Basuh da (ö.1316) *Risalet eş-Şafîha el-Câmi'a*'da yapmıştır. Evrensel usturlabın İslam coğrafyasının doğusundaki en önemli örneğini ise Ahmet b. Ebî Bekr İbn es-Serrâc (ö.1330) imal etmiştir. Bu alet hakkındaki incelememiz bir alt başlıkta ele alınacaktır.

¹⁰¹ G. Danişan, **a.g.e.**, s. 141.

¹⁰² G. Danişan, **a.g.e.**, s. 137.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Bu bölümde konumuzun temelini oluşturan evrensel disk ele alınacaktır. Öncelikle Endülüsteeki ilk örneği olarak karşımıza çıkan Zerkâlî'nin hayatı ve çalışmalarına değinilecek ardından evrensel disklerin izdüşüm prensibi matematik formülasyonu ve çizimleri ile açıklanmaya çalışılacaktır.

3. EVRENSEL DİSK

3.1.ZERKALÎ'NİN HAYATI VE ESERLERİ

Ebu İshak İbrahim b. Yahya en-Nakkâş et-Tucîbî ez-Zerkâlî¹⁰³ (ö.1100), teorik astronomi ve astronomi aletleri alanında çalışmış bir bilginidir. Sanatkâr bir aileden gelir. Hayatı hakkında bilgi azdır. Riyazi ilimlere küçük yaşlardan itibaren ilgi duymuş ve astronomiyi kendi kendine öğrenmiştir. El sanatlarındaki mahareti ve imal ettiği astronomi gözlem ve hesap aletlerinin hassasiyeti ile tanınır. Bu özellikleri ile Toledo kadısı, matematik ve tarih bilgini Sâid el-Endelüsî'nin (ö.1070) takdirini kazanmıştır.¹⁰⁴ Sâid el-Endelüsî, (Tuleytula) Toledo'da kadılığı süresince yetenekli ve başarılı gençleri himayesine alarak onların ilmî faaliyetlerini desteklemiştir. Yaşadığı dönemde de sonrasında da bu gençler arasında en çok tanınan Zerkâlî olmuştur.¹⁰⁵ Sâid el-Endelüsî, Toledo'da bizzat başkanlık ettiği bir astronomi gözlem heyeti oluşturmuştur. Zerkâlî, önce alet yapımıcısı sıfatıyla bu heyete katılmış akabinde kısa sürede kendini göstererek rasat faaliyetlerinde dâhil edilmiştir. Daha sonraki dönemde ise bu gözlemevinin başına getirilmiştir. On üçüncü yüzyılın önemli astronomlarından Şerefuddîn Ebu Ali el-Hasan b. Ali b. Ömer el-Merrâkuşî¹⁰⁶ (ö.1281'den sonra) kapsamlı eseri *Câmi 'u'l-mebâdi ve'l-ğâyât fi 'ilmi 'l-mikât*'ta (A'dan Z'ye Mikât İlmi Ansiklopedisi) Zerkâlî'nin Toledo'da 1061 yılında gözlem yaptığı bilgisine yer verir. Bu gibi ikincil kaynaklardan Zerkâlî'nin 25 yıl Güneş, 37 yıl Ay gözlemi yaptığı

¹⁰³ R. Puig, **BEA**, s. 109-110.

¹⁰⁴ J. D. North, **Cosmos: An Illustrated History of Astronomy and Cosmology**, University of Chicago Press, Chicago, 2008, s. 218.

¹⁰⁵ L. Richter-Bernburg, **BEA**, 2007, s. 1006; J. D North., **a.g.e**, s. 218; M. Kaya, **DİA**, C.35, s. 556-557.

¹⁰⁶ H. Suter, **Die Mathematiker und Astronomen Der Araber und Ihre Werke**, s. 144; F. Charette, **BEA**, s. 739-740.

anlaşılmaktadır. Bu rasat faaliyeti Zerkâlî'nin teorik astronomi çalışmalarına da katkı sağlamış ve bu alanda ürettiği teorilerine zemin hazırlamıştır. Bu bağlamda, Richter'a göre Zerkâlî'nin astronomideki başarısı sayesinde elde ettiği statü ve bu gözlemevinde yapılan rasat çalışmaları, Toledo'daki astronomi ilmine olan ilginin artmasıyla doğrudan ilişkilidir.¹⁰⁷

Astronomi alanındaki çalışmalarına geçmeden önce, özellikle icat ettiği aletlerin isimlendirilmesinde karşılaşılan bir sorun olarak Zerkâlî'nin ismine dair farklı görüşlere değinmekte yarar vardır. Orta çağ Latincesinde “mavi gözlü” anlamına gelen “zerkâ” kelimesinden türetilen bir sıfat ve Walad al-Zarkiyâl adının İspanyollaştırılmış halinden geldiği düşüncesi bu adın kökeniyle ilgili görüşlerden biridir. Bir diğeri künyesinde yer alan “nakkaş” kelimesinin Latinceye *Arzachel* olarak geçtiği yönündedir. İspanyolcaya *Azarquiel*, Fransızcaya *Azarachel*, İngilizceye ise *Arzachel* şeklinde geçmiş bazen de *Arsechieles* halini almıştır. Zerkâlî ismi, Al-Zarqālî, al-Zarqāl, al-Zarqāla, al-Zarqālluh, Ibn Zarqalai, Ibn Zarqāl ve zaman zaman al-Zarqānî şeklinde de kullanılmıştır. Bu çalışmada en yaygın bilinen şekli olarak Zerkâlî kullanılacaktır.

Zerkâlî'nin 1080 yılında Toledo'daki siyasî karmaşa nedeniyle Kurtuba'ya gittiği bilinir. Bu bağlamda Astronomi alanındaki çalışmalarının bu tarihe kadar daha yoğun bir şekilde yürüttüğü kanısı hâkimdir. 1081-1085 yılları arasında Kurtuba'da, Sevilla (İşbiliye) hükümdarı, son Abbâdî emîri İbnü'l-Abbâd el-Mu'temid-Alellah'ın (1069-1091) koruması altında kalmış ve aşağıda değinilecek bazı eserlerini de O'na ithaf etmiştir.

Zerkâlî'nin eserlerini teorik astronomi, *zîcler* (astronomi cetvelleri), astroloji ve astronomi aletleri alanlarında dört başlık altında toplamak mümkündür.¹⁰⁸

¹⁰⁷ L. Richter-Bernburg, **a.g.e.**, s. 1006.

¹⁰⁸ R. Puig, **a.g.e.**, s. 1258; M. Dizer, *İbnü'l-Zerkale*, **DİA**, C.21, s. 244-245.

Teorik astronomi alanında dört çalışması vardır:

i. Zerkâlî'nin, 1084-1085 yılları arasında kaleme alındığı düşünülen, sabit yıldızların hareketi üzerine yeni bir tez ortaya koyan eserinin orijinali kaybolmuş olup yalnızca İbranice tercümesi günümüze ulaşmıştır.

ii. 1075-1080 yılları arasında yazıldığı tahmin edilen ve orijinali kayıp *Fî Sanat eş-Şems (Güneş'in Hareketleri / İşleyişi Hakkında)* veya *er-Risale el-Cemî fi eş-Şems (Güneş (Gözlemlerinin) Toplamı Hakkında)* isimli eser hakkındaki bilgiler, Arapça ve Latince ikincil kaynaklar vesilesi ile bilinmektedir. Literatürde “*Suma referente al movimiento del sol*” olarak bilinen eser, 25 yıllık Güneş gözlemlerinin sonuçlarını içerir. Eserde ayrıca İslam coğrafyasının batısını tanımlayan Mağrip'teki astronomi çalışmalarını ve Kopernik dönemine kadar Avrupa astronomisini etkileyen ve değişen eksantriğe sahip bir Güneş modeli¹⁰⁹ de teklif edilmiştir. Zerkâlî'nin Güneşin hareketini daha iyi açıklamak için oluşturduğu Güneş modeli, İslam coğrafyasının doğusundan farklı olarak Endülüs astronomisinin genel gelişimi içinde değerlendirilmekte ve Zerkâlî'nin en önemli çalışmalarından biri kabul edilmektedir.¹¹⁰

iii. Zerkâlî'nin bu alandaki üçüncü eseri, 1081'de Seville Hükümdarı El-Mu'tamid'e ithaf ederek telif ettiği ve günümüze yalnızca *Tratado de la lámina de los siete planetas* adıyla X. Alfonso'nun yaptırdığı Kastilce tercümesi ulaşan eserdir. Eserde teorik astronominin önemli problemlerinden biri olan Merkür'ün apsisini yani Perihel ve afel noktalarını elde etmek meselesinde Batlamyus tarafından teklif edilen yöntemin geçersizliği anlatılır. Samsa'ya göre (1999) Endülüslü astronomlar Batlamyus modelinin düzeltilmesine fikren hazırdılar, bunu yapacak ilmî cesareti ilk Zerkâlî göstermiştir. Eser, Merkür'ün yörüngesinin eliptik olduğu iddiasını taşıdığı için önemlidir.¹¹¹

¹⁰⁹ Güneş modelinin detayları için bkz: J. Samsa, *Ibn al-Bannā, Ibn Ishāq and Ibn al-Zarqālluh's Solar Theory*, s. 1-35.

¹¹⁰ Samsa, J. *Islamic Astronomy and Medieval Spain, Islamic Astronomy and Medieval Science*, X, 1990, s. x-xii; J. D. North, *a.g.e.*, s. 219.

¹¹¹ J. Samsa, *Andalusian Astronomy: Its Main Characteristics and Influence in the Latin West, Islamic Astronomy and Medieval Science*, I, 1991, s. 1-2.

iv. Zerkâlî'nin Batlamyus'un Ay modelini düzeltmeye teşebbüs ettiği eserdir. Orijinali günümüze ulaşmayan eser, İbnü'l-Kemmed (ö.1195) ve İbnü'l-Hâim'in (ö.1412) yaptığı atıflarla bilinir.

Zîc (astronomi cetveli) hakkında iki çalışması bulunur:

i. *Almanak (Arzarchel Almanâğı veya el-Kanûn)*, Ammonios'a atfedilen 800'lü yıllara ait bir Yunan almanağındaki hesaplamaların düzeltilmesi amacıyla oluşturulmuştur. Arapça bir nüshası Münih'te (853) bulunur. Bunun yanı sıra Latince ve X. Alfonso tarafından yaptırılan Kastilce tercümeleri de mevcuttur.

ii. *Toleda Cetvelleri (Tuleytula Zîci)*, Zerkâlî'nin Sâid el-Endelüsî'nin gözlem heyeti ile yaptığı rasat faaliyetlerinin ve münferit gözlemlerinin sonuçlarını kullanarak Harezmi'nin (ö.850) Bağdat için ve Bettanî'nin (ö. 929) Rakka için hazırladığı *zîc*lerdeki değerlerin Toledo enlemine uyarlanması amacıyla oluşturulmuştur. *Canones Arzachelis in Tabulas Toledanas and Canones Arzachelis sive reguli super tabulae astronomic* adıyla sadece Latince tercümesi günümüze ulaşmıştır. Kendinden önceki astronomun *zîc*lerinden faydalanılarak hazırlanan, uzun yıllar kullanılan ve kendinden sonra hazırlanan *zîc*lere de önemli bir kaynak teşkil eden bu çalışma mevcut astronomi birikiminin geliştirilerek aktarıldığının en iyi örneklerinden biri olarak görülür.¹¹²

Astroloji üzerine yazdığı iki eseri vardır. Bu araştırma sırasında eserlerin orijinallerine ulaşmak mümkün olmamış ve başvurulan ikincil kaynaklarda bu eserlerin içeriği hakkında bilgi verilmemiştir:

i. *Kitabü't-Tedbîr ve Risale fî Hârakât al - Kavâkib es - Seyyâra ve Tadbîriha (Gezegenlerin Hareketi ve Etkisi Hakkında Risale)* adıyla iki farklı versiyonu vardır. Kahire'de (huruf 124, miqat 920, Tal'at majlis 424/3), Londra'da ve (977/18, Add. 9599), Viyana'da (1421) Arapça nüshası vardır bunun dışında üç Latince özet tercümesi bulunur.

¹¹² R. Puig, a.g.e., s. 1259.

ii. *Kitâbü'l-Medhal ilâ 'ilmi'n-nücûm (Astroloji İlmine Giriş Kitabı)* isimli eserin bilinen tek nüshası Süleymaniye Kütüphanesi Fatih Koleksiyonu'nda 3439/19 numara ile mevcuttur.¹¹³

Astronomi aletleri hakkında kaleme aldığı dört eser şunlardır:

i. *Zatü'l-halâk (halkalı küre)* isimli gözlem aletinin yapısı hakkındaki eserin sadece X. Alfonso tarafından yaptırılan Kastilce tercümesi günümüze ulaşmıştır. Bu aletin daha sonra Cabir b. Eflah (ö.1150) tarafından tasvir edildiği bilinir.¹¹⁴

ii. *Es-safiha ez-zâciyye* adlı eser *ekvatoryum* türündeki alet hakkındadır. Sırası ile aletin yapımını ve kullanımını ele alan 1080/81 ve 1081/82 yıllarında yazılmış birbirinin edisyonu iki risalesi mevcuttur ve Abbâdî Hükümdarı el-Mu'tamid'e ithaf edilmiştir.

iii. Merrâkuşî, *Câmi'u'l-mebâdi ve'l-ğâyât fi 'ilmi'l-mikât (A'dan Z'ye Mikât İlmi Ansiklopedisi)* adlı eserinde *mecerre* (hareketli cetvel) denilen bir düzeneğe sahip, *rub'u'l müceyyeb* (sinüs grafiği) niteliğinde bir aleti Zerkâlî'ye atfeder.¹¹⁵

iv. Zerkâlî'yi hem İslam coğrafyasının hem Avrupa'da tanınır kılan alet ise *evrensel disk (es-safiha)* olmuştur. Ayrıntılı bilgisi aşağıdaki başlıkta verilecek evrensel diskler temelde her enlemde ölçüm yapmayı mümkün kılan bir türde aletlerdir. Zerkâlî, *zerkâlîyye* ve onun daha sadeleştirilmiş bir modeli *şekkâziyye* olmak üzere iki farklı türünü imal etmiştir. İslam coğrafyasının batısında ilk ortaya çıktığı zamanlarda kavranmış ve kullanılmış olan bu alet, *saphea (es-safiha)* adı ile Batı'da İbn Tibbo'nun¹¹⁶ (ö.1305) 1263'te, Zerkâlî'nin eserlerini tercüme etmesine kadar tam olarak anlaşılammıştır.¹¹⁷ *Zerkâlîyye*'ye dair risalenin günümüze çeşitli Arapça nüshaları ve X. Alfonso tarafından yaptırılan Kastilce tercümesi ulaşmıştır.

¹¹³B. A. Rosenfeld, E. İhsanoğlu, **a.g.e.**, s. 165.

¹¹⁴J. Samsó, **a.g.e.**, s.6-7; Roser Puig, **a.g.e.**, s.1259.

¹¹⁵R. Puig, **a.g.e.**, s.1259.

¹¹⁶R. Mercier, **BEA**, s. 538.

¹¹⁷J. D. North, **a.g.e.**, s. 221.

Şekkâziyye'ye dair risalenin de Arapça nüshaları ile Kastilcesine ek olarak İbranice ve Latince tercümeleleri de bulunmaktadır.¹¹⁸

v. Süleymaniye Kütüphanesi Ayasofya Koleksiyonundaki 2671 no.lu (133v-151v) düzlemsel usturlaba dair müellif kaydı bulunmayan bir risalenin Zerkâlî'ye ait olabileceğini düşünülür.¹¹⁹

Zerkâlî'nin eserlerinin yazıldığı dönem, ilmi anlamda birçok gelişmenin yaşandığı yaklaşık 50 yıllık Mülûku't-Tavaîf Dönemi (1031-1086) "Endülüs astronomisinin olgunlaşma çağı" şeklinde nitelendirir. Bu bağlamda Endülüs astronomi-astroloji geleneği, astronomi aletlerinin çeşitlenmesine ve yaygınlaşmasına katkıda bulundu.¹²⁰ Endülüs'teki astronomi çalışmaları konusunda modern dönemde en kapsamlı çalışmaları gerçekleştirmiş olan Julio Samsó, Endülüs'teki bilginlerin alet yapımına özgün katkılarını incelemiş, bu bağlamda ekvatoryum denilen aleti ele almıştır. Ekvatoryum, Batlamyus'un yer merkezli modeline göre Güneş'in, Ay'ın ve gezegenlerin ekliptikteki boylam derecelerinin bulunması amacıyla kullanılır. Başka bir ifade ile Batlamyus'un gezegen modelinin ölçeklendirilmiş halidir. Bu aletin ilk defa Ebu Cafer el-Hazinî (XII. yüzyıl) tarafından tasarlandığı düşünülür. Bununla beraber Hazinî'nin aletin özelliklerinin tam anlamıyla tespiti daha ayrıntılı araştırma gerektirir. Bu aletin diğer örnekleri XI. yüzyılın başlarında bağımsız olarak Endülüs'te görülür. Zerkâlî, İbnü's-Semh (ö.1025 -1026) ve Ebu Salt ed-Danî¹²¹ (ö.1134-1135) ekvatoryum hakkında eser telif eden ilk Endülüs astronomlarıdır. Önce İbnü's-Semh bu alet üzerine yazmış, ardından Zerkâlî daha gelişmiş bir ekvatoryum tarif etmiştir. Zerkâlî, bu aletin yapımında, yukarıda bahsi geçen Merkür'ün yörüngesini elips kabul etme hipotezini kullanmıştır. ed-Danî de Zerkâlî'nin ekvatoryumuna benzeyen *safiha cami'a* (kapsamlı disk) adındaki alet üzerine bir risale kaleme almıştır. Uzun süre

¹¹⁸ F. Charette, **a.g.e.**, s. 95.

¹¹⁹ King, D. A. *The Origin of the Astrolabe*, **Journal for the History of Arabic Sciences**, 5, Aleppo, 1981, s. 52.

¹²⁰ J. Samsó, **a.g.e.**, s. 1-2 ve 7.

¹²¹ Ebü's-Salt el-Endülüsî olarak da geçmektedir. *el-Amel bi'l-usturlâb* bu hususta kaleme aldığı eseridir. C.Akpınar, *Ebü's-Salt ed-Dânî*, **DİA**, C.10, s. 340-342.

Mısır'da yaşayan ed-Danî'nin bu süre zarfında ekvatoryumların Doğu İslam coğrafyasında tanınmasına katkı sağladığını söylemek mümkündür.¹²²

Zerkâlî'nin, ekvatoryum dışında, yıldızların konumlarını ve birbirleri arasındaki mesafeyi ölçmeye yarayan *zatü'l-halâk* (*halkalı küre*) isimli bir alet ile trigonometrik hesap yapmada kullanılan *rub'u'l müceyyeb* türünde alet yaptığı yukarıda verilen eser bilgilerinden anlaşılmaktadır. Farklı kaynaklardan öğrenildiği kadarıyla imal ettiği aletler arasında *rub'u'l mukantarât*, *planeteryum* ve iki adet su saati de bulunur. İslam medeniyetinde bazıları yaygın olarak bilinen ve kullanılan bu aletlerin yanında Zerkâlî'nin alet yapımı konusundaki en önemli katkısı diyebileceğimiz *zerkâlîyye* ve *şekkâziyye* tasarımları, aletin yapım ve kullanımına dair günümüze ulaşan risaleler çerçevesinde ayrıntı olarak ileride ele alınacaktır.

3.2.ZERKÂLİYYE VE ŞEKKÂZİYYE

Zaman ve konum hesaplamada karşılaşılan küresel astronominin problemlerine¹²³ çözüm üretmek amacı ile tarih boyu çeşitli aletler tasarlanmıştır. Bu aletlerden biri de Samsó'nun teorik astronomi alanındaki yüksek bilginin bir göstergesi olarak gördüğü, orijinal ve gelişmiş "Endülüs tarzı astronomi aletleri"¹²⁴ sıralamasına dâhil ettiği *Evrensel Disk* ya da *Levha* , *Evrensel Usturlap Diski* veya *Evrensel Usturlap* gibi türleri olan ve Batı'da *saphea Azarchelis* veya kısaca *saphea* olarak bilinen alettir. İslam medeniyetinin doğusunda *ufuklar diski* olarak bilinen ve evrensel nitelikteki ilk örneklerden bağımsız olarak Zerkâlî, iki farklı evrensel disk tasarlamıştır. Zerkâlî'nin ilk tasarımı oldukça karmaşık bir yapıya sahip *zerkâlîyye* adıyla bilinen alettir. Zerkâlî, bu aletin kullanımına dair 100 maddelik bir kullanım kılavuzu kaleme almıştır. Aletin karmaşık yapısı kullanımını zorlaştırdığından Zerkâlî, *şekkâziyye* denilen daha basit ikinci bir alet tasarlamış ve kullanımına dair 60 maddelik bir risale telif etmiştir. Zerkâlî'nin evrensel diski geliştirerek farklı modeller ortaya

¹²² J. Samsó, **a.g.e.**, s. 7.

¹²³ Başlıca problemler ve bu problemler için İslam coğrafyasında geliştirilen diğer aletler için bkz: D. A. King, **In Synchrony with the Heavens: Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume 2, Instruments of Mass Calculation**, s. 13; King, D. A. **Universal Solution in Islamic Astronomy**, s. 121-132.

¹²⁴ J. Samsó, **a.g.e.**, s. 9.

koyması yenilikçi, üretken ve daha iyisi için uğraşan karakterini yansıtan en iyi örnektir.

Zerkâlîyyenin ön yüzünde ekliptik miktarında açıyla birbiri üzerine bindirilmiş iki stereografik meridyen izdüşüm çizelgeleri bulunur. Bunların biri ekvatorial diğeri ekliptik koordinat sistemini temsil eder. Çizimin yatay çapı aynı ufuk çizgisinin izdüşümüdür. Diskin ön yüzünün üzerine merkezden tutturulmuş fakat hareket ettirilebilir bir nişangâh yerleştirilir. Üzerinde izdüşüm ölçeği bulunan bu nişangâh, hesap yapılmak istenen enlem derecesine döndürülerek yerel ufuk çizgisi olarak kullanılır. Ufuk çizgisinin bu şekilde hareketli olabilmesi, aleti her enlem için kullanılabilir hale getirir ki bu da *evrensel* vurgusu yapılmasının nedenidir. *Şekkâzîyyenin* ön yüzü, *zerkâlîyyeye* nazaran daha az karmaşık olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu bağlamda sadece bir koordinat sisteminin izdüşüm çizgileri yerleştirilmiştir. Bununla beraber çalışma prensibi *zerkâlîyyeden* çok farklı değildir. Her iki aletin arka yüzünde de Endülüs ve Mağrip geleneğinde yaygın olarak kullanılan usturlapların arka yüz çizgileri yer alır. Bu çizgilere ek olarak evrensel disklerin arka yüzünde ayrıca ortogonal koordinat sistemleri de bulunur. Bu bilgiler çerçevesinde bu aşamada önce *zerkâlîyyenin* ardından *şekkâzîyyenin* mevcut nüshalarına yer verip ardından aletlerin çalışma prensiplerini ele almak uygun olacaktır.

Kayıtlarda *er-Risale al-zarkâlîyya fi'l-Amel es-safiha el-mensuba ilayhi ve-l-amel biha* (*Zerkâlîyye Diskinin Kullanımı Kakkında Risale*) veya *Kitab al-'Amel es-safiha al-zarkâlîyya el-mu'adda li-cami el-afâk* (Bütün Enlemlerde Kullanılan Zerkâlîyye) şeklinde geçen zerkâlîyye'nin yapım ve kullanım kılavuzunu ele alan risalelerin bir kısmına burada değinilecektir. King, Süleymaniye Kütüphanesi'nde Ayasofya Koleksiyonunda 2671 no.lu (vr. 1r-75r) 621/1224 tarihli 80 başlıktan oluşan isimsiz bir eseri incelemiş ve bu risalenin aynı kütüphanedeki Nuruosmaniye Koleksiyonunda 2926 no.lu (vr. 118r-150r) 79 bölüm ve Zerkâlî'ye nispet edilen bir girişten müteşekkil eserin kopyası olduğu sonucuna varmıştır. *Zerkâlîyye* hakkında bilinen diğer nüshaların 100 başlıktan oluştuğu göz önüne alındığında bu nüshalar ayrı bir yere sahip olmuş olur. King'in aktardığına göre, Zerkâlî *zerkâlîyye* hakkındaki

eserini önce 80 başlık altında yazmış ardından bu esere bir yıldız kataloğu ekleyerek 100 başlıklı ile yeniden kaleme almıştır.¹²⁵ Ayasofya nüshası ismi verilmeden bir yöneticiye ithaf edilmiştir.¹²⁶ Leiden'daki Universiteitsbibliotheek 468 kayıtlı 282 varaklık 750/1349-50 tarihli *mikât* ilmi hakkında yazılmış müellif kaydı ve başlığı olmayan bir eserin Sâid el-Endelüsî'nin kayıp çalışması *Tabakât el-Hükemâ (Bilim Adamları Kategorileri)* olduğunu bildiren King, bu eserde Zerkâlî'nin 1048 - 1049 yılları arasında Toledo hükümdarlığı yapan el-Memûn (1043 - 1071) için bir alet yaptığından ve aletin kullanımıyla ilgili 100 maddelik bir makale yazdığından söz edildiğini aktarır.¹²⁷

Onuncu Alfonso'nun emriyle hazırlanan ve Endülüs astronomi bilgisini Kastilceye taşıyan en önemli kaynak *Libros del saber de Astronomia* içinde, *Libro de la açafefa* başlığı altında Zerkâlî'nin eserinin tercümesi bulunur. Eserin günümüze ulaşan tek tercümesi de budur. Risale birbirinden bağımsız iki bölümden oluşur. İlk bölümde 4 başlık altında diskin yapısı hakkında bilgi verilirken 100 başlıktan oluşan ikinci bölümde aletin kullanımı anlatılır. Bu eserden anlaşıldığı kadarıyla *zerkâlîyye* el-Mu'temid'e ithaf edilmiştir.¹²⁸ Bu bilgilerden yola çıkarak, Zerkâlî'nin eserini önce el-Memûn'a Toledo'dan ayırdıktan sonra ise el-Mu'temid'e ithaf ettiğini söylemek mümkündür. el-Memûn'a ithaf ettiği çalışma *memûniyye*, el-Mu'temid'e ithaf ettiği çalışması ise el-Mu'temid'in Abbadî emîri olmasından dolayı *abbadîyye* olarak da isimlendirilir.

Endülüs astronomisi alanında çalışmalarını sürdüren bilim tarihçisi Roser Puig, Zerkâlî'nin *şekkâzîyyeye* dair kaleme aldığı risaleyi incelemiş ve 60 başlıktan oluşan eserin üç nüshasını¹²⁹ yayımlamıştır. Puig, Kastilce tercümesinde Zerkâlî'nin bu çalışmasını *zerkâlîyye* ile ilgili olan eserinden ayırmak için 100 başlıktan oluşan

¹²⁵ D. A. King, *On the Early History of the Universal Astrolabe in Islamic Astronomy, and the Origin of the Term "Shakkazîya" in Medieval Scientific Arabic*, **Journal for the History of Arabic Science**, 3, Aleppo, 1979, s. 250 ve 253.

¹²⁶ Charette, F. **Mathematical Instrumentation in Fourteenth-Century Egypt and Syria: The Illustrated Treatise of Najm al-Din al-Misri**, Brill, Boston, 2003, s. 98; Puig, R. **a.g.e.** s. 1230.

¹²⁷ D. A. King, **a.g.e.**, s. 250.

¹²⁸ J. Samsó, **Andalusian Astronomy: Its Main Characteristics and Influence in the Latin West**, s. 10-11.

¹²⁹ Rabat Bibliotheque Royale No.6667,2; İstanbul Üniversitesi Kütüphanesi, Yazma Eserler Koleksiyonu, A4, No. 800; Mısır Milli Kütüphanesi, Taymûr *riyâda* Koleksiyonu, No.131,4

zerkâliyye risalenin *la redaccio major*; şekkâziyye üzerine 60 başlıktan oluşan risalenin *la redaccio menor* şeklinde adlandırıldığını söyler. *Risale fi'l-Amel bi's-Safiha el-Müştaraka bi-Cami-el-Urud*¹³⁰ adlı risalenin Latince ve İbranice tercümeleri de mevcuttur.¹³¹ Şunu ifade etmek gerekir ki yapı itibariyle birbirine çok benzediğinden hem bu iki aleti hem de aletlere dair risaleleri birbirinden bütünüyle ayırt etmek oldukça zordur.

Zerkâlî'nin tasarladığı ikinci alete neden şekkâziyye dendiğine dair bazı yorumlar bulunur. Bunlardan biri, Toledo şehrinde yaygın bir meslek olan dericiliğe nispetle “deri tabaklamak” anlamına gelen “şekkâz” kelimesinin kullanıldığıdır. Diğer bir görüş, Ali el-Şeccar (Alî al-Shajjâr veya Abû al-Shajjâr¹³²; Alî ibn Khalaf veya İbn Aḥmar Akhîr (veya Akhiyar) al-Şaydalânî¹³³) olarak bilinen ve yaptığı evrensel usturlap ile tanınan el-Hasan Ali b. Halefî'nin (XI. yüzyıl) adının tahrif olmuş şeklinden türediği yönündedir.¹³⁴ Bu konuda çalışan bilim tarihçilerinden François Charette, muhtemelen Zerkâlî'nin yaşadığı dönemde ya da hemen sonrasında türetilen ancak yine de Zerkâlî ile doğrudan ilişkisi bulunmayan bu terimin “evrensel diskin bir türünü tanımlamak için ilk kez Merrâkuşî'de kullanıldığına”¹³⁵ dikkat çeker. *Şekkâziyye* tabiri zamanla yaygınlaşmış ve evrensel disk ve usturlaplar için ekvatorial iz düşüm çizgilerini elde etmekte kullanılan bir çizim yönteminin adı haline gelmiştir.

¹³⁰ F. Charette, **a.g.e.**, s. 96.

¹³¹ F. Charette, **a.g.e.**, s. 95.

¹³² İbnü'l-İshâk el Tunusî'nin (XIII. yüzyıl) *zîc*'inde geçtiği şekli ile. Aktaran: , E Calvo, R. Puig, **The Universal Plate Revisited**, Vol. 6, s. 116.

Puig, R. **BEA**, s. 34.

¹³³ Leiden üniversitesi'ndeki kayıtlarda geçtiği şekli ile. Aktaran: E. Calvo, R. Puig, **a.g.e.**, s. 115.

¹³⁴ Charette, F. **a.g.e.**, s. 100-101.

¹³⁵ Charette, F. **a.g.e.**, s. 100.

3.3.ZERKÂLIYYE VE ŞEKKÂZİYYE’NİN YAPISI

3.3.1. Evrensel Usturlap Levhası Üzerinde Yer Alan Öğeler

Geleneksel usturlaplarda levha görünümü, yeryüzünün güney kutbunda bulunduğu varsayılan bir kişiye göre ve ekvator düzlemine paralel bir düzleme izdüşürülmesi ile elde edilir. Bu yöntem, *stereografik ekvatorial iz düşüm* denilmektedir. Geleneksel usturlaplar, zaman ve konum tayini için enlem bilgisini barındıran yükseklik ve azimut (güney) açılarının izdüşümünün yer aldığı ayrı bir levha yardımıyla kullanılır. Her bir levhanın yüzünde yalnızca bir enleme ait izdüşüm çizgileri yer alabilir. Usturlabın birden çok bölgede kullanılabilmesi için birçok levhanın olması gerekir.

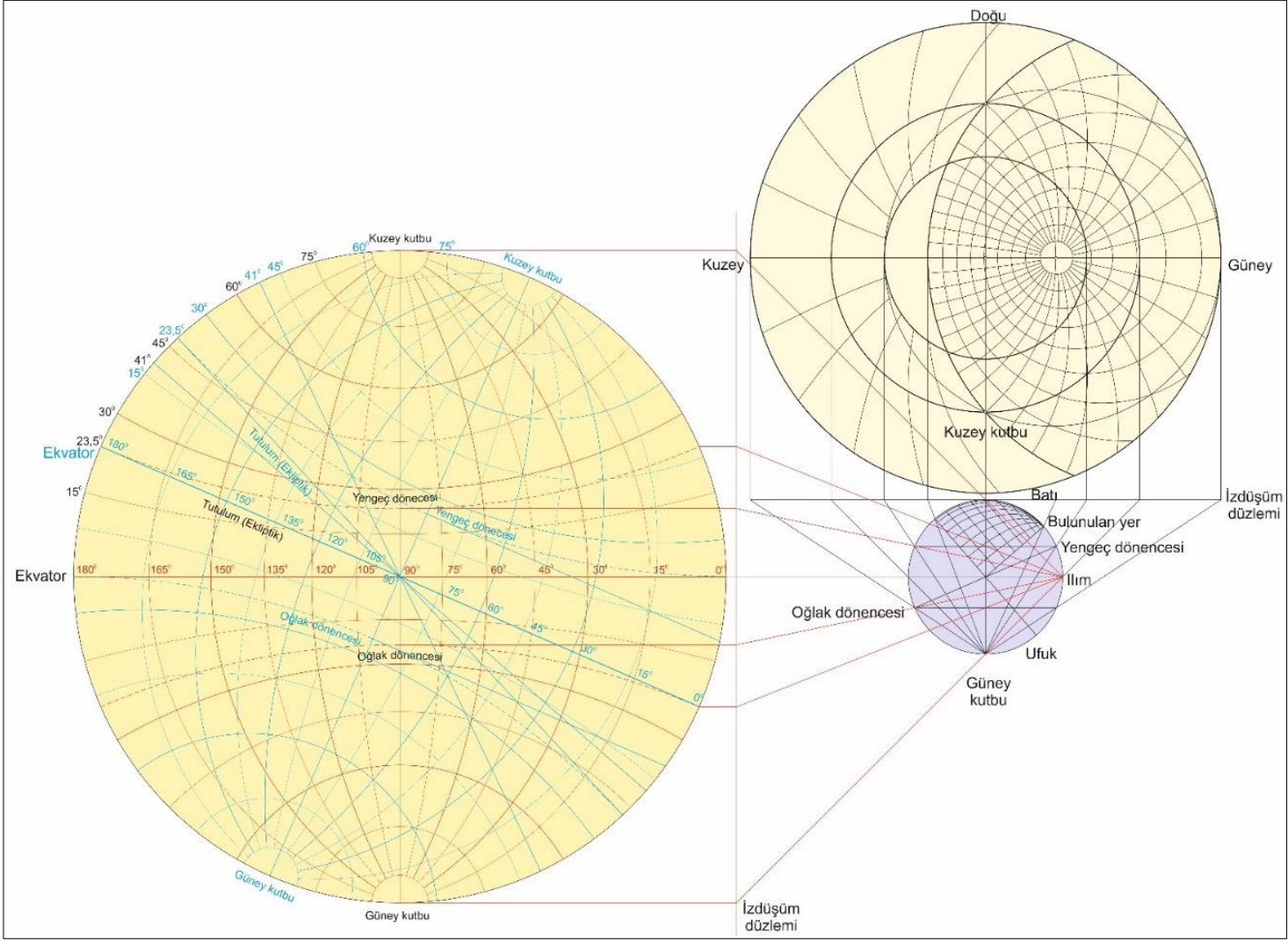
Endülüs astronomları, usturlap ile elde edilen bilginin enleme bağlı kalma problemini ortadan kaldırabilecek türde aletler tasarlamaya çalışmışlar ve *stereografik meridyen izdüşüm* türünde yeni bir çizim yöntemi geliştirmişlerdir.¹³⁶ Bu yeni çizim tekniği gerekli terimlerin tanımları ve çizim için gerekli matematiksel gösterimler ile beraber bu bölümde irdelenecektir.

Hesaplama için gerekli tanımlamalar ilk bölümde verilmiş olsa da burada tekrar vermekte fayda var. İzdüşümün nasıl elde edildiğinin açıklanacağı bu bölümde adım adım işlem için gerekli tanımlamalar yapılarak ilerlenilecektir. Bir dairenin merkezinden geçerek arakesit oluşturan dairelere *büyük daire* denir. Kuzey ve güney eksenini bu eksene dik biçimde kesen düzleme *ekvator* denir. Güneşin yıllık görünür hareketini gerçekleştirdiği düzlem ise *ekliptik* ya da *tutulum* düzlemidir. 12 takımyıldızın oluşturduğu *zodyak takımyıldızları* ya da *burçlar kuşağı* denilen hat da ekliptik üzerinde kabul edilir. Ekvator ile tutulum arasında ise $23^{\circ}27'$ lık bir açı bulunur. Bu açı farkı ile bereber oluşan ekvator ve tutulum kesişim noktaları ise *ılim* ya da *ekinoks* noktaları olarak adlandırılır. Güneşin güneyden kuzey yarımküreye geçtiği noktaya *ilkbahar ılim* (*vernal equinox*) noktası denir. İlkbahar ve *sonbahar ılim* (*automal equinox*) noktalarını birleştiren doğru, *ılim doğrusu* (*equinoctial line*) olarak

¹³⁶ R. Puig, *BEA*, s. 1259-1260; D. A. King; *Universal Solution in Islamic Astronomy*, s. 124. J. Samsó, *a.g.e.*, s. 11.

adlandırılır. Güneş ışınlarının dünyaya dik geldiği noktalara ise *dönence* denir. Dönencelerden geçen kutup dairesine *dönence kutup dairesi (solstical colure)* denir. Ekvator dairesinin kuzeyinde *Yengeç* ve güneyinde *Oğlak dönence* daireleri bulunur. Dönence daireleri arasında ekvator dairesini ılım noktalarında $\varepsilon \cong 23,5^\circ$ bir açıyla kesen burçlar kuşağı yer alır. Gerekli tanımlamaların ardından izdüşüm prensibini açıklayabiliriz.

Evrensel usturlapta gök küresinin ilkbahar ılım noktası merkez alınır ve gök küresinin tüm noktaları, coğrafi ve burçlar kuşağının kuzey ve güney kutuplarından geçen *dört kutup* ya da *dönence kutup dairesi (solstical colure)* olarak bilinen bir daireye stereometrik izdüşürülür. *Şekil 3*'te geleneksel usturlap izdüşümü ile evrensel usturlap izdüşümünün bir karşılaştırılması verilmiştir.

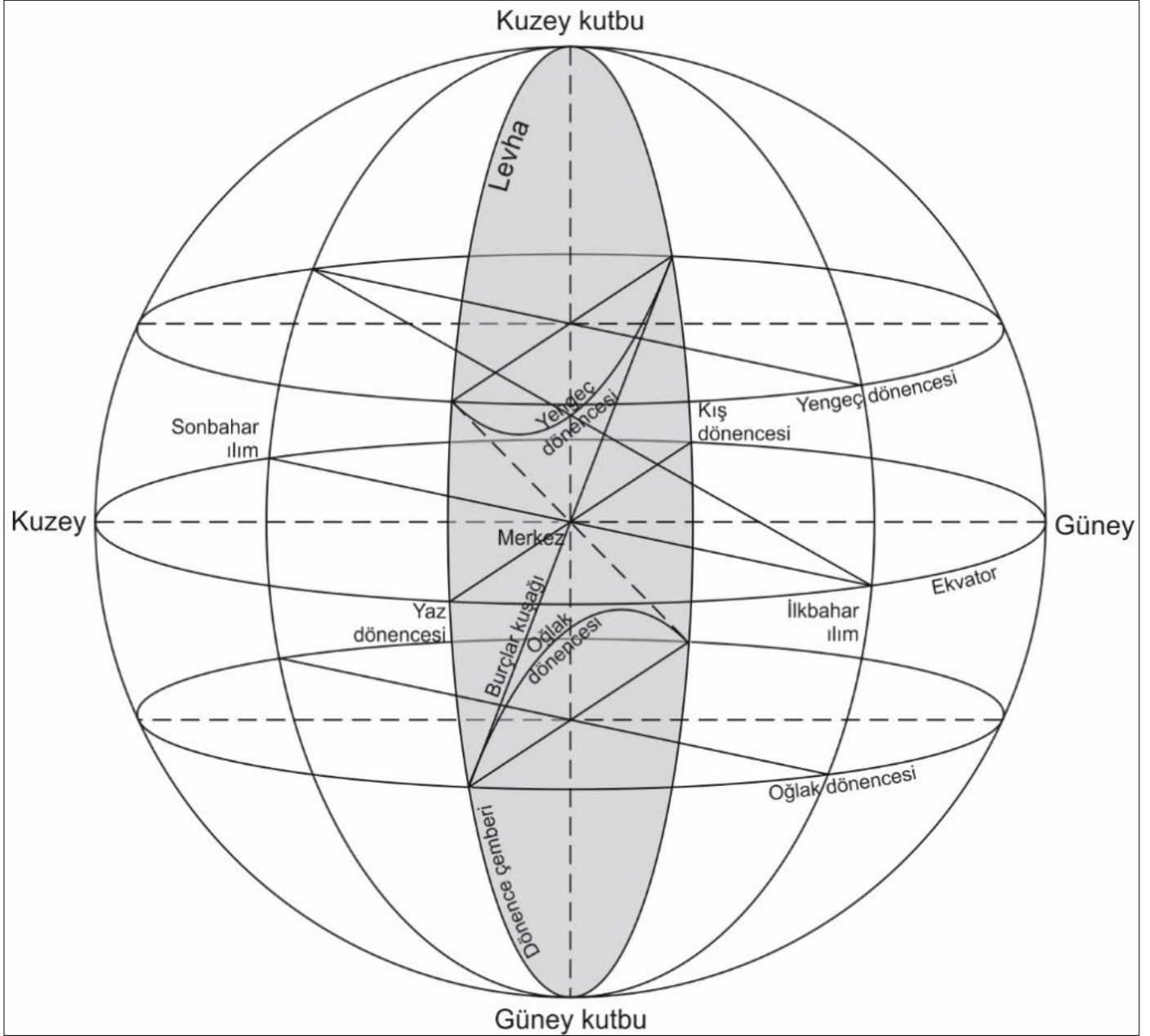


Şekil 3: Geleneksel (klasik) ve evrensel (universal) usturlabın izdüşüm prensibi.

Şekil 4’te ekvator, yengeç ve oğlak dönence dairelerinin dört kutup dairesine nasıl izdüştüğü görülür. Bu noktaları görebilmek Merrakuşi’nin “dört kutup dairesi” tanımlamasını anlayabilmek için önemlidir.¹³⁷ Gök küresinin kuzey yarısının izdüşümü levhanın üst kısmında yer alırken, güney yarısının izdüşümü, kürenin alt yarısında yer alır. İzdüşümde yer merkezi, merkezde; ekvator, plakanın yatay ekseninde; yaz dönencesi, ilkbahar ılım noktasının 90° doğusunda; sonbahar ılım noktası da 180° karşısında batıda bulunur ve ekvatoru ifade eden yatay çapın merkezine izdüşer. Bunun anlamı ise ilkbahar yerine sonbahar ılım noktasının merkez

¹³⁷ Merrakuşi, *Camii’l-Mebadi*, Fransa Milli Kütüphanesi, No.2508, v.56b.

alınması halinde izdüşüm eğrisinin değişmeyeceğidir. Yılın mevsimine bağlı olarak küreye iki farklı yönden kullanımına olanak sağlıyor oluşu evrensel usturlap izdüşümünün önemli bir özelliğini oluşturur.



Şekil 4: Levha izdüşüm çizgileri

Tutulum doğrusu yatay konuma gelecek şekilde izdüşüm merkezi çevrilir ise stereometrik izdüşümünün bir özelliği gereği ılım doğrusu tutulumu ifade etmeye başlar. Bu durumda tutulumun üzerindeki yaylar, *gök küresi enlemlerini* ve kutupsal yaylar da *gök küresi boylamlarına* karşı düşer. Benzer şekilde eğer izdüşüm merkezi, gökyüzünde bulunan yerin ufuk uzantısına çevrilirse, bu durumda ılım doğrusu ufku ifade etmeye başlar. Bu durumda da izdüşüm kutupları bulunan *yerin başucu* ve *ayakucuna (zenit-nadir noktaları* ya da *çekül doğrultusu)* karşı düşer, enlem ve kutup yayları zaman açılarının *yükseklik* ve *güney açılarını (azimut)* ifade eder. İzdüşüm bize uzayda her noktanın aynı anda üç farklı koordinat sistemindeki ifadesini elde etme imkanı tanır. Başka bir deyiş ile *ekvator koordinat sisteminde yükselim (deklınasyon) - bahar açısı (rektasasyon), tutulum koordinat sisteminde enlem-boylam ve ufuk koordinat sisteminde yükseklik-güney açısı* arasında geçiş kolaylıkla sağlanmış olur. Örneğin bir noktaya ilişkin gök küresel enlem ve boylam biliniyorsa buna ilişkin yükselim ve bahar açısı ile yükseklik ve güney açısı ve aksi kolayca türetilir. Bu açıklama

Stereometrik izdüşümde daireler korunduğunu önceki bölümde belirtmiştik. Buna göre, ekvator dairesinin üstünde ve altında yer alan daireler ekvator koordinat sistemine ilişkin yükselim ve bahar açısı daireleri olarak ifade edilir. Tutulum dairesinin üstünde ve altında yer alan tutulum koordinat sistemine ilişkin daireler ise enlem ve boylam daireleri olur. Ekvator ya da tutulumla paralel yaylar da enlem kutuplardan geçen yaylardır bunlara da *kutup yayları (polar arcs)*, ya da *boylam yayları* denir. Levha merkezinden geçen eksene *öğle dairesi (meridian)* adı verilir. Ekvator ve tutulum koordinat sistemlerine ilişkin *yükselim* ve *bahar açısı* ile *enlem* ve *boylam* daireleri Merrakuşi'nin anlatımında 5° arayla çizilmiştir. Yine Merrakuşi anlatımında levhada yer alan her kadrının kenarında 0° – 90° arasında derecelendirilme yapılması gerektiğini söylemektedir.¹³⁸ Şekil 3'te görüldüğü gibi bu aşamada, levhanın merkez noktası etrafında izdüşüm konumuna göre 90° sola döndürülürmesi ile ilk bakışta karmaşık görülen ancak yukarıda da izah edildiği şekli

¹³⁸ Merrakuşi, *Camii'l-Mebadi*, Fransa Milli Kütüphanesi, No.2508, v.56b-57a.

ile koordinatlar arası geçişi kolaylaştıran, konum ve zamandan bağımsız çizilen, evrensel usturlabın ön yüzeyi elde edilmiş olur.

Bu durumda ekvatoru ifade eden düşey eksenin üzerine levhanın en üst noktasından başlamak üzere 5° arayla yukardan aşağıya $5^\circ - (1)80^\circ$ ve aşağıdan yukarıya $(1)85^\circ - (3)60^\circ$ boylam dereceleri *ebcet hesabıyla* kaydedilir. Yer kısıntısı nedeniyle bu değerlerin sadece iki hanesi yazılır.

Tutulum dairesinin izdüşümü ise çapraz çap ile verilir. Tutulum dairesi, levhanın merkezinde ılımlı noktalarından geçerken dönencelerde çevre dairesiyle temas eder. Güneşin görünür yıllık hareketini tutulum üzerinde gerçekleştirdiğini ve burçlar kuşağının da tutulum üzerinde yer aldığını daha önce ifade etmiştik. Bu bilgiden yola çıkarak, burçlar dairesinin takımyıldızları ile çevrelenmiş büyük boylam dairesinin de izdüşüm düzleminde yer aldığını söylemek mümkündür. Burçların tutulum üzerinde yerleşimi ise $\varepsilon \cong 23,5^\circ$ çevre açısından başlayarak yukardan aşağıya (Yengeç – Yay) ve aşağıdan yukarıya (Oğlak – İkizler) şeklinde olur. Her iki burcun arasına 30° arayla λ Güneş dereceleri yukardan aşağıya ($30^\circ - 180^\circ$) ve aşağıdan yukarıya ($210^\circ - 360^\circ$) yazılır. Tutulum eksenini de kısa, orta ve uzun olmak üzere 1° , 5° ve 30° 'ye taksim edilir. Levha çevredeki yükseklik yayı en üst ve en alt nokta 0° , kutuplar 90° olmak üzere 5° 'lik kısımlara ayrılır ve her bir kısmın iç kenarına da 1° 'lik taksimat eklenir.

Zerkâlî'nin ilk tasarımı olan ve ekvator ve ekliptik koordinat çizelgeleri ekliptik eğimine eşit bir açıda ve evrensel çizim tekniği sistemi ile üst üste bindirilerek oluşturulan *zerkâlîyyenin* ön yüzünde yer alan üç ana unsur tekrar etmek gerekir ise bunlar;

- i. ekvatorial koordinat çizgileri,
- ii. ekliptik koordinat çizgileri,
- iii. ufuk cetveli işlevi gören nişangâhtır.

Ufuk cetveli, yukarıda da bahsedildiği gibi Zerkâlî'nin, diskin her enleminde kullanılabilmesi için meridyen izdüşümüne uygun olarak derecelendirilmiştir (taksimatlandırılmıştır) ve geleneksel usturlaplardaki *örümceğin* (*ankebut, rete*) yerini

almıştır. Bir sonraki bölümde levhanın önyüzünün çizimin mümkün kılan matematiksel hesaplamalara yer verilecektir.

3.3.2. Evrensel Usturlabın Ön Yüz Çizimi

Zerkâfî'nin izdüşüm çiziminde kullandığı trigonometrik hesaplar, kullanım için yeterli bilgiyi vermekle birlikte hangi formüllerle hesaplandığına dair bilgi sunmaz.¹³⁹

Levhanın üzerindeki bir noktanın konumunun kolay okuyabilmesi plaka çapın büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Evrensel usturlabın yapımında yapılması gereken işlemler aşağıdaki sırasını takip eder:

İlk olarak içindeki çizimlere yeterli yer kalacak şekilde dış çember ve çevre göstergesi çizilir. Her dört kadran da pozitif (saat yönünün aksi) yönde suretiyle 0° ile 90° arasında taksim edilir. Taksimatlandırma işlemeinde, her derece kısa, 5 derece daha uzun çizgilerle ve 10 derece ayrıca belirtilir.

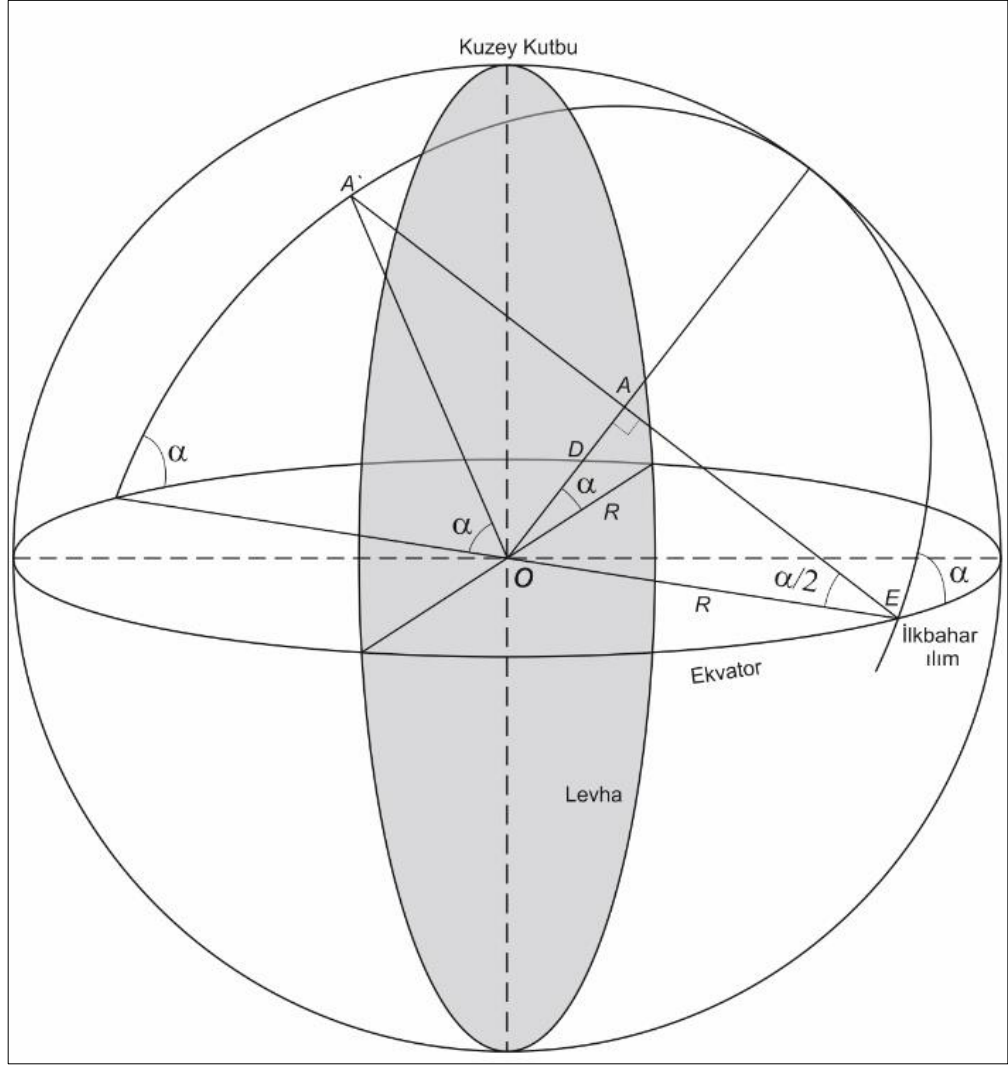
İlım ve öğle doğruları birbirine dik iki çap olarak çizilir. *Şekil 5*'te görüldüğü gibi ilkbahar ilım noktasına göre levha üzerine stereografik izdüşürülen her noktanın plaka merkezine olan D mesafesi, R büyük daire yarıçapı ve izdüşürülen noktadan geçirilen büyük dairenin ekvatorla yaptığı açı α olmak üzere EAO dik üçgeni gereği

$$D = R \cdot \tan(\alpha/2)$$

ilişkisi yazılabilir¹⁴⁰.

¹³⁹ D. A. King, **In Synchrony with the Heavens: Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume 2, Instruments of Mass Calculation**, s. 130.

¹⁴⁰ Burada E' , A' ve E noktalarından geçen büyük dairenin ekvatorla yaptığı açının α olduğu varsayılırsa, $\angle(A'OE') = \alpha$ bir merkez aşı ve $\angle(AEO) = \alpha/2$ bir çevre açıdır, $AO = D$ ve $A'O = EO = R$ olduğuna göre EAO dik üçgeninde $D = R \cdot \tan(\alpha/2)$ ilişkisi geçerlidir.



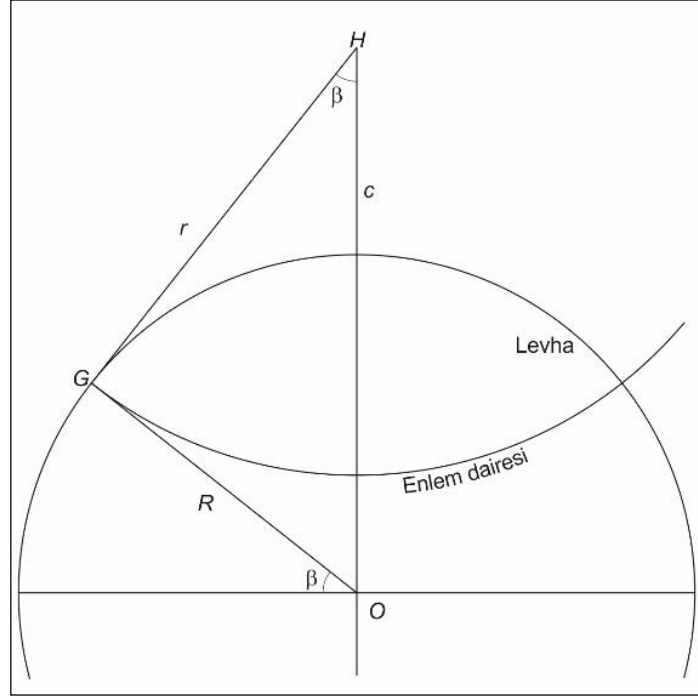
Şekil 5: Enlem dairelerinin elde edişi

Enlem yayları genellikle plakanın üzerine 5° ila 85° arasında 5° arayla çizilir. Enlem dairelerinin c merkez uzaklığı ve r yarıçapları levha yarıçapı R ve enlem derecesi β olmak üzere Şekil 6 gereği aşağıdaki ilişkilerden yararlanılarak

$$c = R/(\sin \beta), \quad r = R/(\tan \beta)$$

hesaplanabilir.¹⁴¹

¹⁴¹ Bu ifadeler türetilirken stereometrik izdüşümünde açların korunduğunu ve enlem dairelerinin en büyük boylam dairesine dik olması gerektiğini unutmamak gerekir. Buna göre enlem dairelerinin O levha merkezine mesafeleri $c = HO$ ve yarıçapları $r = GH$ olarak hesaplanır.



Şekil 6: Enlem daireleri

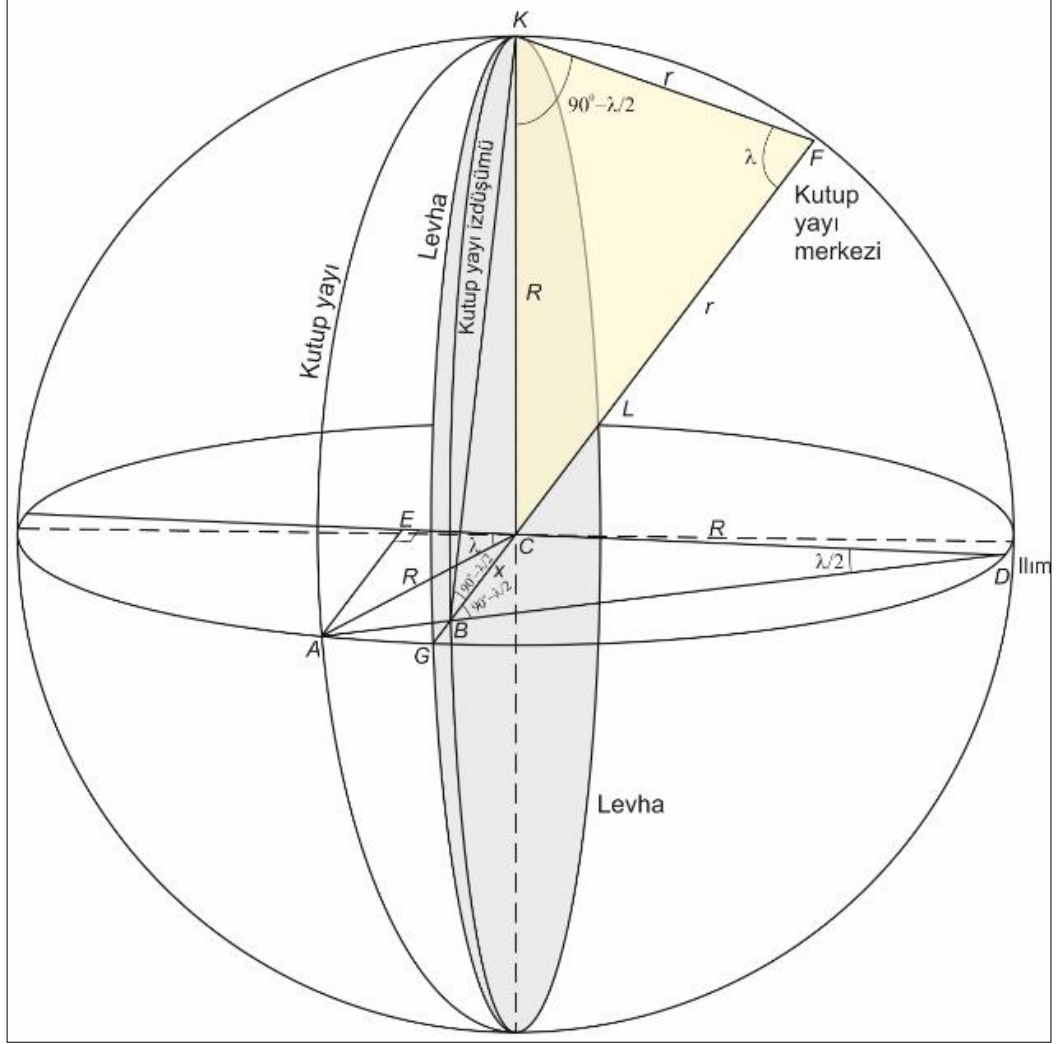
Enlem dairelerine ilişkin $c/R = 1/(\sin \beta)$ ve $r/R = 1/(\tan \beta)$ değerleri, $\beta = 5^\circ$ arıyla ve derecesi $23,5^\circ$ olan dönence için hesaplanmış ve Çizelge 1’de listelenmiştir:

β°	$c/R = 1/(\sin \beta)$	$r/R = 1/(\tan \beta)$
0°	∞	∞
5°	11,4737	11,4301
10°	5,7588	5,6713
15°	3,8637	3,7321
20°	2,9238	2,7475
$23^\circ 30'$	2,5078	2,2998
25°	2,3662	2,1445
30°	2	1,7321
35°	1,7434	1,4281
40°	1,5557	1,1918
45°	1,4142	1
50°	1,3054	0,83910
55°	1,2208	0,70021
60°	1,1547	0,57735
65°	1,1034	0,46631
70°	1,0642	0,36397
75°	1,0353	0,26795
80°	1,0154	0,1763
85°	1,00382	0,0875
90°	1	0

Çizelge 1: Enlem daireleri hesaplaması

Boylam ya da kutup yayları Şekil 7’de görüldüğü gibi, λ merkez açısı ve R plaka yarıçapı olmak üzere dönence doğrusunu plaka merkezinden x mesafede merkezi dönence doğrusu üzerinde bulunan r yarıçaplı bir daireyle ifade edilir.¹⁴²

$$x = R.(\tan \lambda/2), \quad r = R./(\sin \lambda)$$



Şekil 7: Kutup yaylarının elde edilişi

¹⁴² Şekil 5’te $x = BC$, $R = DC$ ve çevre açısı $\angle(CDB) = \lambda/2$ olduğundan, ilim düzleminde bulunan DCB dik üçgeninden $x = R.(\tan \lambda/2)$ ilişkisi geçerlidir. Ayrıca BC kenarı müşterek ve $DC = KC = R$ olduğundan levha düzlemindeki KCB dik üçgeni ilim düzlemindeki DCB dik üçgenine eşittir. Buna göre $\angle(DBC) = \angle(KBC) = [90^\circ - (\lambda/2)]$ yazılabilir. Ayrıca KB kutup izdüşüm yayında $KF = FB = r$ olması gerektiğinden, KBF üçgeni ikizkenardır. Bir üçgende açılarının toplamı 180° olması gerektiğinden $\angle(KFB) = \lambda$ olduğu görülür. Buna göre KFC dik üçgeninde $r = R./(\sin \lambda)$ ilişkisinin geçerliliği de kanıtlanmış olur.

Kutup yaylarının λ merkez açısı 5° arayla hesaplanırsa *Çizelge 2*'de verilen x/R mesafe ve r/R yarıçap oranları hesaplanır:

λ°	$x/R = (\tan \lambda / 2)$	$r/R = 1/(\sin \lambda)$
5°	0,0437	11,4737
10°	0,0875	5,7588
15°	0,1317	3,8637
20°	0,1763	2,9238
25°	0,2217	2,3662
30°	0,2679	2
35°	0,3153	1,7434
40°	0,3640	1,5557
45°	0,4142	1,4142
50°	0,4663	1,3054
55°	0,5206	1,2208
60°	0,5773	1,1547
65°	0,6371	1,1034
70°	0,7002	1,0642
75°	0,7673	1,0353
80°	0,8391	1,0154
85°	0,9163	1,0038
90°	1	1

Çizelge 2: Kutup yaylarının hesaplanması

Evrensel bir usturlabın önyünü çizimi ile ilgili gerekli teknik bilgiyi aktardıktan sonra sonra çalışmamızın temel kaynağının oluşturan Merrâkuşî'nin, *Câmi 'u el-mebâdî ve el-gâyât fi 'ilm el-mîkât'*ının farklı nüshalarında bulunan çizimler de burada ele alınacaktır. Eser hakkındaki bilgiler bir sonraki bölümde yer alacaktır ancak karşılaştırma yapabilmek için çizimler bu bölümde değerlendirilmiştir. Çizimleri yorumlarken bize kolaylık sağlaması için elimizde bulunan nüshalar, tüm nüshaları sıraladığımız listede renklendirilmiş ve bir harf ile isimlendirilmiştir:

1. Süleymaniye Kütüphanesi, Hamidiye Koleksiyonu, No.838: **A**
2. Süleymaniye Kütüphanesi, Nuruosmaniye Koleksiyonu, No.2901: **B1**, No.2902: **B2**
3. Topkapı Sarayı Kütüphanesi, III. Ahmet Koleksiyonu, No.3343: **C**
4. Katar Milli Kütüphanesi: **D**
5. Britanya Kütüphanesi, Or. No.5831: **E**
6. Oxford Üniversitesi, Bodleian Kütüphanesi, Or. Huntington Koleksiyonu, No.201: **F**
7. Fransa Milli Kütüphanesi, Or. No.2507-2508: **G1-G2**

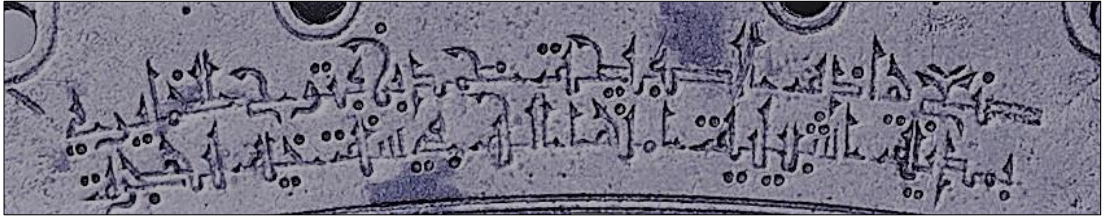
Yer	Koleksiyon	Numara
Türkiye		
Beyazıt Devlet Kütüphanesi	Veliyyüddin Efendi	2266
Hacı Selim Ağa Kütüphanesi	Hacı Selim Ağa	866
Süleymaniye Kütüphanesi (A)	Hamidiye	838
Süleymaniye Kütüphanesi	Ayasofya	2669
Süleymaniye Kütüphanesi	Ayasofya	2599
Süleymaniye Kütüphanesi	Ayasofya	2569
Süleymaniye Kütüphanesi	Atıf Efendi	1687
Süleymaniye Kütüphanesi (B1,B2)	Nuruosmaniye	2901-2902
Topkapı Sarayı Kütüphanesi (C)	III. Ahmet	3343
Mısır		
Mısır Milli Kütüphanesi	Miqat	115
Mısır Milli Kütüphanesi	Miqat	1208
Mısır Milli Kütüphanesi	Miqat	124
Mısır Milli Kütüphanesi	Miqat	125
Mısır Milli Kütüphanesi	Miqat	194
Mısır Milli Kütüphanesi	Miqat	291
Mısır Milli Kütüphanesi	Miqat	521
Mısır Milli Kütüphanesi	Miqat	597
Mısır Milli Kütüphanesi	Miqat	782
Mısır Milli Kütüphanesi	Miqat	935
Mısır Milli Kütüphanesi	Falaf wa-Riyada	3821
Mısır Milli Kütüphanesi	Falak wa-Riyada	4050
Mısır Milli Kütüphanesi	Mustafa Fadıl Miqat	175
Mısır Milli Kütüphanesi	Mustafa Fadıl Miqat	209
Mısır Milli Kütüphanesi	Mustafa Fadıl Miqat	213
Mısır Milli Kütüphanesi	Mustafa Fadıl Miqat	9
Mısır Milli Kütüphanesi	Tal'at Hay'a	48
Mısır Milli Kütüphanesi	Tal'at Miqat	155
Mısır Milli Kütüphanesi	Taymur Riyada	137
Mısır Milli Kütüphanesi	Taymur Riyada	140
Katar		
Katar Mili Kütüphanesi (D)		
İran		
Majlis Shura (Tahran)	-	4608
Meşhed Üniversitesi Kütüphanesi	-	41
Suriye		
Suriye Milli Kütüphanesi	-	7641
İngiltere		
Britanya Kütüphanesi (E)	Or.	5831
Oxford Üniversitesi, Bodleian Kütüphanesi (F)	Or. (Oriental) Huntington	201 (2. Kısım, 2.-7. Bölümler)
Oxford Üniversitesi, Bodlein Kütüphanesi	Or. Marsh	154 (2. Kısım, 5.-7. Bölümler, 3. Ve 4. Kısım)
Fransa		
Fransa Milli Kütüphanesi (G1, G2)	Or A. (Orient Arabe)	2507-2508
Hollanda		
Leiden Üniversitesi Kütüphanesi	Or.	51
Leiden Üniversitesi Kütüphanesi	Or.	60

Çizelge 3: Camiu'l-Mebadi Nüshaları

3.3.3. Zerkaliyye Levhasının Ön Yüzünde Yer Alan Yıldız Bilgileri

Son olarak evrensel usturlabın ön yüzüne sadece sabit yıldızların yerleştirilmeleri kalır. Ortaçağda genellikle usturlaplarda yeri belirtilen sabit yıldızların isimleri, parlaklıkları ve konumları *Çizelge 4*'te verilmiştir.

Verilen yıldız listesi, orijinali Fransız Milli Kütüphanesi Matematiksel Aletler Koleksiyonu'nda CPL, Reg B 1607; cote Ge A 408 envanter numarası ile yer alan, görseli Şekil 8 bulunan alet temel alınarak hazırlanmıştır. Alet, İstanbul'da Alman gezgin Ernst Gustav Schultz'un (1811-1851) tarafından satın alınmış, ardından birkaç kere daha el değiştirilerek Fransız Milli Kütüphanesi'nin mülkiyetine geçmiştir. 1890 ve 1920 yılları arasında Fransız Milli Kütüphanesi'nde görülmeyen alet, Kahire'deki Cattaoui Pacha koleksiyonunda olduğu fark edilmiş, R. Weinsteg'in mülkiyeti altındayken 1959'da Sotheby's'te satışa sunulmuş ve Paris antika satıcısı Nicolas Landau (1887-1970) aracılığı ile tekrar Fransız Milli Kütüphanesine kazandırılmıştır.¹⁴³



Şekil 8: Zerkaliyye üst yazısı

Aletin arka yüzüne hakedilen ifadeden İspanya'nın son ustrurlap yapımcılarından Muhammed b. Fetuh el-Hama'iri tarafından Hicri 600, (Miladi 1203) yılında Sevilla'da tasarlandığı anlaşılmaktadır.

¹⁴³ A.Turner, Mathematical Instruments in the Collections of the Bibliotheque Nationale de France, s. 37.

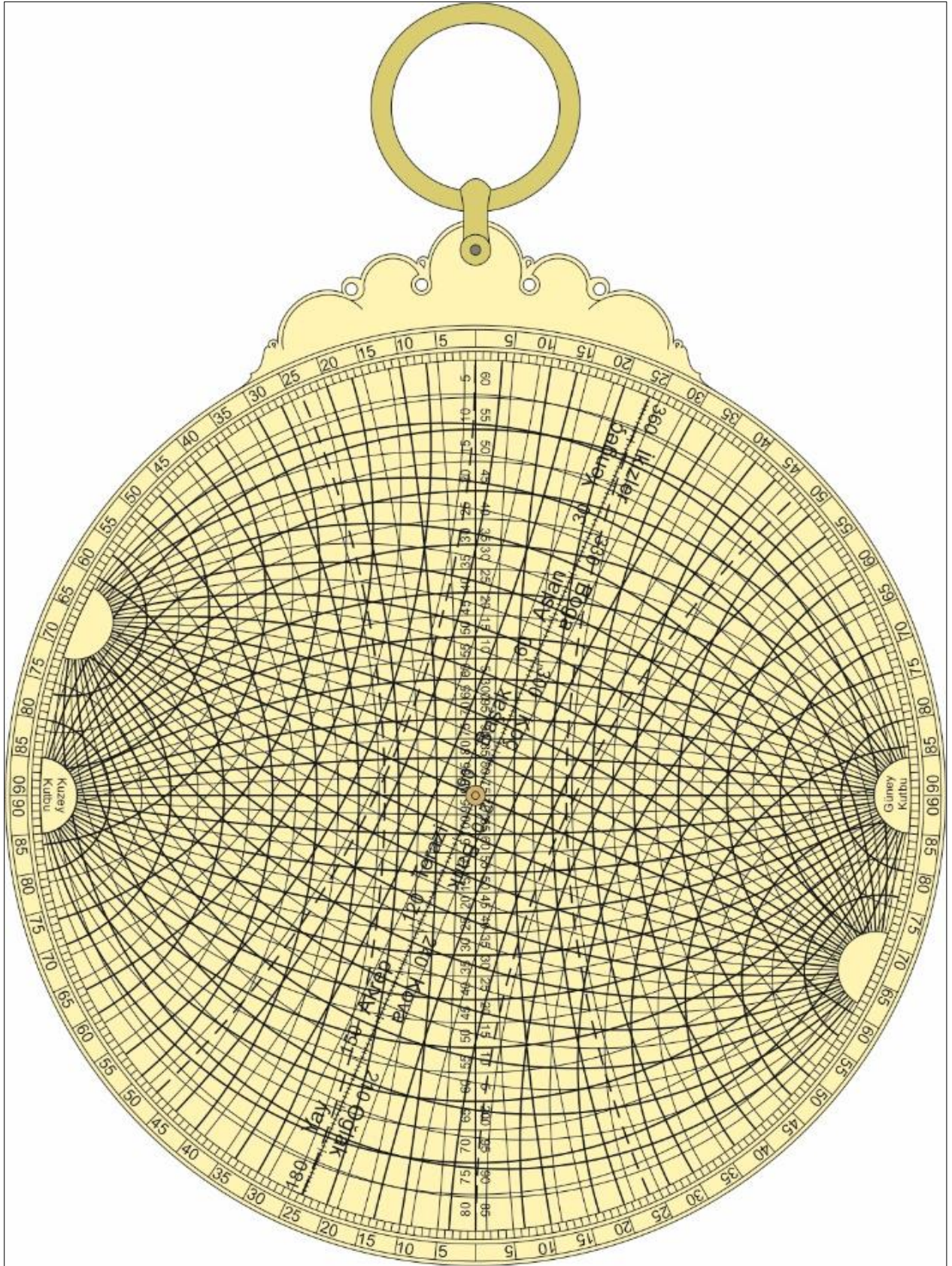
Güney kutbundan ekvatora doğru							
Sayı	Astronomide adı	Yaygın kullanımı	Arapça adı	Yazılışı	Parlaklığı	Yükselim	Bahar Açısı
1	α Erboğa	Centaurus	Riclu'l Kantarus	رجل القنطورس	⊙	- 58°	327°
2	α Karina	Canopus	Süheyl	سهيل	⊙	- 52°	90°
3	π Yelken		Muczâfu's-Sefine	مجداف السفينه	⊙	- 51°	64°
4	α Yelken		Münirü's Sefine	منير السفينه	⊙	- 44,5°	64°
5	δ Irmak		Ahirül'n Nehir	اخر النهر	⊙	- 43,5°	39°
6	λ ya da ν Akrep	λ :Salva ν :Lesath	E's-Savla	السوله	⊙	- 41°	300,05°
7	α Güney Balığı	Fomalhaut	Femmü'l-Hut	فم الحوت	⊙	- 36°	334°
8	ζ Yay	Ascella	İbti'l Remiye	ابط الرامى	⊙	- 30,05°	270,2°
9	α Akrep	Antares	Kalbü'l Akreb	قلب العقرب	⊙	- 24°	235,35°
10	ι Balina	Deneb Kaitos Shemali	Zenebü'l Kaytus	ذنب القيطوس	⊙	- 22,05	0,05°
11	ζ Balina	Baten Kaitos	Metainü'l-Kaytus	متاين القيطوس	⊙	- 15°	17,5°
12	α Büyük Köpek	Sirius	El-Abür	العبور	⊙	- 15°	93,04°
13	β Orion	Rigel	Riclü'l-Cevza	رجل جوزا	⊙	- 10°	112°
14	α Başak	Spica	El-'Azal	الاعزل	⊙	- 7,4°	190,83°

Kuzey kutbundan ekvatora doğru							
1	γ Küçük Ayı	Pherkad	El-Fergad	الفرقد	⊙	77°	225°
2	α Küçük Ayı	Polaris	Zahru'd-Dübb	ظهر الدب	⊙	66°	151°
3	β Kraliçe veya Koltuk	Caph	El Hazib	الخضيب	⊙	54,05°	189°
4	η Büyük Ayı	Alkaid	El Kai'd	القائد	⊙	53°	194°
5	α Arabacı	Capella	El Ayyuk	العيوق	⊙	44°	115°
6	α Kuğu	Deneb	Er-Redif	الردف	⊙	42,6°	303,6°
7	β Perse	Algol	Reisü'l-Gul	راس الغول	⊙	38,4°	35°
8	α Çalgı	Vega	El-vâki	الواقع	⊙	37,4°	272,1°
9	α İkizler	Castor	Re'sü'l-Tuam	راس التوام	⊙	34,05°	101°
10	α Kuzey Tacı	Alphekka	Münirü'l-Fekke	منير الفكه	⊙	30°	225°
11	α Kanatlı At	Andromeda	Surretü'l-Feres	سره الفرس	⊙	25°	351°
12	α Yay	Arcturus	Er-Ramih	الرامح	⊙	24°	336°
13	β Aslan	Denebola	Es-Serka	السرقه	⊙	19°	166°
14	α Aslan	Regulus	Kalbü'l-Esed	قلب الاسد	⊙	15,7°	141,40°
15	α Boğa	Aldeberan	Aldeberan	الديران	⊙	14,7°	58,06°
16	α Kartal	Altair	Et-Tair	الطائر	⊙	5,9°	286,67°
17	α veya β Küçük Köpek	α : Procyon β : Gomeisa	El-Gamyus	الغميس	⊙	7°	104°
18	α Orion	Betelgeuse	Menkebü'l-Cevzâ	منكب الجوزا	⊙	5°	120°

Çizelge 4: Sabit yıldızlar listesi



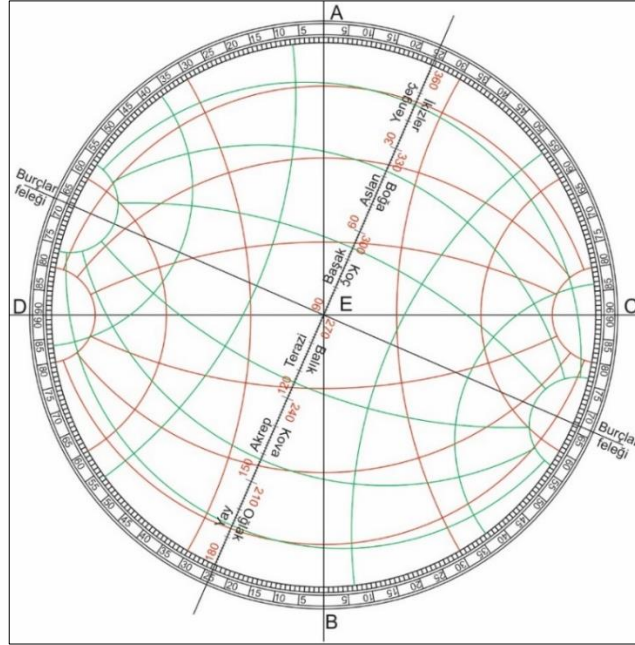
Şekil 9: Zerkaliyye ön yüzü



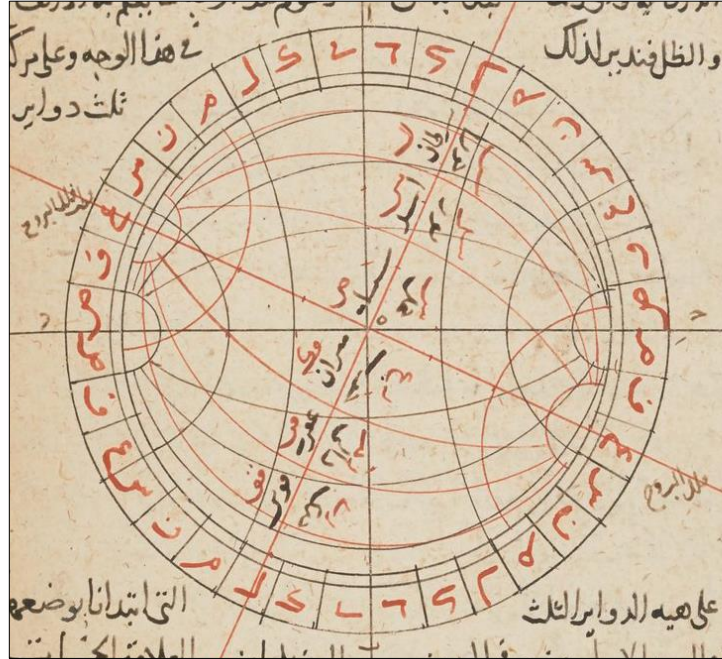
Şekil 9: Zerkaliye ön yüz çizimi

3.3.4. Nüshalarda Yer Alan Ön Yüz Çizimlerinin Karşılaştırılması

G2'de yer alan çizim kullanılarak oluşturulan Zerkaliyye ön yüzü şu şekildedir:



Şekil 11: Zerkaliyye ön yüz çizimi 2



Şekil 12: G2'de yer alan zerkaliyye ön yüz çizimi¹⁴⁴

¹⁴⁴ Merrakuşi, *Camiu'l-Mebadi*, Fransa Milli Kütüphanesi, No.2508, v.60a..

G2’de yer alan çizimde en dışta *ebced* hesabı ile verilen 10’ar derecelik taksimatlandırma bulunmaktadır. Ekliptik ve ekvatorial koordinat sistemleri yaklaşık 10 derecelik vara ile merkezleştirilmiştir. Solda konumlandırılan ekliptik üzerine yazmada tarif edildiği şekli ile burçlar kuşağı yerleştirilmiştir.

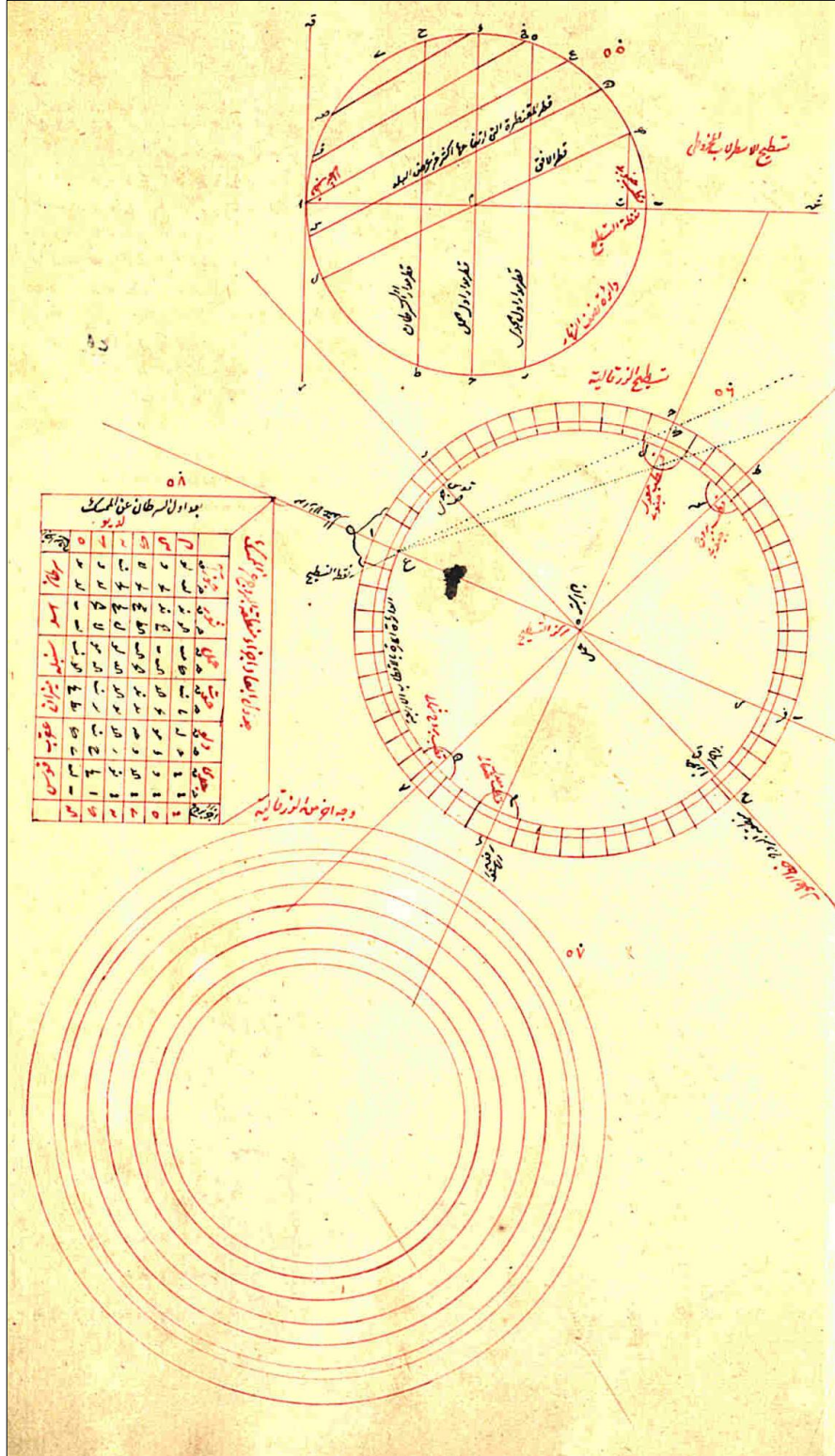
A’da akra yüzün çizimi iç boş halkalar olarak bırakılmış tamamenmamıştır. Ön yüzü de eksik bir çizimle eklenmiş, taksimatlandırmanın ve burçlar kuşağının içi doldurulmamış koordinat sistemlerinin de sadece başlangıç ve bitiş noktaları verilmiştir.

B1’de bulunan çizim de A ilebenzerlik gösterirken B2’de daha detaylı bir çizim ile karşılaşıyoruz. Koordinat sistemleri arasında yaklaşık 45 derecelik bir fark yer alır ve koordinat çizgileri de harflendirilmiştir. Ekliptik ve burçlar kuşağı ise solda bulunmaktadır.

C’de yer alan çizim de G’ ile benzerlik göstermektedir. Şekilde koordinat çizgileri, ekliptik, burçlar kuşağı ve taksimatlandırma yer alır.

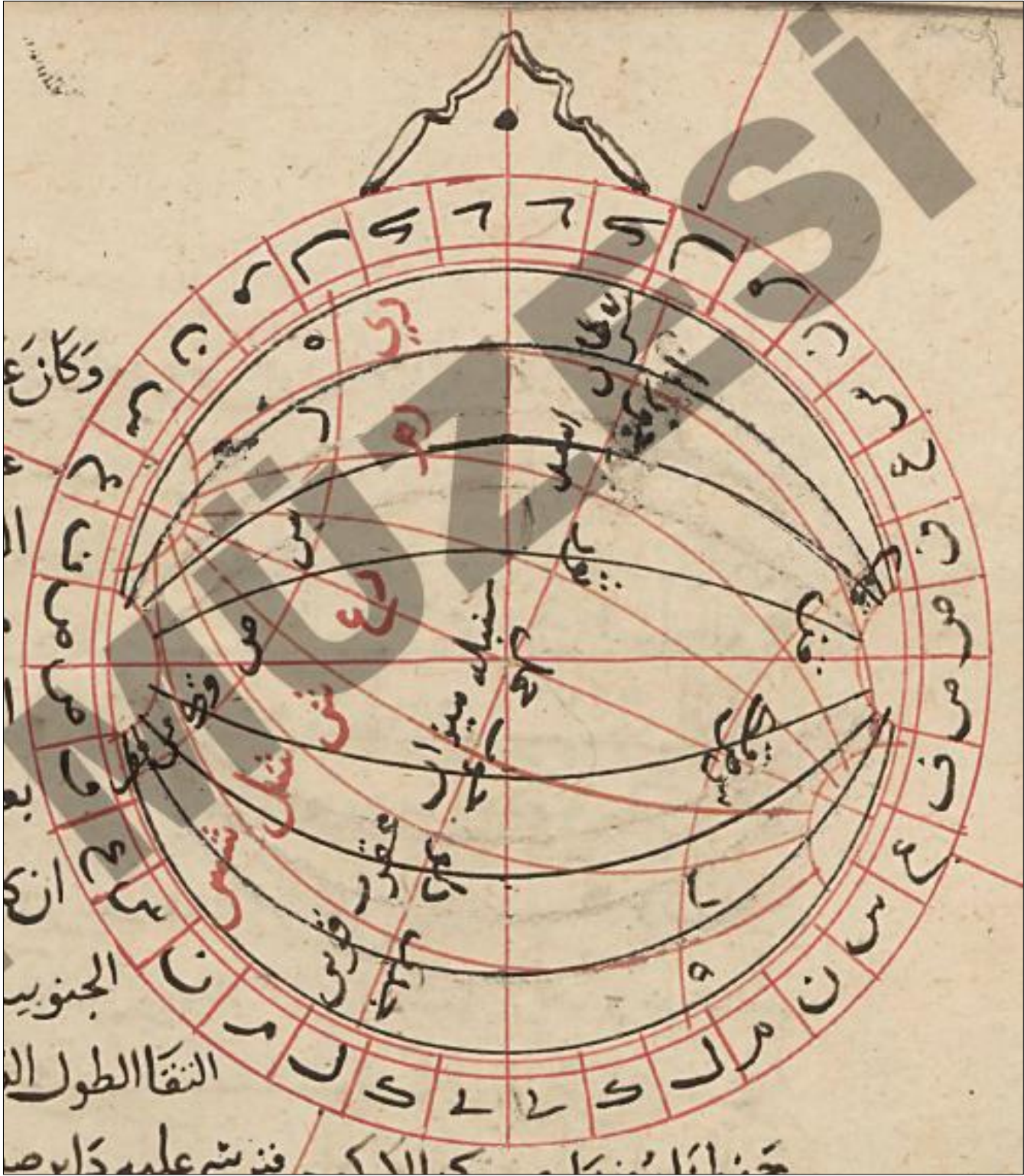
E’deki çizim koordinat sisteminin gösterim biçimi ile diğer çizimlerden biraz daha farklılık göstermektedir.

F’de yer alan çizim G2 ve C’de yer alan çizimler ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 13: A'da yer alan zerkaliyye çizimleri¹⁴⁵

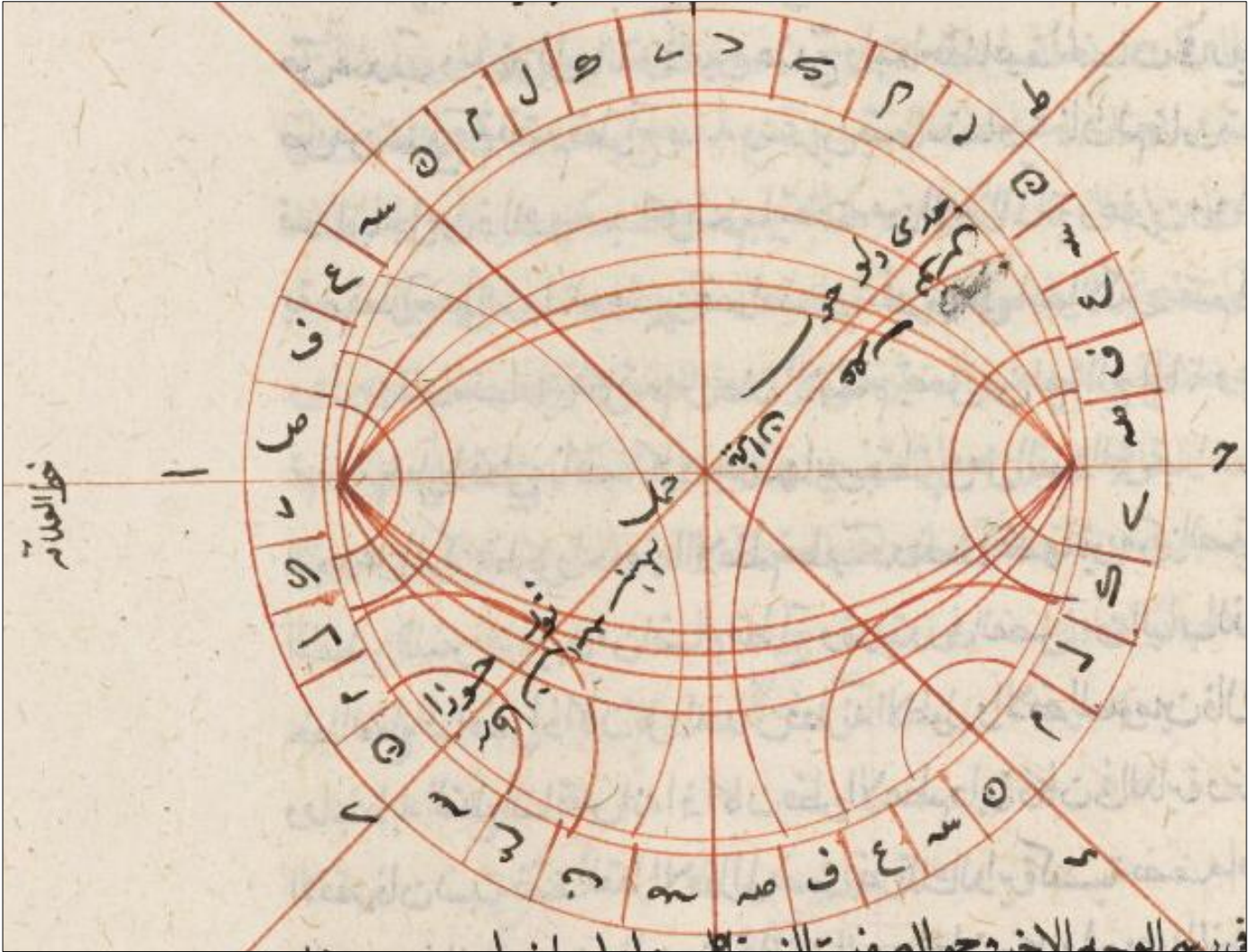
¹⁴⁵ Merrakuşi, *Camii'l-Mebadi*, Süleymaniye Kütüphanesi, Hamidiye Koleksiyonu, No.838, v.6b.



Şekil 16: C'de yer alan zerkaliyye önyüz çizimi¹⁴⁸

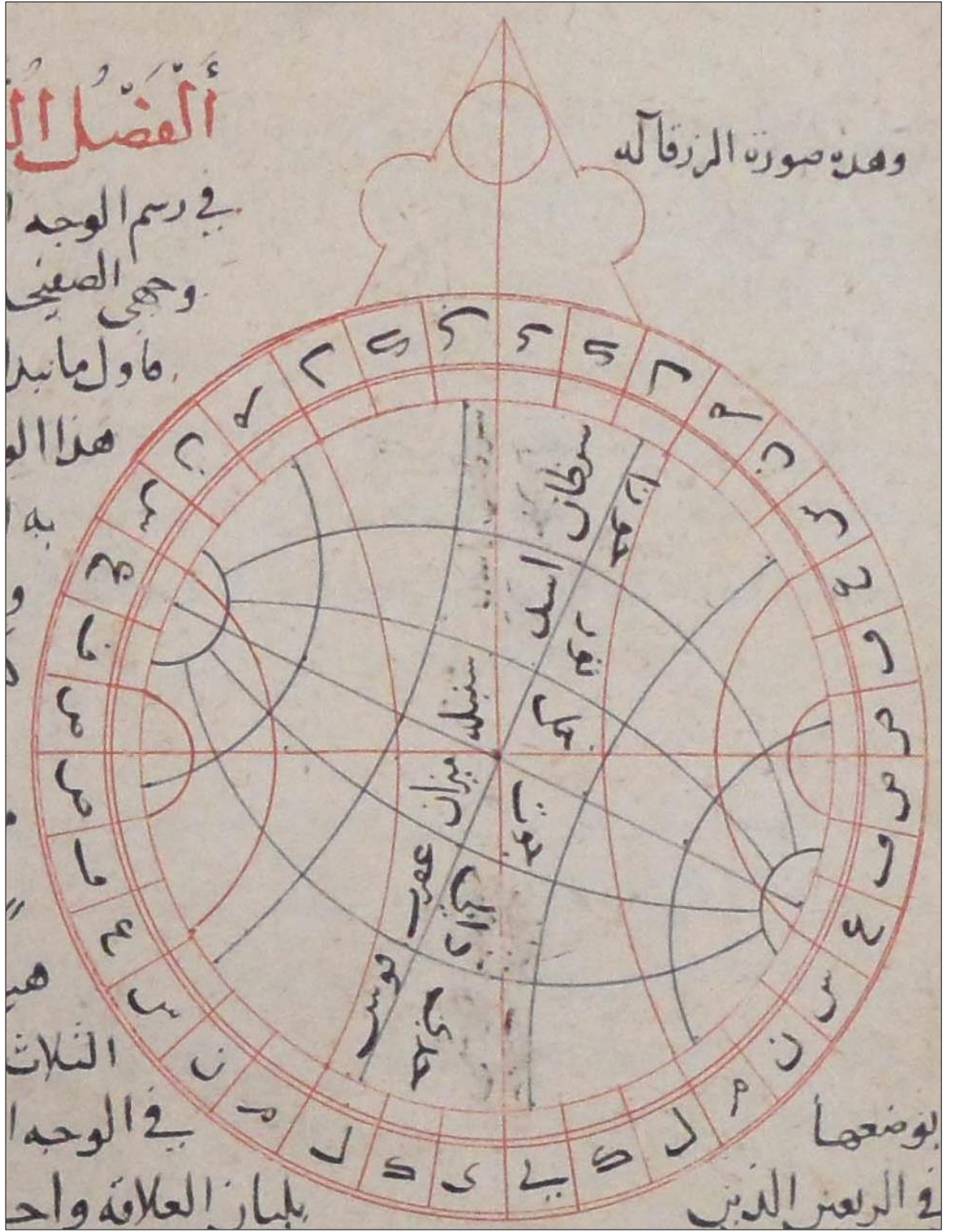
¹⁴⁸ Merrakuşi, *Camii'l-Mebadi*, Topkapı Sarayı Kütüphanesi, III. Ahmet Koleksiyonu, No.3343, v.48a.

D nüshası kitabın ilk cildinden müteşekkildir. Zerkaliyye bölümü ise ikinci cildin içinde bulunmaktadır.



Şekil 17: E'de yer alan zerkaliyye önyüz çizimi¹⁴⁹

¹⁴⁹ Merrakuşi, *Camii'l-Mebadi*, Britanya Kütüphanesi, Oriental Koleksiyonu, No.5831, v.173b.



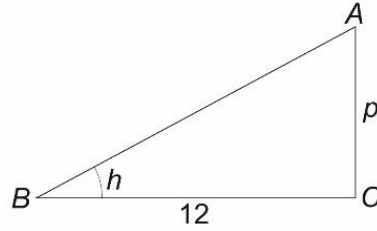
Şekil 18: F'de yer alan zerkaliyye önyüz çizimi¹⁵⁰

¹⁵⁰ Merrakuşi, *Camiu'l-Mebadi*, Oxford Üniversitesi Bodleian Kütüphanesi, or. Marsh Koleksiyonu, No.202, v.119a

3.3.5. Evrensel Usturlap Arka Yüz Çizimi

Güneşin öğle yüksekliğinin hesaplanmasında 7 ya da 12 parmak olmak üzere iki farklı biçimde uygulanabilen bir hesaplama sistemi kullanılır. Buna göre, 7 ya da 12 parmak uzunluğunda bir çubuk farklı büyüklüklerdeki eş merkezli dairelerin merkezine dik konumda yerleştirilir. Ardından ayın gün içinde Güneş gölgesinin çubukta yer alan aynı daire üzerine öğlenden önce ve öğlenden sonra gölgesinin düştüğü yer işaretlenerek işlem yapılır.

Tanjant ya da *gölge (zıl)* çizelgesi bir ABC dik üçgeninde Şekil 7 gereği $AC = p$, $BC = 12$ parmak olmak üzere $h = \tan^{-1}(p/12)$ ilişkisinden yararlanılarak düzenlenir. Levhada genellikle aşağıdaki değerlere yer verilir:

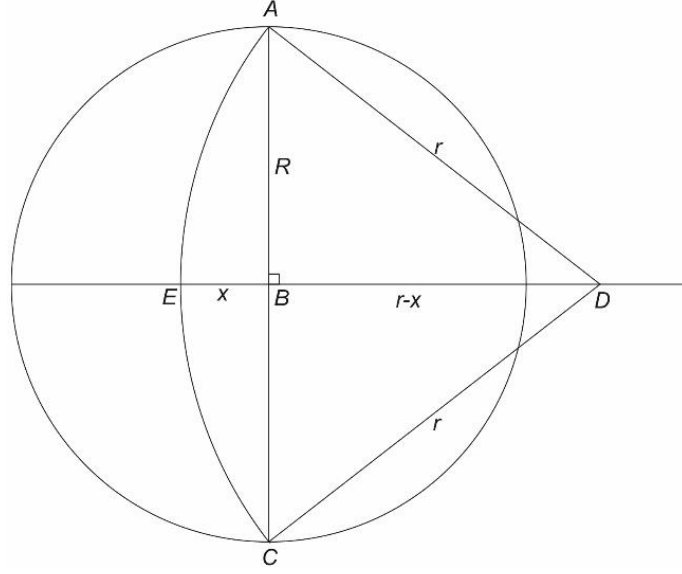


Şekil 19: Gölge çizgisi – uzunluk ilişkisi

p	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p/12$	1/12	1/6	1/4	1/3	5/12	1/2	7/12	2/3	3/4	5/6
h [°]	4°,76 4	9°,46 2	14°,03 6	18°,43 5	22°,6 2	26°,5 7	30°,2 6	33°,6 9	36°,8 7	39°,8 1
p	11	12	14	16	18	20	22	24	27	30
$p/12$	11/12	1	7/6	4/3	1 1/2	5/3	11/6	2	27/12	2 1/2
h [°]	42°,5 1	45°	49°,4	53°,13	56°,3	59°,0 4	61°,3 9	63°,4 4	66°,0 4	68°,2
p	33	36	39	43	48	60				
$p/12$	11/4	3	13/4	43/12	4	5				
h [°]	70°,0 2	71°,5 7	72°,9	74°,41	75°,9 6	78°,6 9				

Çizelge 5: Gölge çizgisi tablosu

Eğer Şekil 8 gereği merkez dairesinin yarıçapı $AB = R$, kutup dairelerinin yarıçapı $AD = r$ ve bu dairelerin BD ekenini kestiği E noktasının B merkezine mesafesi $EB = x$ ile ifade edilirse ABD dik üçgeninde $R^2 + (r - x)^2 = r^2$ ilişkisi yazılabilir.



Şekil 20: Kutup dairelerinin elde edilişi

Bu ifadeden kutup dairelerinin yarıçapı $r = (x^2 + R^2)/2x$ olarak elde edilir. Eğer ayrıca $k = (0, 1, 2, \dots, 12)$ ve $R = 60$ olmak üzere $x = k(R/12) = k(60/12) = 5k$ alınırsa, aranan daire yarıçapları için

$$(r/R) = (k^2 + 144)/24k$$

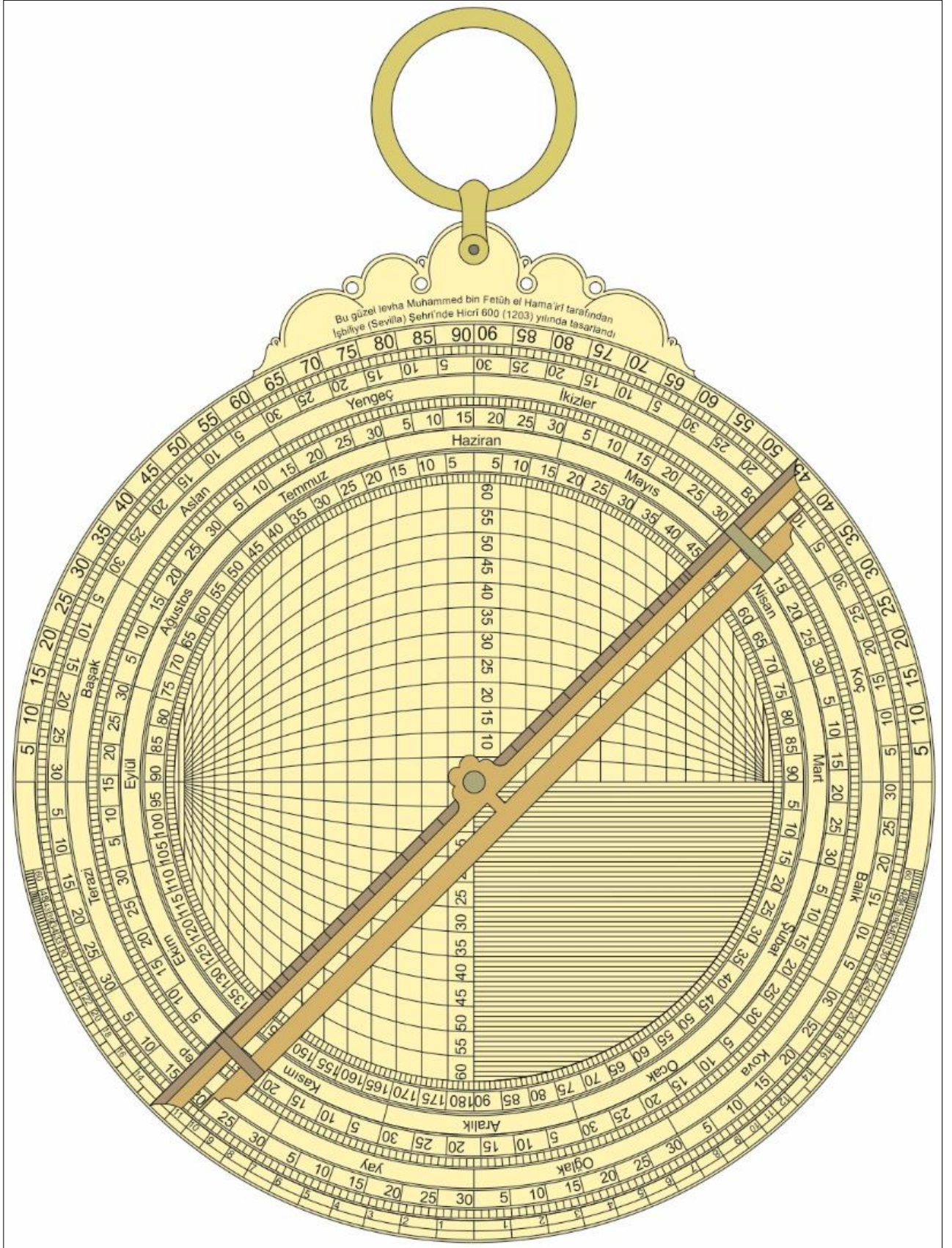
yazılabilir. Çizelge 4'de $k = (0, 1, 2, \dots, 12)$ için bu dairelere ilişkin x mesafeleri, r/R oranları ve $d = 2r$ çapları hesaplanmıştır.

k	x	r/R	$d=2r$
0	0	∞	∞
1	5	6,042	725
2	10	3,083	370
3	15	2,125	255
4	20	1,667	200
5	25	1,408	169
6	30	1,250	150
7	35	1,149	137,86
8	40	1,083	130
9	45	1,042	125
10	50	1,017	122
11	55	1,004	120,45
12	60	1	120

Çizelge 6: Çap – yarıçap oranları

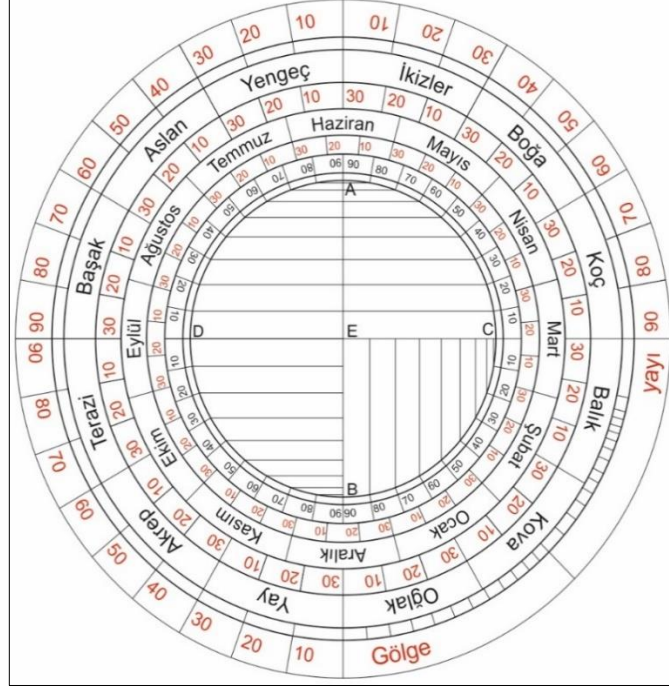


Şekil 21: Zerkaliyye arka yüzü

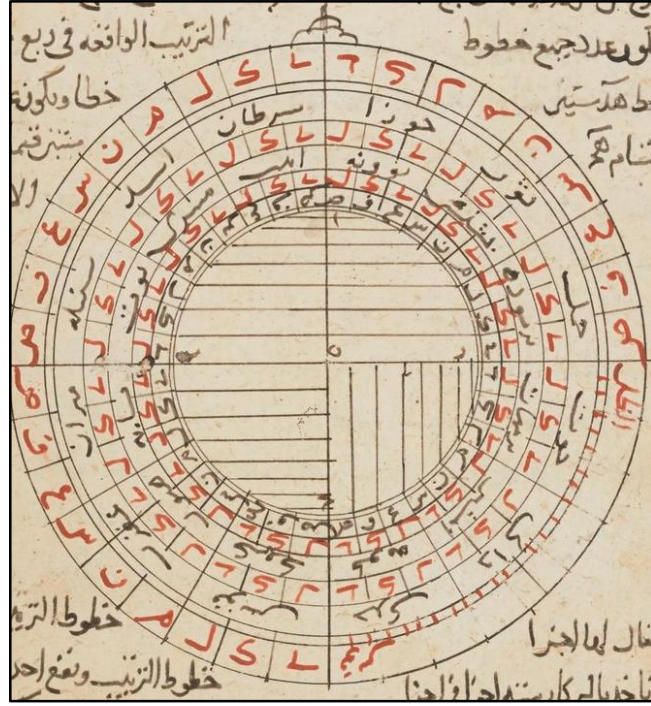


Şekil 22: Zerkaliye arka yüzü çizimi

G2'de yer alan çizim kullanılarak oluşturulan Zerkali levhasının arka yüzü şu şekildedir:



Şekil 23: Zerkaliyye arka yüz çizimi 2



Şekil 24: G2'de yer alan zerkaliyye arka yüz çizimi¹⁵¹

¹⁵¹ Merrakuşi, *Camiu'l-Mebadi*, Fransa Milli Kütüphanesi, No.2508, v.61a.

Merrakuşi'nin yazma nüshalarındaki çizimlerin Endülüs döneminden kalma aletimiz ile arasındaki en büyük farklardan birini takvim kullanımı oluşturmaktadır. *Şekil 21*'de alette takvim ayları Arapça ismi ile verilirken Merrakuşi'de genellikle burç dereceleri ile miladi takvim arasındaki ilişki, kullanılan ay isimleri, *Şekil 24*'te olduğu gibi bir eski Mısır dili olan Kıptice ile yazılmıştır.

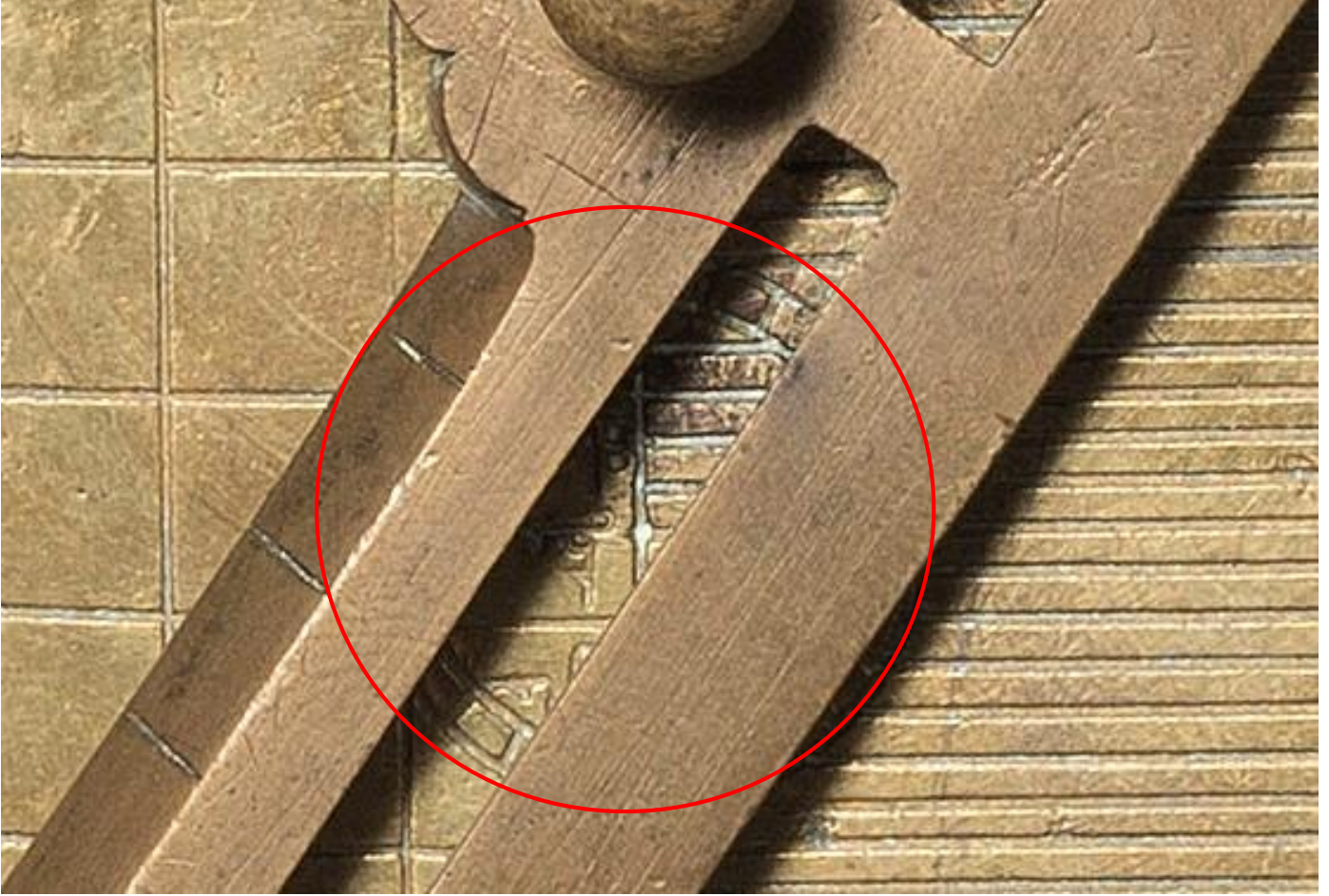
Türkçe	Kıpti aylar	Yazılışı
Ağustos	Tût	توت
Eylül	Bâbe	بلبه
Ekim	Hetûr	هتور
Kasım	Yehek	كتهى
Aralık	Tuba	توبه
Ocak	Meşir	امشير
Şubat	Bermehât	برمهات
Mart	Bermûde	برهوره
Nisan	Beşens	بشنس
Mayıs	Beûne	بؤونه
Haziran	Ebîb	ابنبب
Temmuz	Mesûr	هسرى

Çizelge 7: Kopça ay isimleri

3.3.6. Nüshalarda Yer Alan Arka Yüz Çizimlerinin Karşılaştırılması

Arka yüz çizimleri incelenirken çizimimiz için kullanılan G2 nüshasında takım yıldızlar ile ay adlarının paralel devam ettiğini gördük. Oysa ikisi arasında dünyanın *presesyon hareketinin* bir sonucu olarak, yaklaşık üçte bir oranında bir fark olması gerekmektedir. G2 nüshasında çizimin yanlış aktarılırken B ve C nüshalarında doğru aktarıldığını görmekteyiz. G2'de *zıl* çizgileri sağ alt çeyrekte gösterilirken B2 ve E'de sol alt çeyrekte gösterilmiştir. Arka yüz şeklinin en dışında *ebced* harflerine göre her bir çeyrek daire için 10'ar derecelik yapılmış dokuz bölümlük taksimat bulunur. E'de bu taksimatın çizgilerinin çizildiğini ancak sadece sol üst çeyrekte harflendirildiğini görüyoruz. B2, C ve F de her çeyrek için bu taksimatlandırma harfler ile gösterilmiştir.

Bir alt dairede ise burç isimleri yer almaktadır. Burç isimlerinin B2, C ve F'de yer alırken E'de yazılmamıştır. Bir iç dairede de ay isimleri bulunmaktadır. Ay isimlerinin de B2 ve C'de eklendiğini E ve F de ise yazılmadığını görmekteyiz. Zıl hesaplama tablosunun ise B2, C ve F'de sağ alt çeyrek daire içinde bulunurken, E'de sol alt çeyrek içinde yer almıştır.



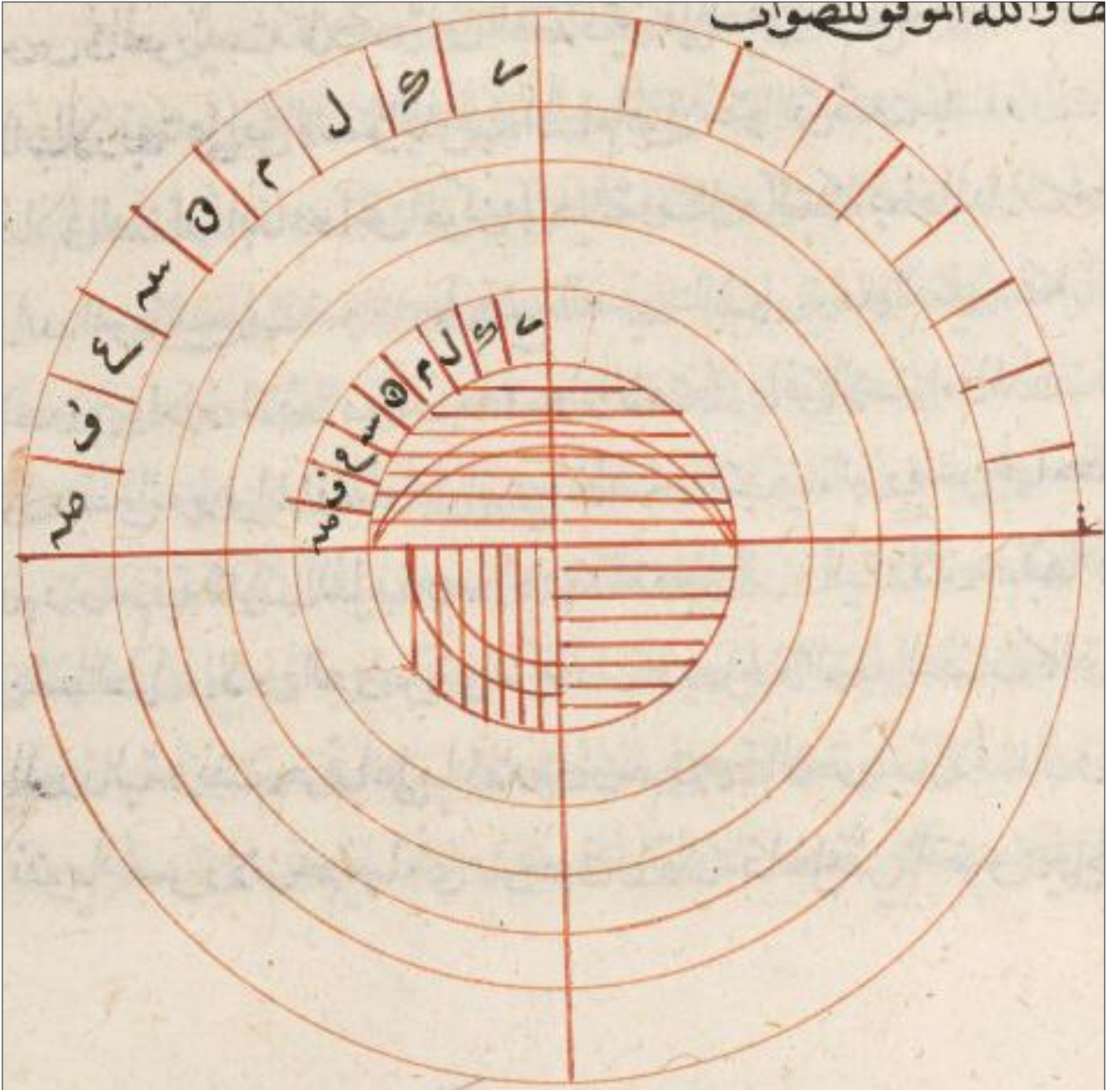
Şekil 25: Ay diyagramı

Merrakuşi'nin tasvir ettiği alet ile Endülüs tarzı zerkaliyye arasındaki bir diğer fark da Endülüs tarzı zerkaliyyelerde yer alan ve Şekil 25'te görülen, levha üzerine hak edilmiş cetvelin altında kalan ve Ay diyagramı olarak adlandırılan daha çok astrolojik hesaplamalarda kullanılan küçük halkanın yer almıyor oluşudur.



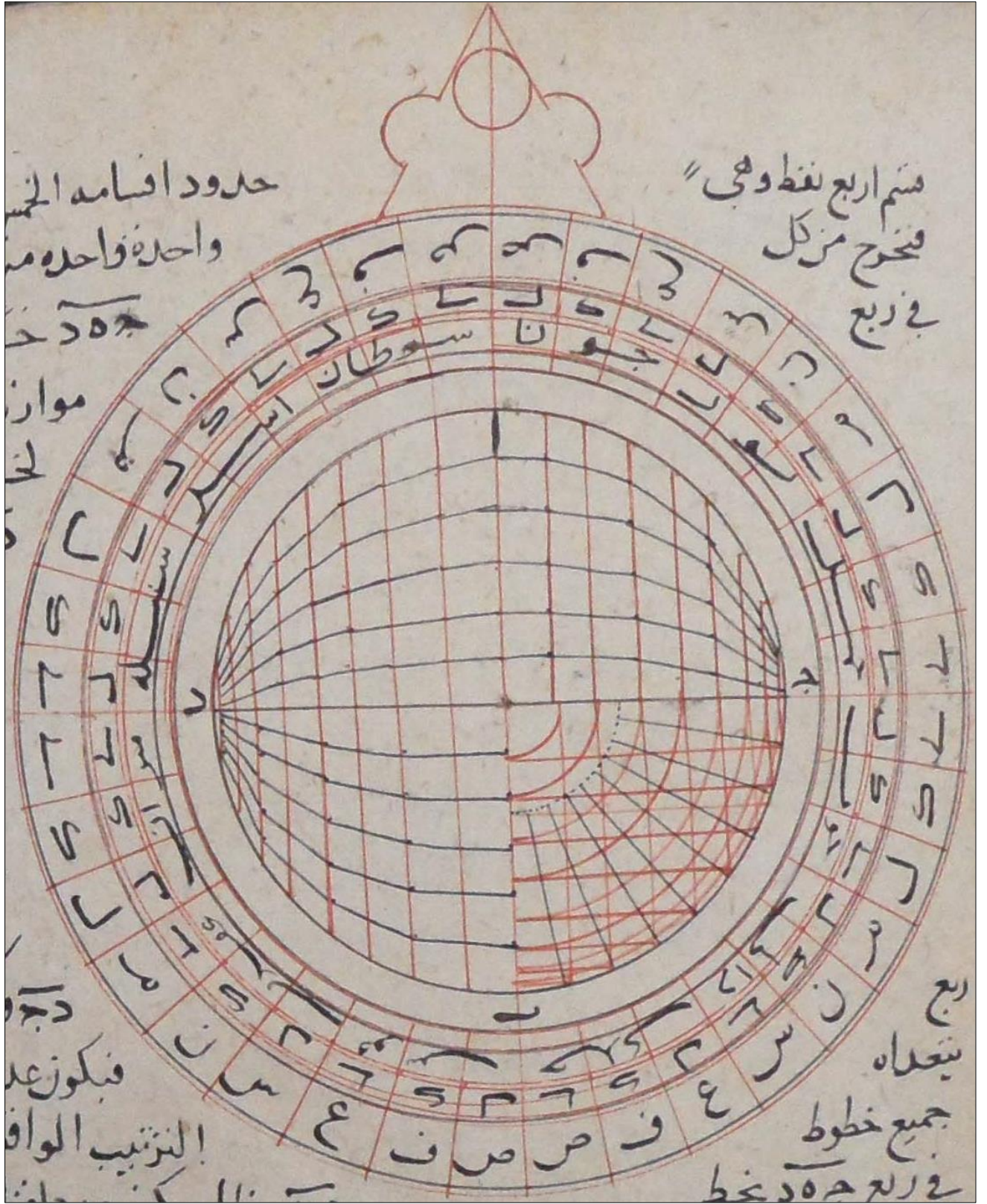
Şekil 26: B2'de yer alan zerkaliyye arka yüz çizimi¹⁵²

¹⁵² Merrakuşi, *Camii'l-Mebadi*, Süleymaniye Kütüphanesi, Nuruosmaniye Koleksiyonu, No.2902, v.152b.



Şekil 28: E'de yer alan zerkaliyye arka yüz çizimi¹⁵⁴

¹⁵⁴ Merrakuşi, *Camii'l-Mebadi*, Britanyae Kütüphanesi, No.5831, v.174b.



Şekil 29: F'de yer alan zerkaliyye arka yüz çizimi¹⁵⁵

¹⁵⁵ Merrakuşi, *Camiu'l-Mebadi*, Oxford Üniversitesi, Bodleian Kütüphanesi, Or. Marsh Koleksiyonu, No.202, v.120a.

Arka yüzünde yer alan öğeleri özetlersek, Mağrip ve Endülüs usturlaplarında standart olarak bulunan dört ölçek standart olarak bulunur:

- i. Gök cisimlerinin yüksekliğini ölçmede kullanılan ve arka yüzün en dış ucuna yerleştirilen dört adet 90 derecelik yükseklik ölçeği,
- ii. Gözlem ve hesabın yapılacağı günü gösteren ve tam bir daire biçiminde çizilen Julyen takvimi. Julyen takviminin Merrakuşi’de yer almayışı Merrakuşi’nin aleti olduğu gibi almayı kendi kültürüne uyarladığının önemli bir örneğidir.
- iii. Takvim günlerinin burç derecelerine ve burç derecelerinin takvim günlerine dönüştürülmesi için kullanılan tam daire biçimindeki burçlar dairesi (Zodyak).
- iv. Trigonometrik işlemlerde kullanılmak üzere sinüs çizelgesi.

Bunlara ek olarak evrensel diskler dışında yaygın kullanılmayan şu çizelge ve şekiller bulunabilir:

- i. Ay’ın Yer ile arasındaki değişken mesafesini hesaplamak için kullanılan ve “Ay çemberi” olarak adlandırılan küçük daire biçiminde bir diyagram,
- ii. Burçlar dairesinin altına çizilebilen ve Ay’ın konaklarını gösteren bir ölçek,
- iii. *Ortogonal* izdüşümle çizilmiş bir koordinat sistemi.

Arka yüzdeki çizelge ve ölçekler, kullanım açısından önyüzdeki izdüşümlerle ilgili değildir. Bu nedenle arka yüzün ön yüzden bağımsız bir alet gibi düşünülebilmesi mümkündür. Buna ek olarak, standart bir usturlap için ilkeleri Birunî (ö.1050) tarafından tanımlanan “ortogonal izdüşümün” evrensel bir alete uyarlanması, “Endülüs katkısı” olarak değerlendirilebilecek nitelikte bir gelişmedir.¹⁵⁶ Mağrip ve Endülüs usturlaplarında standart olan ve İslam coğrafyasının doğusundaki aletlerde nadiren görülen Julyen takvimi ve burçlar dairesi ölçekleri, Endülüs astronomi aletleri

¹⁵⁶ F. Charette, **a.g.e.**, s. 101-102.

geleneğinin karakteristiği olarak ortaya çıkmıştır.¹⁵⁷ Burada şunu ifade etmek gerekir ki her ne kadar *zerkâliyye* ön yüzündeki iki koordinat sistemi sayesinde koordinatlar arasındaki dönüşümü kolaylaştırır ve bu bakımdan çok işlevsel bir yapıya sahip olsa da üst üste bindirilmiş bu iki koordinat sisteminin çizgilerinin ortaya çıkardığı karmaşa kullanımını güçleştirmektedir. Bu bakımdan daha sade bir forma sahip *şekkâziyyenin* daha başarılı olduğu söylenebilir.¹⁵⁸

Zerkâlî'nin *şekkâziyyesinde* *zerkâliyyede* olduğu gibi dış kenar meridyen dairesini, dikey çap da ekvatoru temsil eder. Yatay çap, Kuzey ve Güney gök kutuplarına bağlanan çizgi ile çakışıktır. *Deklinasyon (yükselem)* ve meridyen daireleri ilkbahar ve sonbahar noktalarından gündönümü düzlemine yansıtılmakta ve düzlemde ekliptik, ekvatora eğimli bir çap olarak gösterilmektedir.

Burçlar dairesinin takımyıldızları ile çevrelenmiş büyük boylam dairesi de düzlemde yer alır. Ayrıca, ekvatorial koordinat sistemi çizelgesi hem ekvatorial hem de ekliptik koordinatları temsil edecek şekilde işlev görür. Böylece iki ayrı çizelge üst üste bindirilmemiş olur ki bu formun, *şekkâziyyenin* temel özelliği olduğu söylenebilir.¹⁵⁹

Bu çerçevede aletin ön yüzünde şunlar bulunur:

- i. Ekvatorial/ekliptik koordinat çizelgesi,
- ii. Ekvatorial koordinat çizelgesi ile ekliptik eğim oranında açı ile yerleştirilmiş ekliptik çizgisi,
- iii. *Zerkâliyyede*ki gibi koordinat sistemleri arasında dönüşümü ve farklı enlemlerde işlem yapmayı mümkün kılan merkezden tutturulmuş hareketli bir cetvel.

¹⁵⁷ D. A. King, **a.g.e.**, s. 52.

¹⁵⁸ F. Charette, **a.g.e.**, s. 101-102.

¹⁵⁹ F. Charette, **a.g.e.**, s. 100.

Arka yüzünde Endülüs ve Mağripte ki standart usturlaplarda bulunan şekiller bulunur. Zerkâliyyeden farklı olarak Ay diyagramı, sinüs çizelgesi veya ortogonal izdüşüm koordinat sistemi yoktur.¹⁶⁰

¹⁶⁰ J. Samsó, **a.g.e.**, s. 10-11. Charette, F. **a.g.e.**, s. 100.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. EVRENSEL ALETLER

4.1. EVRENSEL ALETLER ÜZERİNE ENDÜLÜS'TEKİ DİĞER TEŞEBBÜSLER

4.1.1. El-Hasan Ali. Haleî (XI. yüzyıl)

'Alî b. Halef b. Aḥmer Ahîr, Zerkâlî'nin çağdaşı bir geometrici ve alet yapımcısıdır. Zerkâlî gibi o da Sâid el-Endelüsî'nin himayesine girmiş Ali b. Halef hayatı hakkındaki az miktardaki bilgi, Sâid el-Endelüsî'nin *Tabakât*'ından edinilir. Bu çalışmanın ikinci kısımda ele alınan gerekçelerden dolayı muhtemelen *şekkâziyyeye* ismini verdiği düşünülmektedir.¹⁶¹

Ali b. Halef'in astronomi alanındaki en önemli katkılarının başında, Zerkâlî'nin evrensel diskinden sonra geliştirdiği “evrensel usturlap” türündeki alet gelir. Bağımsız bir icat olarak geliştirdiği usturlaba dair bir de eser telif etmiştir. Fakat eserin Arapça orijinali günümüze ulaşmamıştır. Bilim Tarihçisi François Charette, uzun süreli araştırmalar sonunda müellif kaydı bulunmamasına rağmen XIV. yüzyılda yaşayan Necmeddin el-Mısırî'ye olduğunu tespit ettiği bir eserin, XI. yüzyılın en önemli aleti olarak görülen bu usturlaba dair en eski Arapça kaynak olduğunu bildirir. Ali b. Halef'in evrensel usturlabı, Zerkâlî'nin evrensel disklerindeki karmaşıklık problemini çözmek üzere *zerkâliyyenin* sadeleştirilmiş/basitleştirilmiş bir hali olarak değerlendirilmektedir. Bu usturlaba dair Ali b. Halef'in telif ettiği eserin günümüze ulaşan tek kopyası, X. Alfonso tarafından yaptırılan Kastilce tercümesidir. Bu tercüme, Emilio Calvo ve Roser Puig tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir.¹⁶² 1071'de el-Memûn'a ithaf edildiği için Ali b. Halef tarafından *el-usturlab el-memunî* şeklinde isimlendirilen alet, Kastilce tercümede *lamina universal* veya *orizon*

¹⁶¹ P. Roser, *BEA*, s. 34-35.

¹⁶² E. Calvo, R. Puig, *The Universal Plate Revisited*, Vol. 6, s. 113-157.

universal olarak geçer. Mısırî'ye ait olduğu düşünülen eserde hatalı olarak *Bizans* (*Rumî*) *usturlabı* şeklinde isimlendirilmiştir. Evrensel usturlabı oluşturan beş temel parça bulunur: Ana gövde (*mater*), örümcek (*rete*), cetvel veya nişangâh, mil ve at.¹⁶³

Ali b. Halef'in evrensel usturlabı Zerkâlî'nin diskleri ile aynı iz düşümü temel alır ancak karakteristik özellikleri bu iki aleti birbirinden ayrı kılmaktadır. Usturlabın ön yüzünde ekvatorial koordinat sistemi bulunur ve dikey çap *zenit-nadir* eksenini oluşturur. Gerektiğinde bu çizelge ekliptik koordinat sistemi olarak da kullanılır. Zerkâlîye'nin diskinden farklı olarak Ali b. Halef'in usturlabında bir de örümcek (*ankebut*) bulunur. Örümcek üst yarısında ızgara gibi tasarlanmış ve *şekkâzîyye* çizim tekniği ile oluşturulmuş ekvatorial koordinat sistemi bulunur. Çapın her iki ucu gök kutuplarını temsil eder. Örümceğin alt yarısında da az sayıda yıldız göstergesi bulunur. Yatay çap ekliptiği, ızgara düzeneği de ekliptik koordinat sisteminin enlem ve boylamlarını temsil eder. Yıldız göstergeleri *şekkâzîyye* diski ile aynı izdüşüme göre konumlandırılmıştır.

Evrensel usturlap, ikinci koordinat sisteminin hareketli örümcek üzerinde bulunması nedeniyle *zerkâlîyye* ve *şekkâzîyye*den daha gelişmiş bir alettir. Örümcek, küresel astronominin standart problemi olan Güneş veya yıldızların yüksekliğinden azimutun ve zamanın belirlenmesini çok daha kolay ve hassas ölçmeyi mümkün kılar. Oysa aynı sorun *şekkâzîyye* diski ile yaklaşık olarak çözülebilmektedir. Diğer evrensel aletlerde olduğu gibi usturlabın arka yüzü de standart bir usturlabın arka yüzündeki çizelge ve ölçekleri taşır.¹⁶⁴ Şekkâzîyye yöntemi ile tasarlanmış evrensel usturlaplar küresel astronominin sorunlarını çözmek için oldukça faydalı olsa da belirli bir enlemdeki gökyüzünün görünen hareketini vermeyişi sorun teşkil eder.¹⁶⁵

¹⁶³ F. Charette, **a.g.e.** s. 104-105.

¹⁶⁴E. Calvo, R. Puig, **a.g.e.**, s. 117-121; R. Puig, **a.g.e.** s. 34-35; D. A. King, *Universal Solution in Islamic Astronomy*, s. 124.

¹⁶⁵ D. A. King, *On the Early History of the Universal Astrolabe in Islamic Astronomy, and the Origin of the Term "Shakkazīya" in Medieval Scientific Arabic*, s. 244.

4.1.2. İbn Baso (ö.1316)

Granada Büyük Camii'nde baş muvakkitlik yapan Ebu'l-Ali el-Hüseyin b. Ali Cafer Ahmet b. Yusuf b. Baso¹⁶⁶ matematikçi, astronom ve alet yapımcısıdır. Zerkâli ve Ali b. Halef'ten yaklaşık iki yüz yıl sonra yaşamış İbn Baso, evrensel aletler geleneğinde bir evrensel disk tasarlamıştır. Alet hakkındaki bilgiler, 1273-74'de telif ettiği ve Tunus Ulusal Kütüphanesinde yer alan 160 bölümlük *Risâletü's-Safihâ el-Câmi'u el-camî el-Urûd* (Bütün Enlemlerde Kullanılan Disk Hakkında Risale)¹⁶⁷ başlıklı risalede yer alır. Risâleden anlaşıldığına göre İbn Baso, özellikle XI. yüzyıl Endülüs ve Mağrip başta olmak üzere İslam coğrafyasındaki seleflerinin evrensel aletler konusundaki çalışmalarından haberdardır. Kendi icadı da İslam coğrafyasının doğusunda *safîha afâkîyye* (ufuklar diski) olarak adlandırılan alet türüne karşılık gelmektedir ve evrensel diskten farklıdır.

Disk üzerinde usturlaplarda standart olarak bulunan ve kuzey kutbunu esas alan Yengeç ve Oğlak dönenceleri ile ekvator dairelerinin izdüşümleri yer alır. Ayrıca bunlarla eşmerkezli deklinasyon daireleri (*madârât*) çizilidir. Bu daireler, 90° enlemi için boylam dairelerinin iz düşümüne karşılık gelir ve bu durumda ekvator ufuk, deklinasyon daireleri de yükseklik daireleri olarak kullanılabilir. Bunlardan başka, her enlemin ufuk çizgisi de diğer dairelerin üzerine bindirilmiştir. Son olarak meridyene paralel olarak çizilen ve küçülerek doğu ve batı noktalarında sona eren daireler bulunur. Ekvatorial meridyen izdüşüm daireleriyle beraber kullanılacak bir de nişangâh vardır. İbn Baso'nun diski kullanım tarifinden, güney yarım küreden görülen yıldızları da dikkate aldığı ve bu güney yıldızlarının Oğlak Dönencesi ile Güney Kutbu arasında konumlandırıldığı anlaşılır.¹⁶⁸ Tasarımda karmaşıklığa sebep olan çok sayıda daire ve yayın bulunması ve kullanıcının aleti kullanabilmek için zahmetli işlemler yapmak zorunda olması gerektiğinden kullanımı zor da olsa, çok yönlü bir karaktere sahip olan bu evrensel disk, aslında usturlaplara yardımcı bir araç olarak tasarlanmıştır. Bu aletle elde edilen sayısal değerlerin yuvarlanarak kullanılması, kullanan kişinin yüksek bir

¹⁶⁶ E. Calvo, **BEA**, s. 552-553.

¹⁶⁷ E. Calvo, **Ibn Baso's Universal Plate and Its Influence on European Astronomy**, s. 62.

¹⁶⁸ E. Calvo, **a.g.e.**, s. 62-64; F. Charette, **a.g.e.**, s. 108.

hassasiyet aramadığını göstermektedir. İbn Baso daha çok öğretici bir kaygı gütmekte ve diskin kullanımı ile ilgilenmektedir. Nitekim diskin kullanılma maksadını, gökküre ve onunla ilgili kavramlara aşinalık kazanmak isteyen kimse için fayda sağlamış olmak şeklinde yorumlamak mümkündür. Aletin kuzey ve güney en uç noktalarındaki enlemeler için kullanılabilir oluşu, diskin pratik bir uygulamadan ziyade pratik hesaplar yapma amacıyla tasarlanmış olabileceğini düşündürmektedir. Dahası, Kuzey Yarımküre için tasarlanmış olmasına rağmen, Güney usturlap diski olarak da kullanılabilir olması diskin en özgün özelliğidir ve bu nedenle kendinden sonraki aletlere öncülük ettiği kabul edilebilir.

Birunî veya Siczî (ö.1024) gibi astronomlar tarafından bu tür bir evrensel alet İbn Baso'dan daha erken zamanlarda tanımlanmış olsa dahi günümüze ulaşan ilk örnekler XIV. yüzyılın başlarında İbn Baso'nun döneminde ortaya çıkmıştır. İbn Baso'nun çalışmaları Endülüs'ün ve Güney Afrika'nın yanı sıra Şam'da Mizzî'nin (ö.1349) ve Lahor'da Allâh-Dâd'ın yaptığı aletler gibi İslam coğrafyasının Doğu'sunda da bilinmekteydi. İslam coğrafyasının doğusunun, İslam coğrafyasının batısından etkilediğine getirilen örnekler arasında yer alan İbn Baso'nun izdüşümünün bu coğrafyalardan kullanıldığı günümüze ulaşan aletlerde de görülmektedir.¹⁶⁹

4.2.MEMLUKLER DEVRİ ASTRONOMİNİN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ (1250-1517)

Merrâkuşî ve eserini değerlendirmeden önce bu eserin oluştuğu coğrafyayı ve dönem astronomisini kısaca ele almakta fayda var. 1250 - 1517 yılları arası Memluk yönetimindeki Mısır ve Suriye başta olmak üzere Ortaçağ yakın doğu tarihi, entelektüel hayatın canlı ve yenilikçi olduğu bir dönem olarak kabul edilmektedir.¹⁷⁰ Memluk yönetimindeki sosyal dönüşümlerin nüfusun daha büyük bir kısmının bilgiye erişebilirliğini arttırması, özellikle uzman olmayan okuyucu kitlesi için anlaşılır bir biçimde açıklama yapan çok sayıda eserin niçin ortaya konmaya başladığının ve uygulamalı bilimlerin neden popüler hale geldiğinin bir açıklaması olarak görülebilmektedir. Bu dönemde, alet kullanımı, zaman hesaplaması çerçevesinde yeni

¹⁶⁹ E. Calvo, **BEA**, s. 552-553.

¹⁷⁰ F.Charette, **a.g.e.**, s.5.

bir astronomi disipliniyi şekillendirerek *Mîkât ilmi*'nin (*ilm el-mîkât* veya *ilm el-muvakkit*) doğmasına ve bölgeselleşmesine zemin hazırlamıştır. Sözlükte “bir iş için belirli zaman ve yer” anlamına gelen mîkât, “belirli bir zaman tespit etmek” anlamındaki *vakt* kökünden türemiştir.¹⁷¹ İstilâhi anlamda mîkât ilmi, Güneş'in, Ay'ın ve yıldızların kullanılmasıyla zamanın, özellikle İslam astronomisinin amaçlarından biri olan namaz vakitlerinin veya Ramazan ayının başlangıç ve bitiş tarihlerinin belirlenmesi ilmini ifade etmektedir. 1250'den sonraki dönemde bu terim daha geniş bir anlam kazanmış ve küresel astronomi, Kible yönü hesaplanması, Ay'ın evreleri, hilalin görünme zamanı ve genel zaman hesaplamalarını içeren tüm alanları kapsamaya başlamıştır. Sekinizci yüzyılda ilk ilmî temelleri üreilmeye başlayan ve XIV. yüzyılda Şam'da en yüksek seviyesine ulaşan mîkât ilmi, XIII. yüzyıl boyunca, yeni bir uzmanlık kategorisi olan *muvaqqit*lerin veya daha az kullanılan adı ile *mîkâtî*lerin uzmanlık alanı haline gelmiştir. Son yıllara kadar bilim tarihçileri tarafından İslam astronomisine katkıları layıkıyla anlaşılamayan¹⁷² bu astronomların başlıca görevleri, namaz vakitlerini ve kible tayini hesaplamasının yanı sıra güneş saati gibi zaman ölçümü yapan astronomi aletleri yapmaktı. Bunun bir sonucu olarak mîkât ilmi ile ilgili metinlerin sayısı ve bu metinlerin aletler ile olan ilişkisi hızlı bir şekilde artmıştır. Mîkât ilmi alanındaki hesaplamalar sadece muvaqqitlik ile ilişkilendirilmemiştir. Bağımsız olarak aletler ve hesaplamalar üzerine çalışan âlimlerin de belli cami veya medreselerin hesaplamalarını yaptığı bilinmektedir. Mîkât ilminin temelleri, sabit bir 'müfredatın' parçası olarak değil, sosyal bir olgu olarak kabul edilmiş ve faydalı bir ilim dalı olarak camilerde ve medreselerde öğretilmiştir.¹⁷³ Uygulamalı astronomi ve matematik, yapılan dinî hesaplamaların toplumun gözünde güvence altına alınmasına katkıda bulunmuştur. Memluk döneminde birçok dini vakfın kurulması ve sadece büyük vakıfların kendilerine ait muvaqqitlerinin olması mîkât uzmanlarına olan talebi arttırmıştır. Geriye kalan vakıf ve camilerin müezzinlerinin ise zamanı doğru hesaplamak için aletlerden faydalanmaları gerekiyordu. Bu durum alet kullanarak mîkât ilmi ile ilgilenmeyi cazip hale getirmiş ve

¹⁷¹ M. Helvacı, Y. Unat, *İlm-i Mikat*, DİA, C.22, s. 133.

¹⁷² D. A. King, *Astronomical Timekeeping in Fourteen-Century Syria*, s. 75.

¹⁷³ D. A. King, “The Astronomy of the Mamluks”, *Isis*, s. 534.

bu ilmi hem öğrenmek isteyenler hem de öğretmek isteyenler arasında bir rekabet ortamı oluşmasına neden olmuştur.¹⁷⁴

Astronomlar, kendilerini dini kurumlarla ilişkilendirerek ve yaşamlarını kazanmak için astrolojiye fazlaca başvurmayarak, disiplinlerinin dinî ve sosyal meşruiyetini başarıyla güvence altına almışlardır. Charette'a (2003) göre, her ne kadar astrolojiye karşı bu tutum XII. ve XIII. yüzyıllarda astronomi pratiğinin yeniden şekillendirilmesine yol açan güçlerden biri olduysa da, büyük ölçüde Eyyubî ve Memluk dönemlerinde derinden yaşanan sosyal ve kültürel deneyimlerdeki değişimlere bağlı, karmaşık bir olgunun tek açıklaması olarak kabul edilemez.¹⁷⁵ Memluk döneminde, mîkât ilminin bir disiplin olarak şekillenmesi, dönemin astronomisi seleflerinden bazı farklı karakteristik özellikler ortaya koymuş ve farklı amaçlar çerçevesinde şekillenmiştir. Astronomi sahasında en önemli gelişmelerini mîkât ilmi alanında ortaya koyan¹⁷⁶ Memluk astronomisinin kendine has ayırt edici özelliklerini altı başlık altında toplamak mümkün:

i. Bu özelliklerden ilki halk (folk) astronomisinin ve matematiksel astronominin iç içe olduğu yeni bir astronomi geleneği ortaya koymuş olmasıdır.

ii. Daha önceleri halk astronomisi ile yapılan işlemler, matematiksel astronomiyi kullanan kişiler tarafından "'kesin' (exact) değil ise 'doğru değildir'" şeklinde yorumlanıyordu. Oysa bugün modern fizikte, özellikle kuantum fiziğinde de başvurulan bir sonuç bulma yöntemi olarak 'yaklaşık değerler' ile sonuca varma, pratik uygulamalar ile ilgilenen dönem astronomları tarafından da zor problemlerin çözümünde sıkça başvurulan bir yöntem olmuştur. Ancak mîkât ilminin dinî bağlamı göz önüne alındığında zaman ve tarih hesaplamalarındaki veya Kible yönünün tayin edilmesindeki 'kesinlik' durumu ayrı bir öneme sahip olduğu görülür. Merrâkuşî, *Câmi'u'lmebâdi ve'l-ğâyât fi 'ilmi'l-mîkât'*'tın giriş kısmında, 'kesinlik' ve 'yaklaşık değer' tartışmasını ele alarak 'yaklaşık değer'in iki tür olabileceğini bildirir. 'Yaklaşık değer' elde ediliyor olmasının ilk nedeni; nesnelerin doğasından kaynaklanan, insan algısının dışında kalacak kadar küçük değişimler, aletlerden kaynaklanan veya

¹⁷⁴ D. A. King, **EI2**, Vol.7, s. 27-32; Charette, F. **a.g.e.**, s.7.

¹⁷⁵ F. Charette, **a.g.e.**, s. 8.

¹⁷⁶ D. A. King, **The Astronomy of the Mamluks**, s. 539.

paralaksa bağı olan hatalardır. İkincisi ise metodolojik olarak kabul edilebilir ve algılanabilir miktarlarda olup parametrelere (değişkenlere/verilere) bağı elde edilen ‘yaklaşık değer’lerdir. Merrâkuşî, ‘kesin’ yöntemlere paralel olarak bu ‘yaklaşık değer’lere de yer vermeye karar verdiğini söyler. ‘Yaklaşık değer’ kullanımı temelde pratikliği ve uygulamadaki basitliği göz önüne bulundurmak amacını güdüyor olsa dahi diğer yandan da metodolojik bu kabul, *evrensellik* ilkesi ile ilgilidir.

iii. Azımsanmayacak sayıda seyahatin gerçekleştiği dönemin İslam coğrafyasında, enleme bağı gerçekleştirilen ölçümler, hesaplamalar, tablo ve grafikler içeren aletler ile seyahat ve hesaplama yapmak zorlu bir hal almaktaydı. Bu duruma ilk çözüm önerileri IX. yüzyılda getirilmeye çalışılmış ve tez içerisinde de ele aldığımız gibi ilk başarılı örneklerini XI. yüzyılda Endülüs’te vermiştir. Yine XIV. yüzyılda evrensel aletlerin gelişimi dikkat çekici bir ivme kazanmıştır. Ancak XI. yüzyılda geliştirilen evrensellik ile XIV. yüzyıl evrenselliği birbirinden farklıdır. Öyle ki ilki ‘yaklaşık değer’ yönteminden kaynaklanan bir evrensellik iken ikincinin amacı ilkesel olarak evrenselliştir. Memluk yazarlarının mîkât ilmindeki asıl amaçları, ‘yaklaşık değer’ maliyetini devre dışı bırakarak tamamen evrensel metotlar geliştirip tamamen evrensel aletler tasarlamaktı. Evrenselliğin coğrafî olması kadar uygulanabilir/etkin olması da önem taşımaktaydı. Memluk astronomlarının ayırt edici özelliklerinden olan ve büyük bir üstünlük/erdem kabul edilen ‘evrensellik kaygısı’, aletler hakkında kaleme aldıkları eserlerine de yansımıştır.

iv. Muvakkitlerin başlıca görevlerinden biri de zaman hesaplama tabloları oluşturmaktır. Bu tablolar oluşturulurken ‘evrensel yaklaşık değer formülü’ kullanıldığı durumlar ve zaman zaman belirli bir aralıktaki enlem dereceleri için oluşturulduğu durumlar haricinde, genelde sadece belirli bir enlem için tablo hazırlanmıştır. IX. ve X. yüzyılda ise herhangi bir enlem için küresel astronominin problemlerini çözmeye yardımcı tabloların oluşturulmasında alternatif bir yaklaşım geliştirilmiştir. Bu geleneğin XIV. yüzyılda özellikle Necmeddîn el-Mısırî (XIV. yüzyıl) ile yeniden kullanılmaya başlaması ise Memluk astronomisinin ayırt edici özelliklerinden biri kabul edilmektedir.

v. Mîkât ilmi, karışık trigonometrik işlemler içermektedir ve bu durumun farkında olan Memluk astronomisinin önde gelen yazarları da bu işlemlerin akılda kalıcı ve kolay kayıt altına alınabilir olması için önemli bir yenilik getirmişlerdir.

“Oranlar tablosu” olarak adlandırılan bu formülizasyonu ilk kullanan yazar ise Merrâkuşî’dir. Sözel anlatımdan uzak, sembolik bir soyutlamaya doğru atılmış önemli bir adım olan bu gelişme modern matematik tarihi tarafından araştırılmayı beklemektedir.

Memluk astronomisinin ve mîkât ilminin doğru anlaşılabilmesi konun eğitim bağlamını da ele almayı gerekli kılmaktadır. Memluk astronomisinin ayırt edici özelliklerinden bir diğeri ise bu dönemde üretilen teknik ve matematiksel astronomi literatürünün profesyonel astronom olmayı hedeflemeyen öğrencilerin yararlanması için didaktik kaygılar güden ve bu öğrencilerin öğretiminin tamamlanması amacı doğrultusunda kaleme alınmış eserler oluşturmasıdır. Aşağıda bölümlerine değinilecek olan, pedagojik olarak okuru kendi başına sorular çözmeye motive eden bir tarzda ele alınmış, Merrâkuşî’nin eserinin dördüncü kitabı bu eğitim biçiminin en iyi örneklerinden birini oluşturmaktadır.¹⁷⁷

4.3.MERRÂKUŞÎ HAYATI VE *CĀMÎ’U EL-MEBĀDÎ VE EL-GĀYĀT FÎ ‘İLM EL-MĪKĀT* ADLI ESERİ

XIII. yüzyılın en önemli astronomlarından biri Merrâkuşî de isminin işaret ettiği gibi Marakeşli olsa da asıl astronomi çalışmalarını Kahire’de gerçekleştirmiştir.¹⁷⁸ Künyesi Şerefuddîn Ebu Ali el-Hasan b. Ali b. Ömer el-Merrâkuşî’dir.¹⁷⁹ Herhangi bir biyografik kaynakta adı geçmediğinden hayatı hakkındaki bilgiler kendi eserleri ile o dönemde telif edilmiş diğeri bazı eserlerden elde edilir. Bilinen tek eseri *Cāmi’u el-mebādî ve el-gāyāt fî ‘ilm el-mīkāt*’ta yer alan coğrafi konumlar cetvelinde 135 konumun 44’ü özel olarak kırmızı mürekkeple kaydedilmiştir. Bugünkü Batı Sahra’nın Atlantik kıyısınca başlayıp, Endülüs’ün Sevilla ve Cádiz illeriyle ve ardından da Akdeniz sahili boyunca Cezayir, Tunus ve Tripoli ile devam ederek İskenderiye, Minye ve Kahire’ye uzanan kırmızı mürekkebin kullanıldığı bu konumları şahsen ziyaret ettiği ve matematiksel hesaplamalarında da

¹⁷⁷ F.Charette, **Mathematical Instrumentation in Fourteenth-Century Egypt and Syria: The Illustrated Treatise of Najm al-Din al-Misri**, s. 20-24.

¹⁷⁸ D. A. King, **The Astronomy of the Mamluks**, s. 539.

¹⁷⁹ H.Suter, **a.g.e.**, s. 144.

yer alan coğrafi enlemlerin bir kısmını kendi yaptığı gözlemler yoluyla kaydettiği bilinir.¹⁸⁰

On dördüncü yüzyılın ilk yarısında faal olan ve Merrâkuşî'den sonra astronomi aletleri alanındaki en önemli isim kabul edilen Necmeddîn Ebu Abdullah Muhammed b. Muhammed el-Mısırî aletler hakkındaki eseri ile 14. yüzyılın başlarında telif edilmiş başka bir kaynakta yer alan bilgilerden yola çıkarak Merrâkuşî'nin muhtemelen 1281 - 1282 ve 1320 yılları arasında Kahire'de vefat etmiş olabileceği düşünülmektedir.¹⁸¹

Merrâkuşî'nin bilinen tek eseri, *Cāmi'u el-mebādī ve el-gāyāt fī 'ilm el-mīkāt*'ın telif tarihi kesin olmamakla birlikte 1276 - 1282 yılları arasında Mısır'da kaleme aldığı düşünülmektedir. Eser, İslam medeniyetindeki astronomi aletleri tarihi konusunda en kapsamlı ve önemli kaynaklardan biridir.¹⁸² Memluk astronomi sahasında en kapsamlı araştırmaların sahibi David A. King, kendisinden önce veya kendi döneminde telif edilmiş olan birçok astronomi cetvelini, küresel trigonometri incelemelerini ve farklı aletlerin kullanımı üzerine yazılmış risaleleri barındıran bu eseri, İslam medeniyetinde alet yapımı hakkında yazılmış en kapsamlı iki eserden biri ve en başarılısı olarak değerlendirir.¹⁸³ Ayrıca küresel astronomi ve astronomi aletleri hakkında eklektik bir çalışma olan bu eserin King'e göre erken ve geç dönem İslam astronomisinde bir benzeri daha yoktur.¹⁸⁴ Memlukler dönemi Mısır ve Suriye'sinde (1250-1517), Resûlî Yemen'inde (1229-1454) ve Osmanlı Türkiye'sinde uzmanlarının başvuru kaynağı olarak kullanılmış olan bu eser, kimi zaman kendinden önceki kaynakların bir derlemesi mahiyetinde görülerek orijinal bir içeriğe sahip olmadığı dile getirildiyse de King gibi Memluk sahasında çalışan François Charette de bu eseri "kesinlikle orijinal ve emsalsiz" olarak değerlendirmekte ve Merrâkuşî'nin atıfta bulunduğu birkaç bölüm haricinde alıntılama yaptığının kanıtlanmasının zor olduğunu eklemektedir. Charette ayrıca mantıksal olarak iyi organize edilmiş ve iyi

¹⁸⁰ F. Charette, **a.g.e.**, s.10.

¹⁸¹ F.Charette, **BEA**, s. 739-740.

¹⁸² F.Charette, **a.g.e.**, s. 739.

¹⁸³ D. A. King, **In Synchrony with the Heavens: Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume 2, Instruments of Mass Calculation**, s. 13.

¹⁸⁴ D. A. King, **The Astronomy of the Mamluks**, s. 539.

yazılmış bir eser olduğunu belirttiği Merrâkuşî'nin metninin daha önceki bir kaynağa atıf yapılan yerlerde, ele alınan konu hakkında ya alıntılanan metinden daha iyi bir yeniden yazımına ya da bağımsız yeni bir ifadesine yer verildiğini söyler. Teknik konularda Memluk yazılarının standardı olan yavan düzyazı tarzından oldukça farklı edebi bir üslup ile yazılmıştır. Kitap aynı zamanda çok tutarlı bir şekilde düzenlenmiştir ve çapraz referanslarla doludur. Herhangi bir konuya giriş yapmadan önce o konuda ihtiyaç olacak önbilgiyi vermesi konu anlatımında çok önemli bir yöntemdir. Bu yöntem anlatılan bilginin öğreniminde çokça etkili olur. Merrâkuşî'nin eseri, anlaşılabilirlik ve kapsam yönünden İbn Sina'nın mantıksallığı ve öğreticiliği ile özdeşleşen *el-Kânun fi 't-tıbb*'a benzetilir.¹⁸⁵

Cāmi 'u el-mebādī ve el-gāyāt dört kitaptan oluşur:

i. Hesaplamalar hakkında, 87 bölümden oluşmaktadır.¹⁸⁶ Bu kitap kronoloji, trigonometri, coğrafya, küresel astronomi, namaz vakitleri, güneş hareketleri, sabit yıldızlar, güneş saatleri ile ilgili ispat içermeden kapsamlı hesaplama yöntemleri vermektedir.

ii. Alet yapımı hakkında 7 bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm küresel astronomi ve güneş saatlerinde grafiksel yöntemler ile ilgilidir. İkinci bölümden yedinci bölümün sonuna kadar taşınabilir kadranlar, sabit güneş saatleri, trigonometrik kadranlar, küresel aletler, izdüşüm temelli aletler ile gözlemsel ve gezegensel aletlerin yapımını ele almaktadır.¹⁸⁷ David A. King, Merrâkuşî'nin alet yapımını ele aldığı bu bölümde, Endülüslü, Mağripli ve Iraklı seleflerini kaynak olarak kullandığını fakat Mısırlı seleflerine ise yer vermediğini belirtmektedir.¹⁸⁸

iii. 14 bölümden oluşan üçüncü kitap ise seçili sayıda aletin kullanımını hakkındadır. Merrâkuşî burada bilinen bütün aletleri ele almamış, kendi döneminde kullanılmaya başlanan birkaç *rub 'u'l-muḫantarāt* türündeki aleti göz ardı etmiştir.¹⁸⁹

¹⁸⁵ F. Charette, **Mathematical Instrumentation in Fourteenth-Century Egypt and Syria: The Illustrated Treatise of Najm al-Din al-Misri**, s. 9-12.

¹⁸⁶ Charette, 67 bölüm olduğunu söylemektedir ancak 87 bölümdür. Bkz: F. Charette, **a.g.e.**, s. 12.

¹⁸⁷ F. Charette, **a.g.e.**, s. 12.

¹⁸⁸ D. A. King, **a.g.e.**, s. 534.

¹⁸⁹ D. A. King, **a.g.e.**, s. 534.

iv. Dördüncü ve son kitapta amacı öğrencilerin zihinsel kabiliyetlerini geliştirmek olan 101 adet soru-cevaptan oluşan dört bölümlük bir “sınav” yer almaktadır. Bu bölümlerin ilki, hesaplama gerektirmeyen 21 soru-cevap içerirken; ikinci bölüm zihinsel hesaplamalar (*hisab-ı meftuh*) içeren 40 soru-cevaptan oluşmaktadır. Üçüncü bölüm, geometrik yöntemlerin kullanımını gerektiren 18 soru-cevap, dördüncü bölüm ise cebirsel işlemleri içeren 22 soru-cevap içermektedir.¹⁹⁰

Devamında ise kitabın 4 ana başlıktan oluştuğunu söyleyerek yukarıda ele alınan sıralamayı yapmaktadır; 1. Hesaplamalar, 2. Aletlerin yapımı, 3. Aletlerin kullanımı, 4. Bu istinbat (çalışma) sonucunda ortaya çıkan ölçü ve güç. Yani soru – cevap kısmı.

“Bu kitabı Camiu’l-mebadi ve’l-gayat fi ilmi mikat olarak isimledirdim. 1. Kısım (hesaplar) 87 bölümden oluşuyor...”¹⁹¹ ifadesinden de ilk kitabın Charette’in söylediği gibi 67 değil, 87 bölümden oluştuğunu anlıyoruz.

Fransız oryantalistlerden Jean-Jacques Sédillot (1777-1832) ve oğlu Louis-Amélie Sédillot (1808-1875), Merrâkuşî’nin *Câmi’u’l-mebâdi ve’l-ğâyât fi ‘ilmi’l-mîkât* isimli eserinin bir kısmını 1834’te *Traité des instruments astronomiques des Arabes* adı ile Fransızcaya çevirerek iki cilt halinde yayımlamıştır. Küresel astronomi ile ilgili ilk kitabın tamamının ve ikinci kitabın Güneş teorisini (sundial theory) ele alan üç parçasının tercümesi Jean-Jacques Sédillot’un kendisi tarafından gerçekleştirilmişken, ömrünün yetmemesinden dolayı ikinci kitabın kalan kısmı oğlu Louis-Amélie Sédillot (1808-1875) tarafından yetersiz bir özet tercüme şeklinde tamamlanmıştır.¹⁹² Ayrıca Merrâkuşî’nin eseri hakkında 1841 yılında *Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes* adı ile ayrı bir çalışma daha yayımlamıştır. Üçüncü ve dördüncü kitaplar ise tercüme edilmemiş ve çalışılmamıştır. Sédillotlara Yazıtlar ve Kitaplar Akademisi (the Académie des inscriptions et belles-lettres) ödülünü kazandıran bu çalışmalar, modern dönemde Avrupa diline çevrilen İslam coğrafyasına ait ilk astronomi metni olmasından ve bilim tarihçilerinin dikkatini İslam

¹⁹⁰ F.Charette, **a.g.e.**, s. 12-13.

¹⁹¹ Merrakuşi, *Camiu’l-Mebadi*, Topkapı Sarayı Kütüphanesi, III. Ahmet Koleksiyonu, No.3343, v.2b.

¹⁹² D. A. King, **a.g.e.**, s. 539.

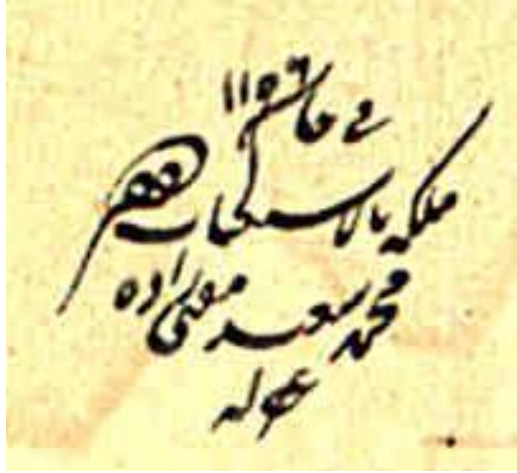
coğrafyasındaki ilmi birikimine çekmesinden dolayı büyük öneme sahiptir. Eserin tıpkıbasımı, Fuat Sezgin tarafından Topkapı Sarayı Kütüphanesi III. Ahmet Koleksiyonu 3343 kayıtlı nüsha kullanılarak, Frankfurt'taki Arap-İslam Bilimleri Tarihi Enstitüsü'nde (Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften) iki cilt olarak yapılmıştır.¹⁹³

Merrâkuşî'nin Kahire'deki faaliyetleri, Memluklerde muvakkitlik makamının kurulmasıyla camilerde muvakkitlerin istihdam edilmeye başladığı zamana denk gelmektedir. Bu nedenle çalışmaları, Memluk Mısır toplumunun cami yönetimi, müezzinler ve muvakkitler, alet yapımcıları ve bu konularla ilgili öğrenciler gibi özel bir zümrenin taleplerini yerine getirmek amacıyla oluşturulduğu düşünülmektedir. Ancak eserde muvakkitlik mesleğine veya cami çevresine herhangi bir atıfta bulunulmaması, Merrâkuşî'nin kurumsal bir bağı olmayan bağımsız bir araştırmacı olduğunu göstermektedir. Eserin baş kısmında alet yapımcılarının yetersiz eğitiminin ve metodolojik başarısızlıklarının bu eseri yazmak için kendini motive ettiğini belirtmiştir. Merrâkuşî, giriş kısmında eserin hedef kitlesinin astronom olmayan zanaatkârlar gibi alet yapımcıları olduğunu söylemiş olsa da bu durum kitabın anlaşılabilirliği için gerekli teknik bilgi seviyesi ile bir ölçüde çelişmektedir. Çünkü okuyucunun en azından aritmetiğin, geometrinin, küresel trigonometrinin ve cebirin belirli düzeyde bildiğini varsayılmıştır. Bu nedenle eser, büyük bir olasılık ile uzman ve yardımcı muvakkitler ile onlarla ilişkili zaman hesaplama ve alet uzmanlarına yönelik orta-ileri düzeyde kapsamlı bir referans çalışması olarak değerlendirilmektedir.

¹⁹³ F. Charette, **BEA**, s. 740; Ö. M. Alper, *Merrakuşi*, **DİA**, C.29, s. 209.

4.3.1. Eser Nüshaları Hakkında

A: Diğer nüshalardan farklı olarak kitabın içinde bulunan çizim ve hesaplama tablolarının tamamı kitabın başına konulmuştur. Ayrıca içindekiler bölümü kabul edilebilecek bölümlerin tek tek yazılı olduğu bir tablo da mevcuttur. Kapak sayfasında, kırmızı mürekep ile kitap adı *min Kitabî Cāmi 'u el-mebādī ve el-gāyāt* şeklinde kaydedilmiştir. Altına müellif ismi eş-Şeyh el-imam el-alim Ebu Ali el-Hasan b. Ali b. Hüseyin Ali b. Hasan b. Abdullah b. Muhammed el-Fehri el-Merrakuşi şeklinde kayıt edilmiştir. Allah onu, anne babasını ve bütün müminleri bağışlasın duası da eklenmiştir. Aynı sayfada bir adet tuğra ve mühür yanı sıra “Bu esere sahip Mehmet Said Müftizade, Cemaziyel evvel 1156” notu da bulunmaktadır. Önemli bir Osmanlı mühendisi ve geometrici olan Mehmet Said Efendi (XVIII. Yüzyıl), *müsellesiyeye* olarak bilinen aletin de mucididir.¹⁹⁴Miladi Haziran 1743 senesine tekabül eden bu not bize eserin Mehmet Said Efendi tarafından bilindiğine ve geç dönemlerde de kullanılmaya devam ettiğine dair önemli bilgiler sunmaktadır.



Şekil 30: “Mehmet Said Müftizade, Cemaziyel evvel 1156” notu

B1: İç kapakta muhmelen daha geç bir tarihte ilave edilmiş olan “Merrakuşi'nin *Cāmi 'u el-mebādī ve el-gāyāt* kitanındaki aletlerin yapımı ve kullanımı hakkında” ifadesi vardır.

¹⁹⁴ A. Bir, ve M. Kaçar. **Ottoman Enginner Mehmed Said Efendi and His Treatise on Vertical Sundial**, s. 91.

C: “Sahib es Sultan Beyazıt b. Muhammed Han, Hallede mulkrhu (Saltanatını daim etsin)” yazısı bulunur.

İki cilt halinde hazırlanmış olan Topkapı nüshasının ilk cildinin girişinde; el-mücellettü’l-evveli; birinci cilt, “*Cāmi’u el-mebādī ve el-ġāyāt fi’n-nucumi*” ifadesi yer almaktadır.

“Min atayanu sultanı selahattunul Arap vel acem zıllillahu fil alem es sultan muhammed b. Murat. (Allahın gölgesi, acem ve arap diyarının sultanı Sultan Muhemmed tarafından (Anladığım kadarıyla Fatih tarafından hediye edilmiş.)” ve

“Sahibi Ahmet b. Ömer Hicri 750” ve “770” isimleri ile tarihleri üzerinde bulunan yazılar arasındadır. Bunun dışında ön sayfasında Beyazıt mührü bulunmaktadır. Aynı sayfason dönemlere ait olduğu anlaşılan daha gelişmiş bir mühür daha bulunmaktadır. Bu mührün II. Mahmut’a ait olabileceği düşünülmektedir. Ön sayfa ve en son sayfada Hicri 474 yılı kaydedilmiştir. Bu da yazıldıktan yaklaşık 100 yıl sonra Sultan’a sunulduğunu göstermektedir.

D: Kitabın ismi kapakta, *Cāmi’u el-mebādī ve el-ġāyāt fi fennil mikat* olarak kaydedilmiştir. Burada diğerler nüshalardan farklı olarak, *ilmi’l-mikat* yerine *fenni’l-mikat* şeklindedir.

G2, vr.1a: Teclid eden, Abdul Fakir Zeyrek el-Hindî

G2, vr.2a: *El Cüz’i sani min Kitabî Cāmi’u el-mebādī ve el-ġāyāt*

Müellif, eş-Şeyh el-imam el-alim el-amil el-mutgin el-muhakkik er-reis vahid’u dehrihi ve ferid’u asrihi Ebu’l-Hasan Ali b. Ömer el-Merrakuşi. İsmi yücelsin. Ruhu şad olsun. Amin Ya Rabbe’l-Alemin.

Ayrıca sayfanın sol kenarında “Bu kitabın müellifi, İsti’ab kitabının müellifi olan Ebu’l-Reyhan el-Biruni’den sonra gelmektedir. Ve ondan (Biruni’den) nakletmiştir.” ifadesi ardında da . “Emevi Camisi muvakkiti Al-Abdul Fakir ilAllahi Muhammed Yusuf Dimaşk (Şam) Cursa’da Hicri 813 senesinde bu kitabı edinmiştir.”

notu yer almaktadır. Ve yine aynı sayfaya Hicri 971 yılında yazıldığı bilgisi bulunur. 173 varak olduğunu bilgisi de sayfada yer alan notlar arasındadır.



Şekil 31: Fransa nüshasında yer alan Takiyyüddin imzası

Ayrıca G nüshasında yer alan imzasından yola çıkarak eserin Takiyyüddin (ö.1585) tarafından da bilindiği bilgisine ulaşıyoruz. Bu bilgi Osmanlının son önemli rasathanesi için çeşitli aletler yapmış olan Takiyyüddin'in sahip olduğu alet yapım kitaplarından birinin Merrakuşi'nin eseri olması bağlamında önem kazanmaktadır.

Yapılacak daha detaylı incelemeler ile daha fazla sonuca ulaşılabileceği aşıkardır. Bu çalışma kapsamında biz değindiğimiz kısımları ele aldık.

4.4.DOĞU İSLAM COĞRAFYASINDA ZERKÂLİYYE VE ŞEKKÂZİYYE

Charette ve Schmidl (2001) İslam coğrafyasında telif edilmiş eserlerde “evrensel alet” türüne karşılık gelen icatları üç başlık altında toplamaktadır:

- i. *Zerkâlîyye* ve *şekkâzîyye* disklerinin ön yüzünde yer alan evrensel stereografik izdüşüm,
- ii. *Zerkâlîyye* diskinin arkasında yer alan ortogonal izdüşüm,
- iii. İbn Baso’nun (ö.1316) *el-safiha el-âfâkiyye*’sında tanımladığı ufuk düzlemi.¹⁹⁵

Charette ve Schmidl (2001) IX. yüzyılda Bağdat’ta çalışmış astronom Ebu Cafer Ahmed b. Abdullah Habeş el-Hâsib el-Mervezî’ye¹⁹⁶ ait bir tür “evrensel usturlabı” ele alan bir çalışmayı tercümesi ile beraber yayımlamıştır. Araştırmaları sonucunda Charette ve Schmidl (2001), eserde tasviri yapılan Habeş el-Hâsib’in aletinin çalışma şeklinin ve teknik terminolojisinin oldukça kapalı olduğu aynı zamanda, İslam ve Avrupa kaynaklarında ele alınan ve üç başlık altında topladıkları “evrensel disk” modellerinden hiçbiri ile uyuşmadığı sonucuna varmışlardır. Bir kısmı kayıp olan eserden, zaman hesaplamak için yıldızların kullanıldığı bilgisine ulaşılmaktadır.¹⁹⁷

Evrensel diskin İslam coğrafyasının doğusunda rağbet görmediği bilinmektedir. Bunun en açık delillerinden biri, İbnü’l-Mecdî’nin (ö.1447) öğrencisi İbnu’l-Attâr’ın (XV. yüzyıl) önceki yüzyıllarda kullanılan astronomi aletlerine dair bilgi verdiği eserinden çıkar. İbnu’l-Attâr, kadran türü eserleri zikrederken *zerkâlîyyeye* de yer vermiş ancak “günümüzde insanlar ona ilgi göstermiyorlar” diyerek aletin yapımını açıklamayı göz ardı etmiş ve (artık) sadece Mağrip ve İran’da yapıldığını eklemiştir. Charette’in (2003) aktardığına göre İbnu’l-Attâr, Mağrip’te

¹⁹⁵ F. Charette , P. Schmidl, *A Universal Plate for Timekeeping by the Stars by Habash al-Hâsib: Text, Translation and Preliminary Commentary*, **Suhayl** Vol. 2, s.107.

¹⁹⁶ F. Charette, *Habash al- Hâsib*, **BEA**, s.455-457.

¹⁹⁷ F. Charette, P. Schmidl, **a.g.e.** s.112

yapılan örnekleri iyi belgelendirmiş ancak İran kaynaklarındaki usturlaplarda *şekkâziyye* yerine *zerkâlîyye* kullanıldığına dair bir kanıt getirememiştir. Bununla birlikte Hindistan’da yapılan iki *zerkâlîyye* örneğine dair verilen bilgiler, bu aletin yayılımına dair önemli bir vesikadır. Memluk ve Osmanlı dönemindeki yazma eserlerde, özellikle Mısır’ya ait aletlere dair başlıksız eserin günümüze ulaşmış iki kopyasında, “el-safiha” kelimesine eşlik eden *zerkâlîyye* sıfatı zamanla başlı başına bir isim haline gelmiştir.¹⁹⁸ İslam coğrafyasının doğusunda Zerkâlî’nin *şekkâziyyesi* hakkındaki eserin, Endülüs dışındaki İslam coğrafyasında bilindiğine dair işaretler yetersizdir. Buna karşın Zerkâlî’nin yaptığı her iki alet de İslam coğrafyasının batısında bilinmekteydi.¹⁹⁹

4.4.1. Hucendî (X. yüzyıl)

Ebû Mahmûd Hâmid b. el-Hıdr el-Hucendî’nin de (X. yüzyıl) 984 yılında yapılan usturlap günümüze ulaşanlar arasında. Hucendî de ‘kapsamlı alet’ (*el-âle eş-şâmîle*) adı verilen bir alet icat etmiştir. Yer eğimini ölçmek için Rey kentinde (bugünkü Tahran’ın güneyinde) yaklaşık 20 metre yarıçapında olan büyük *sestant* yaptığı da bilinmekte. Hucendî’nin usturlabı, 21° (Mekke), 27° (el-Şulzum veya Hürmüz?), 30° (Kahire), 33° (Bağdat), 36° (Rey?) ve 39° (Buhara?) enlemleri için 5 iç diske sahiptir. Usturlapta bu disklere ilaveten astrolojik amaçlı Bağdat enlemi için (33°) başka bir disk (*matrah eş-şuâ*) daha yer alır. Bu usturlap bugün Katar Milli Müzesi’nde sergilenmektedir.

4.4.2. İbnü’s-Serrâc (XIV. yüzyıl)

XIV. yüzyılın başlarında yaşadığı bilinen Şihâbuddîn Ebu’l-Abbas Ahmed b. Ebî Bekir b. Ali b. es-Serrâc el-Kelânîsî el-Halebî, çalışmalarında küresel astronominin problemlerine getirdiği evrensel çözümleri ele almış ve özellikle astronomi aletleri konusunda ihtisaslaşmış Halepli bir astronomdur. İbnü’s-Serrâc, İslam medeniyetinin astronomi aletleri hususundaki başarısının zirve noktası kabul edilen çalışmalarının en kapsamlısını mîkât ilmi üzerine yazmıştır. Bu alandaki

¹⁹⁸ F. Charette, **Mathematical Instrumentation in Fourteenth-Century Egypt and Syria: The Illustrated Treatise of Najm al-Din al-Misri**, Brill, Boston 2003, s.103.

¹⁹⁹ D. A. King, **Astronomical Instrumentation in the Medieval Near East**, s. 8.

çalışmalarının Şam ve Dublin’de muhafaza edilen yazmaları günümüze ulaşmıştır. King (1987) Chester Beatty Kütüphanesi’nde (Dublin) usturlap hakkında isimsiz bir İran çalışması olarak kaydedilen bir yazma eserin İbnü’s-Serrâc’ın kendi eli ile çoğalttığı bir çalışması olduğunu keşfetmiştir.²⁰⁰ İbnü’s-Serrâc, İbnu’l-Attâr’ın aktardığına göre, *müsettere* (*musattar*), *mücenne* (*mujannah*), *ceybu’l-ğâib* (*al-jayb al-ghâ’ib*) ve *ceybu’l-evtar* (*al-jayb al-awtâr*) adında farklı sinüs çizelgeleri de dâhil olmak üzere birçok astronomi aleti icat etmiştir.²⁰¹

İbnü’s-Serrâc’ın kendi risalelerinden iki tür evrensel usturlap keşfettiği anlaşılır.²⁰² İlki çift *şekkâzîyye* çizelgelerinden oluşan ve İslam coğrafyasının doğusunda bilinmediği düşünülen Ali b. Halef’in evrensel usturlabının türünde bir alettir. King, Dublin’de keşfettiği çalışma içinde, İbnü’s-Serrâc’ın bir alet yaptığına ve Ali b. Halef’inkine benzer bu aleti Hac’a giderken Mısır’da gördüğüne değindiğini aktarmaktadır. Bu bilgiden yola çıkılarak İbnü’s-Serrâc’ın kendi evrensel usturlabını geliştirirken Ali b. Halef’in aletinden habersiz olduğu düşünülmektedir. İbnü’s-Serrâc’ın ikinci evrensel usturlabı, günümüze ulaşmış olan çok kapsamlı bir alettir. Atina’da Benaki Müzesi’nde muhafaza edilen bu aletin kullanımı üzerine XV. yüzyılda yaşamış İzzüddin el-Vefâi²⁰³ (ö.1471) tarafından bir risale telif edilmiştir. Bu risalede herhangi bir enlem için küresel astronominin standart problemlerini çözmeye kullanılan yöntemler beş başlık altında toplamıştır:

- i. Ön yüzünde gövdeye *şekkâzîyye* çizim tekniği ile ekvatorial ve ekliptik koordinat sistemleri işlenmiştir. Örumceğin üst yarısında ızgara biçiminde ekliptik koordinat sistemi bulunur. Örumceğin alt yarısında da ekliptik dairesinin katlanmış hali ve belirli sayıda yıldız göstergesi bulunur.
- ii. Örumceğin üzerindeki ekliptik çizelgesi, *şekkâzîyye* diskinin üzerine döndürülebilir.
- iii. Usturlabın içine yerleştirilen diskler üzerinde 0°den 90°ye kadar her 3°lik enlem için yükseklik ve azimut daireleri çizilmiştir.

²⁰⁰ D. A. King, *The Astronomical Instruments of Ibn al-Sarrâj: A Brief Survey*, s. 1-2.

²⁰¹ F. Charette, *a.g.e.* s. 14.

²⁰² D. A. King, *The Astronomy of the Mamluks*, *Isis*, 74, 1983, s. 544.

²⁰³ İzzüddin Abdulaziz b. Muhammed el-Vefâi el-Mîkâtî.

iv. Örumceğin üzerindeki yıldız göstergeleri ve katlanmış ekliptik dairesi, bu disklerle birlikte kullanılır.

v. Usturlabın arka yüzünde alışılmışın dışında üst yarım daireyi kaplayan bir sinüs çizelgesi bulunur. Alt yarım dairede çift gölge kareleri, ikinci ölçekleri, Güneş yılı ve zodyak ölçekleri bulunur. Ayrıca bir de nişangâh yer almaktadır.²⁰⁴

Tüm bu kullanım özelliklerinden yola çıkarak David A. King, İbnü's-Serrâc'ın evrensel usturlabının Mısır ve Endülüs'teki benzerlerinden çok daha gelişmiş olduğunu vurgulamakta²⁰⁵ ve İbnü's-Serrâc'ın ikinci usturlabının kendi döneminde ve Rönesans boyunca Avrupa'da ve İslam coğrafyasında en gelişmiş usturlap olarak gördüğünü eklemektedir.²⁰⁶

²⁰⁴ D. A. King, **The Astronomical Instruments of Ibn al-Sarrâj: A Brief Survey**, s. 1-2; F. Charette, **a.g.e.** s. 14-15.

²⁰⁵ D.A. King, **a.g.e.**, s. 2.

²⁰⁶ D. A. King, **The Astronomy of the Mamluks**, s. 544.

4.5.ZERKALİYYE VE ŞEKKAZİYYE KADRANLARI

On birinci ve XII. yüzyıllardan itibaren Mısır, Filistin ve Suriye’de usturlabın ön yüzünün dörde katlanmış bir biçimi olan ve sadece tek bir enlemde kullanılabilecek şekilde imal edilebilen *rub ‘u’l-muqanṭarāt* (usturlap kadranı) isimli bir alet geliştirilmiştir. Dairenin dörtte birinden oluşan ve usturlaptan daha kolay kullanılabilen bu alet, metal, ahşap ya da fildişi gibi materyallerden imal edilmiştir. Bunun yanında usturlabın arka yüzündeki sinüs çizelgesinin müstakil olarak çeyrek daire biçiminde imal edildiği *rub ‘u’l-müceyyeb* (sinüs kadranı) denilen bir alet de geliştirilmiştir. Bu iki alet, genellikle aynı çeyrek dairenin birer yüzüne işlenerek kullanılmıştır. Bu iki aletin İslam coğrafyasında birçok türü tasarlanmıştır. Memluk astronomları tarafından geliştirilen kadranlar, usturlapların yerini alacak kadar yaygın bir kullanım alanına sahip olmuştur.²⁰⁷ Lorch’un usturlap kadranı kategorisine dâhil ettiği *şekkâzîyye* düzlemi ile oluşturulan kadran sınıflandırmasını²⁰⁸ King *şekkâzîyye* kadranı ve *zerkâlîyye* kadranı adıyla formül ile zaman hesaplamasında kullanılan aletler kategorisine dâhil etmektedir.²⁰⁹ Charette’ın aktardığına göre, İbnü’ş-Şâtır (ö.1375) 1332’de *şekkâzî* kadranının bir türü hakkında bir eser yazmış ve *şekkâzî* kadranını *trigonometrik* aletler arasına dâhil etmiştir. Üzerinde ekliptik koordinat sisteminin izdüşümünden çıkarılması ile bir *şekkâzîyye* işaretleme sistemi yer alan bu kadranlar XIV. yüzyılda Suriye’de standart trigonometrik kadranlara alternatif olarak icat edilmiştir ve akabindeki birkaç yüzyıl boyunca Mısır, Suriye ve Osmanlı Türkiye’inde oldukça ilgi görmüştür.²¹⁰ Merrâkuşî de arkasında takvim ölçeği taşıyan hareketli bir cetvel ve ortogonal izdüşüm yer alan bir *zerkâlîyye* kadranı tasvir etmiştir. “Sinüs yüzü” (*el-vech el-ceybi*) olarak isimlendirdiği bu aletin kullanımını bütünüyle kavramaya izin verecek kadar açıklamamıştır. Aynı aletin ön yüzü Mısır’ın başlıksız eserinde ele alınmıştır. Charette XIV. yüzyılda ilgi gören *şekkâzî* kadranının ilk

²⁰⁷ R. P. Lorch, *ELST*, s. 1 855

King, *a.g.e.*, s. 533.

²⁰⁸ R. P. Lorch, *a.g.e.* s. 1855.

²⁰⁹ D. A. King, *In Synchrony with the Heavens: Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization. Volume 2, Instruments of Mass Calculation*, s. 164-167.

²¹⁰ D. A. King, *a.g.e.*, s. 78; F. Charette, *a.g.e.* s. 219.

tasvirlerinden birinin Mısırî tarafından yapıldığını belirtmektedir.²¹¹ Evrensel disklerin kadranlarını ele alan bir diğer yazar İbnu'l-Mecdî olarak bilinen Şihâbuddîn Ebu'l-Abbas Ahmed b. Recep b. Tayboğa'dır (ö.1447).²¹² Cemâleddîn Mardînî'nin (ö.1406) öğrencisi olan ve Mısır'da el-Ezher Camii'nde muvakkitlik yapan İbnu'l-Mecdî, muvakkitlik yaparken astroloji ile ilgilenmeyen Memluk astronomları arasında astroloji eserleri vermesi ile de istisnai bir yere sahiptir. Astronominin birçok dalıyla ilgili çeşitli eserler kaleme almış, özellikle astronomi aletleri ile yoğun bir şekilde ilgilenmiş ve mîkât ilmi üzerine uzmanlaşmış bir astronomdur. Aynı zamanda eserlerinde didaktik bir tarz belirleyen İbnu'l-Mecdî, evrensel kadranlar da dâhil olmak üzere farklı türdeki birçok kadranı incelemiştir.²¹³ İbnu'l-Mecdî dışında el-Vefâî, Necmeddîn el-Mısırî, Cemâleddin Mardînî de evrensel usturlap kadranlarını ele almışlardır.²¹⁴

4.5.1. Celâleddin Mardînî (Ö. 1406)

İbnü's-Şâtîr'ın öğrencisi olan Cemâleddîn Ebu Muhammed Abdullah Muhammed b. Halil b. Yusuf b. Abdullah b. Ali b. Osman el-Mardînî, Memluk astronomisini şekillendiren önemli isimlerden biridir. Şam ve Mısır'da yaşamış, bu şehirlerde muvakkitlik yapmış, küresel astronominin problemlerine çözüm önerileri getirmiş ve aletler üzerine birçok çalışma kaleme almıştır.²¹⁵ En önemli çalışmalarından biri, günümüze yalnızca Avrupalı bir örneği ulaşan ve Şikago'daki Adler Planetaryum'unda muhafaza edilen, evrensel kadran hakkında yazdığı eserdir.²¹⁶ Mardînî'nin üç boyutlu gökküresinin stereografik iz düşünümü iki boyutlu düzleme aktarma problemini çözmek için tasarladığı bu kadran, İbnü's-Serrâc'ın evrensel usturlabını temel almakta ve *şekkâzîyye* çizim yöntemiyle oluşturulmuş iki *şekkâzîyye* kadranından oluşmaktadır. Daha yaygın isimlendirmesi *rub'el-şekkaziyye*

²¹¹ F.Charette, **a.g.e.** s. 111.

²¹² Suter, H. **a.g.e.**, s. 175.

²¹³ F. Charette, *Ibn al-Majdi*, **BEA**, s. 561-562.

²¹⁴F. Charette, **Mathematical Instrumentation in Fourteenth-Century Egypt and Syria: The Illustrated Treatise of Najm al-Din al-Misri**, s. 111-112.

²¹⁵ İ. Fazlıoğlu, *Mardînî*, **DİA**, C.28, s. 52.

²¹⁶ D. A. King, **ELST** s. 143-144.

olsa da *el-rub 'el-şekkazi* olarak da adlandırılmıştır. Şam'da ve İstanbul'da yazmaları bulunun bu kadranın yapısı ise kısaca şu şekildedir:

Ekliptik ve ekvatorial koordinat sistemleri arasında dönüşüm yapılması, yani koordinatların ekliptikten ekvatorial sisteme aktarılması probleminde, izdüşüm hem ekliptiğe hem de gök ekvatoruna dik düzlemedir. Alet, meridyeni temsil eden bir yay ile sınırlandırılmış çeyrek daire şeklindedir ve biri ekvatorunda, diğeri de ekvatordaki ufku temsil eden iki dik düz kenardan oluşur. Çeyreğin yüzeyindeki meridyenleri temsil eden eğrilerin bölümleri ortak bir noktada kesişmektedir, bu nokta kutuptur ve kutuptan geçen eksen meridyen eğrilerinin ilki olan ekvatordaki ufuktur. Meridyenlerin kesişen eğrileri ise ilki gök ekvatoru olan, yani ekvatordaki ufka dik eksen olan gündüz dairelerini temsil eder. Bu eksen meridyen eğrileri ile bölünür ve bunlara karşılık gelen sayılar üzerinde işaretlenir. Aynı şekilde, ekvatordaki ufuk gündaire eğrilerine bölünür ve karşılık gelen sayılar üzerinde işaretlenir. Her iki ölçek de kadranın merkezinde sıfır ile başlar. Birinci kadranın üzerinde, birinci kadranla aynı işaretlere sahip, kadran biçiminde, delikli bir plaka olan hareketli bir ızgaraya (*şebeke*) yer alır.²¹⁷

²¹⁷D. A. King, *An Analog Computer for Solving Problems on Spherical Astronomy: The Shakkaziya Quadrant of Jamal al-Din al-Mardini*, **Archives Internationales d'Histoire des Sciences**, Vol.24, s. 219-242.

SONUÇ

İslam medeniyetinde sistemli bilgi üretiminin bir parçası olan gözlem ve ölçüm metotlarının geliştirilmesine duyulan ihtiyaca sebep olabilecek şartlar ile birlikte, geliştirilen bu metotların uygulama alanı olan aletlerin yapılışı ve kullanımı, çeşitli disiplinler için örneklendirilerek sunulmaya çalışılmıştır.

İslam astronomisinin bir özgünlüğü olarak karşımıza çıkan her enlemde ölçüm yapmaya olanak tanınması nedeniyle *evrensel* olarak nitelendirilen *zerkaliyye* aleti XI. yüzyılda Endülüs'te ortaya çıkmıştır. Ardından XIII. ve XIV. yüzyıllarda İslam coğrafyasının doğrusuna bilginin taşınmasına bir örnek teşkil edecek şekilde Mısır'da yaşamış çağının önemli astronomlarından Merrakuşi'nin eserinde yer almıştır. Çalışmamız mikat ilmi sahasında ansiklopedik bir çalışma olarak kabul edilen Merrakuşi'nin *Camiu'l Mebadi ve'l-gayat fi ilm'i-mikat* adlı eserinde yer alan *zerkaliyye* aletinin yapım kılavuzunun tercümesini ve açıklamasını esas almıştır. Çalışmada, Merrakuşi'nin elde ettiği bilgiyi aynen aktarmayı ve yaşadığı topluma uyarlayışı önemli bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır. Nüshalarda rastlanılan notlar ile de bilginin dolaşımına da ışık tutulmuş olmaktadır. Örneğin, eserin geometrici Mehmet Said Efendi (XVIII. yüzyıl) ve astronom Takiyyuddin (ö. 1585) tarafından da biliniyor olduğu bilgisine ulaşılmıştır.

Bunun dışında çalışmada aletin kullanımına yer verilmediğini ve kullanım kılavuzu üzerine yapılacak yeni çalışmalar ile ortaya konmayı beklediğini bildirmekte fayda var.

Çalışmada, İslam medeniyetinde üretilen bilgi ve kullanılan aletlerin çağdaşları ile mukayesesi yapılmamıştır ancak yedinci veya sekizinci yüzyıldan itibaren İslam medeniyetiyle çağdaş, bilgi üreten diğer medeniyetler üzerine yapılan incelemeler ile birlikte paralel bir okuma bize İslam medeniyetinde üretilen bilginin, yöntem ve sonuç açısından bilgi birikimine katkı sağlamasının yanı sıra o birikimin şekillendiricisi

olduğunu göstermektedir. Evrensel usturlap bağlamında konuyu ele alan çalışmamız bu sonucun nasıl şekillendiğinin bir parçasını ortaya koyma çabasından dolayı önem taşımaktadır.

Bununla beraber İslam coğrafyasının batısında üretilen bir bilginin İslam coğrafyasının doğusuna seyahati de bu bağlamda ele alınmıştır. Böylece bilginin dolaşımı konusuna da Zerkl ve Merrkuş üzerinden getirilen bu örneklendirme ile önemli bir katkıda bulunulmuştur.

KAYNAKÇA

- Akan, Nesrin. Platon'da Müzik, Bağlam Yayıncılık, İstanbul, 2013.
- Akpınar, Cemil. *Ebü's-Salt ed-Dânî*, DİA, C.10, 1994, s. 340-342.
- Akpınar, Cemil. *İbnu's-Saffâr, Ebu'l-Kasım* DİA. C.2, 2000, s. 1194.
- Aksoy, Ahmet. Jeodezik Astronominin Temel Bilgileri (Küresel Astronomi), İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, 1987.
- Alper, Ömer Mahir. *Merrâküşi*, DİA, C.29, 2004, s. 209.
- Aslan, Zeki, vd. **Astronomi ve Uzay Bilimleri**, Kriter Yayınları, İstanbul, 2012.
- Barker, Stephen, **Matematik Felsefesi**, (Çev. Yücel Dursun) İmge Kitabevi Yayınları, İstanbul, 2003.
- Barthold, Wilhelm. **Uluğ Bey ve Zamanı**, (Çev. İsmail Aka) Ankara Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara, 1990.
- Bir, Atilla, Mustafa Kaçar. **Ottoman Enginner Mehmed Said Efendi and His Treatise on Vertical Sundial**, s. 91.
- Bir, Atilla. Mahmut Kayral. *Birûnî Tarafından Verilmiş Olan Güneş ve Ay Hareketlerini Temsil Eden Mekanik Bir Düzen*. Otomasyon 44, Şubat 1996, s. 100–102.
- Bir, Atilla. Mahmut Kayral. *Birûnî'nin Kible Yönünü Belirlemek İçin Önerdiği Bir Yöntem*. Otomasyon 28, Ekim 1994, s. 84–87.
- Bir, Atilla. Mahmut Kayral. *Birûnî'nin Yatay Güneş Saatlerinde Tek Ölçüm Yaparak Bulunan Yere Ait Meridyen Yönünü Belirlemek İçin Verdiği Yöntem*. Otomasyon 29, Kasım 1994, s. 68–69.
- Bir, Atilla. Mahmut Kayral. *Kıblenüma*. Otomasyon 26, Ağustos 1994, s. 64–67.
- Bir, Atilla. Mahmut Kayral. *Osmanlılarda Takvim*. Otomasyon 42, Aralık 1995, s. 64–66.
- Bir, Atilla. Mahmut Kayral. *Osmanlılarda Zaman, Saat ve Takvim*. Otomasyon 18, Aralık 1993, s. 94–97. ve Otomasyon Dergisi, Sayı 22, Nisan 1994, s. 86–90.

- Bir, Atilla. Mahmut Kayral. *Rub-ul Müceyyeb*. Otomasyon 38, Ağustos 1995, s. 76–80.
- Bir, Atilla. Mahmut Kayral. *Topkapı Sarayı Bahçesinde Bulunan Bir Yatay Güneş Saati*. I.Bölüm – Otomasyon 10, Nisan 1993, s. 78–81. II. Bölüm – Otomasyon 11, Mayıs 1993, s. 70–72.
- Bir, Atilla. Mahmut Kayral. *Usturlap Dairelerinin Çizimi*. Otomasyon 49, Temmuz 1996, s. 112–17.
- Bir, Atilla. Mahmut Kayral. *Usturlap ve Rubu Tahtası İle Gerçeklenen Ölçümler*. Otomasyon 50, Ağustos 1996, s. 96–102.
- Bir, Atilla. Mahmut Kayral. *Usturlap ve Stereometrik İzdüşüm*. Otomasyon 45, Mart 1996, s. 154–57.
- Bir, Atilla. Mahmut Kayral. *Yere Dik Bir Çubuktan (Gnomon'dan) Yararlanarak Yön ve Zaman Tayini*. Otomasyon 13, Temmuz 1993, s. 66–67.
- Bir, Atilla. Mustafa Kaçar, Şinasi Acar. Ahmet Ziya Akbulut (1929) Güneş Saatleri Yapım Kılavuzu, Biryıl Kültür Ltd, İstanbul, 2010.
- Bir, Atilla. Mustafa Kaçar, Şinasi Acar. XVI. Yüzyıl Osmanlı Astronomu Takiyyuddin'in Gözlem Araçları. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, 2011.
- Bir, Atilla. Mustafa Kaçar. *Ottoman Engineer Mehmed Said Efendi and His Treatise on Vertical Sundial*, Multicultural Science in the Ottoman Empire, Emmanuel Poulle ve Robert Halleux (ed), Tome, 69, s. 91-105.
- Cabbar, Ahmet, **İslam Bilim Tarihi**, (Çev. Lütfi Fevzi Topaçoğlu) Küre Yayınları, 2016.
- Calvo, Emilia, Roser Puig. *The Universal Plate Revisited*, Suhayl, Vol. 6, 2006, s. 113-157.
- Calvo, Emilia. *Al-Zarqāllu*, EHST, 2008. s. 1100-1101.
- Calvo, Emilia. *Ibn Bāšo*, BEA, 2007, s. 552-553.
- Calvo, Emilia. *Ibn Bāšo's Universal Plate and Its Influence on European Astronomy*, Scientiarum Historia 18, 1992, s. 61-70.
- Charette, François, Petra Schmidl. *A Universal Plate for Timekeeping by the Stars by Habash al-Hāsib: Text, Translation and Preliminary Commentary*, Suhayl Vol.2, 2001, s. 107–159.

- Charette, François. *Ḥabash al- Ḥāsib*, BEA, 2007, s. 455-457.
- Charette, François. *Ibn al-Majdi*, BEA, 2007, s. 561-562.
- Charette, François. *Marrākushī*, BEA, 2007, s. 739-740.
- Charette, François. *Mathematical Instrumentation in Fourteenth-Century Egypt and Syria: The Illustrated Treatise of Najm al-Din al- Misri*, Brill, Boston 2003.
- Çelebi, Muharrem. *Envâ*, **DİA**, C.11, 1995, s. 257-258.
- Danişan, Gaye. 16. Yüzyılda Osmanlılarda Deniz Astronomisi ve Astronomi Aletleri, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 2016.
- Dizer, Muammer. *İbnü 'z-Zerkāle*, **DİA**, C.21, 2000, s. 243-245.
- Encyclopedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures (**EHST**), Selin, Helaince (ed), Springer, Newyork, 2008.
- Fazlıoğlu, İhsan. *Mardîni*, **DİA**, C.28, 2003, s. 52.
- Fazlıoğlu, İhsan. *Osmanlı Felsefe-Biliminin Arka Planı: Semerkand Matematik Astronomi Okulu*. **DİVAN İlmî Araştırmalar** 14, Ocak 2003, s. 1-66.
- Fernandez, Laura Fernandez. *Astrolabes on Parchment: The Astrolabes Depicted in Alfonso X's Libro del saber de astrologia and Their Relationship to Contemporary Instruments*. **Medieval Encounters**, 23, 2017, s. 287–310.
- Gutas, Dimitri. **İbn Sina'nın Mirası**. (Çev Cüneyd Kaya) Klasik Yayınları, İstanbul, 2010.
- Hall, Manly P. **Tüm Çağlarda Gizli Öğretiler**. (Çev. Ela Güldemir) Mitra Yayıncılık, İstanbul, 2008.
- Hartner, W. *The Principle and Use of The Astrolabe*. *Islamic Mathematics and Astronomy*, C.94.
- Hartner, Willy, **Islamic Mathematical and Astronomy**, ed. Fuat Sezgin, C. 94, s. 338-375.
- Helvacı, Mustafa, Yavuz Unat. *İlm-i Mikāt*, **DİA**, C.22, 2000, s. 133-134.
- Hockey, Thomas. *The Biographical Encyclopedia of Astronomers (BEA)*, Springer, New York, 2007.

- Karabacak, Emine. *Ahmed-i Dâ'inin Risâle-i Si Fasl Adlı Eseri Üzerine Bir İnceleme*. Turkish Studies 8/9, 2013, s. 279-288.
- Kaya, Mahmut. *Sâid el-Endelüsî*, DİA, C.35, 2008, s. 556-557.
- King, David A. *An Ottoman Astrolabe Full of Surprises From Alexandria, Through Baghdad*, Ed. Mathan Siddi, Springer, Newyork, 2014.
- King, David A. *The Astronomical Instrument of al-Sarrâj: A Brief Survey*, s. 1-4.
- King, David A. *Al-Māridīnī*, EHST, 2008. s. 143-144.
- King, David A. *An Analog Computer for Solving Problems on Spherical Astronomy: The Shakkaziya Quadrant of Jamal al-Din al-Mardini*, Archives Internationales d'Histoire des Sciences, Vol.24, Wiesbaden, 1974, s. 219-242.
- King, David A. *Astronomical Instrumentation in the Medieval Near East*, XVIth International Congress for the History of Science (Burcharest, 1981), Variorum, London, 1987, s.1-21.
- King, David A. *Astronomical Timekeeping in Fourteen-Century Syria*, Proceedings of the First International Symposium for the History of Arabic Science, (Aleppo, 1976), Aleppo, 1978, s. 75-84.
- King, David A. **In Synchrony with the Heavens: Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization.** Volume 1, The Call of the Muezzin, Brill, Leiden 2004: Volume 2, Instruments of Mass Calculation, Brill, Leiden, 2005.
- King, David A. *Mikāt*, EI2, Vol.7, Brill, New York, 1993, s. 27-32.
- King, David A. *On the Early History of the Universal Astrolabe in Islamic Astronomy, and the Origin of the Term "Shakkazīya" in Medieval Scientific Arabic*, Journal for the History of Arabic Science, 3, Aleppo, 1979, s. 244-257.
- King, David A. *The Astronomical Instruments of Ibn al-Sarrâj: A Brief Survey*, The Second International Symposium for the History of Arabic Science (Aleppo, 1979), Variorum, London, 1987, s. 1-3.
- King, David A. *The Astronomy of the Mamluks*, Isis, 74, Philadelphia, 1983, s. 531-555.
- King, David A. *The Origin of the Astrolabe*, Journal for the History of Arabic Science, 5, Aleppo, 1981, s. 43-83.

- King, David A. *Universal Solution in Islamic Astronomy*, Astronomy in the Service of Islam, Variorum, Aldershot, 1983, s. 121-132.
- Kingsley, Peter. In the Dark Places of Wisdom, GoldenSufi Press, California, 1999.
- Kuhn, Thomas S. **Kopernik Devrimi**. (Çev. Dursun Bayrak) İmge Kitabevi Yayınları, İstanbul, 2007.
- Lorch, Richard P. *Quadrant*, EHST, 2008. s. 1855.
- Mercier, Raymond. *Jacob ben Makhir ibn Tibbo*, BEA, 2007, s. 538
- Morrison, James E. The Astrolabe, Janus, Rehoboth Beach (Delaware, USA), 2007.
- Neugebauer, Otto, **The Exact Science in Antiquity Mathematical Astronomy**, Dover Publications, Newyork, 1969.
- North, John D. **Cosmos: An Illustrated History of Astronomy and Cosmology**, University of Chicago, Chicago, 2008.
- Priesner, Claus. **Simyadan Kimyaya**. (Çev. Neylan Eryal) Kırmızı Kedi Yayınları, 2011.
- Puig, Roser. *Alī ibn Khalaf*, BEA, 2007, s. 34-35.
- Puig, Roser. *Zarqālī*, BEA, 2007, s. 1258-1260.
- Raşid, Rüşdü. **İslam Bilim Tarihi, Astronomi**. (Çev. Habip Türker, Cemile İpar) Litera Yayınları, 2006.
- Richter-Bernburg, Lutz. *Şā'id al- Andalusī*, BEA, 2007, s. 1005-1006.
- Rosenfeld, B. A., Ekmeleddin İhsanoğlu. **Mathematicians, Astronomers & other Scholars of Islamic Civilisation and their Works (7th-19th c.)**, IRCICA, İstanbul, 2003.
- Roser, Puig. *Alī ibn Khalaf*, BEA, 2007, s. 34-35.
- Samsó, Julio. *Andalusian Astronomy: Its Main Characteristics and Influence in the Latin West*, Islamic Astronomy and Medieval Spain, I, 1991, s. 1-23.
- Samsó, Julio. *Ibn al-Bannā, Ibn Ishāq and Ibn al-Zarqālluh's Solar Theory*, Islamic Astronomy and Medieval Spain, X, 1989, s. 1-35.
- Samsó, Julio. **Islamic Astronomy and Medieval Spain**. Variorum, London, 1994.
- Samsó, Julio. *Trepidation in al-Andalus in the 11 th Century*, Islamic Astronomy and Medieval Spain, VIII, 1990, s. 1-31.

- Sayılı, Aydın. **Uluğ Bey ve Semerkand'daki İlim Faaliyetleri Hakkında Giyasuddin-i Kaşi'nin Mektubu**. Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara, 1960, (2. Baskı).
- Sezgin, Fuat. **İslam'da Bilim ve Teknik**. C. II, III, IV. (Çev. Abdurrahman Aliy, Ackhard Neubauer) İstanbul Büyük Şehir Belediyesi Kültür A.Ş. İstanbul, 2008 (2. Baskı).
- Smart, W.M. **Küresel Astronomi**, (Çev. Nüzhet Doğan) Şireti Mürettibiye Basımevi, İstanbul, 1957.
- Stele, John, **The Brief Introduction Astronomy in the Middle East**, Saqi Books, London, 2008.
- Suter, Heinrich. **Die Mathematiker und Astronomen Der Araber und Ihre Werke**. Oriental Press, Amsterdam, 1981.
- Şener, Mehmet, *Fecr*, **DİA**, C. 22, s. 239.
- Tabak, Fügen. **Güneş Saatleri**. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 2010.
- Tağman, Ertan S. Mustafa Ibn Ali el-Muvakkit'in Usturlab Risalesi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2007.
- Tekeli, Sevim. *Al-Urdi'nin "Risalet-un fi Keyfiyet-il -Ersad " Adlı Makalesi*. Araştırma Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Felsefe Bölümü Dergisi C.8, 1970, s. 1-169.
- Turner, Anthony. **Mathematical Instruments in the Collections of the Bibliotheque Nationale de France**, BNF Editions, 2018.
- Uçar, Doğan., Cengizhan İpbüker, Öztuğ Bildirici. **Matematiksel Kartografya**. Nobel Yayınları, Ankara, 2011.
- Unat, Yavuz, *Zic*, **DİA**, C.44, s. 357-398.

EKLER

Ek 1. *Cāmi`u el-mebādī ve el-ġāyāt`ın giriş kısmının tercümesi*

“Bismillahirrahmanirrahim,

Cenabı Allah günahlarını bağışlasın Şeyh Hasan b. Ali b. Ömer el-Merrakuşi, Cenabı Allah’a hamdettikten, Efendimize ve ailemize dua ettikten sonra dedi ki, “Astronomi aletleri yapmaya (tasarlamaya) ve bu konuda yazmaya girişen birçok kişi gördüm. Ama bunlardan bir kısmı, ilgilendikleri alanın, bu işin temelini oluşturan matematik (hesap), hendese (geometri) ve astronomi ilmi gibi ilimlerin sadece isminden başka bir şey bilmediklerini gördüm. Bazılarını, bizim uğraştığımız alanın öğretim ile bir ilgisinin olmadığını söyleyenleri işittim. (‘Bu uğraştığımız alan hakkında herhangi bir ilmi çalışma veya ilmi birikim yoktur’ dediklerini işittim.) Hatta bazısının, Öklit’in (Euclides) kanıt olarak belirttiği eşkenar ve eşit açılı altıgenin dairenin yarıçapına eşit olduğu ile alakalı ileri sürdüğü kanıtın doğru olmadığını ileri sürdüğünü işittim. Bu kişi ‘Bu doğru değildir. Çünkü ben yaptığım işlerde aralarında fark gördüm.’ diyor.

Kenar Notu: Bir başkasını da yüzeydeki ufuk hattının ekvatora (itidal dairesine) paralel olduğunu söyleyeni duydum.

Bir başkasını da, yörüngeleri itibari ile sabit yıldızların hareketi birdir dediğini işittim. Bir başkasını da, kürenin açılımı merkezi diğer kutup olması için iki kutuptan birinden açılması/serilmesinden ibarettir demektedir. “Kürenin açılımı iki kutuptan birinin açılmasından ibarettir. Bir daire meydana getirmek için ki bunun merkezi diğer kutup olsun.” Bu söz Ahmed b. Kesir el Ferganî’nin el-Kâmil adlı eserinde açıklanmıştır. Ebu’l Reyhan el Beyruti (veya Ebu’l Rikan) Ferġaniye bu konuya yoğunlaşmadığı veya fazla ilgilenmediği için itirazda bulunur (eleştirir). Onların dayanaklarının etmek istedikleri yüzeysel manaların birini elde etmek için varsayımlara dayandığını gördüm. Onlar yaptıkları gözlem sonucunda (müşahade) veya ulaştıkları bazı yazılı kayalarda aslı astarı olmayan çalışmalar yapmakta ve bu

yaptıkları çalışmaları onları istedikleri neticeye götürmediğinde de bu işi bıraktıklarını gördüm. Bu çalışmalarının sonucunda istediklerini elde edemeyince de elde ettikleri sonucu bu işin aslı zannettiler. Yaptıkları bu çalışmada hangi yolla nasıl yapacaklarını bilmediklerinden bir çok hata yaptılar ve onların ardından bir grup araştırmacı onları taklit etti, onlarda aynı hataya düştü.

Bütün bunları görünce vicdanım beni bu kitabı yazmaya zorladı. Bu kitapta konu (bu uğraştığımız alan) hakkında yapılması gereken her şeyi yazdım (içeriğe dahil ettim). Öncekilerin yaptıkları hataları düzelttim, çok uzun olanları kısalttım. Eksik olanları tamamladım ve kendi çalışmalarım sonucunda faydalı gördüğüm bilgileri ekledim.”²¹⁸

²¹⁸ Merrakuşi, *Camiu'l-Mebadi*, Topkapı Sarayı Kütüphanesi, III. Ahmet Koleksiyonu, No.3343, v.2a-2b.

Ek 2. Cāmi 'u el-mebādī ve el-ğāyāt'ın giriş kısmı

Tercüme ve yorumunu verdiğimiz yapım kısmını içeren bölümün nüshası aşağıda yer almaktadır.²¹⁹



²¹⁹ Merrakuşi, *Camiu'l-Mebadi*, Topkapı Sarayı Kütüphanesi, III. Ahmet Koleksiyonu, No.3343, v.2a.

Ek 3. *Cāmi 'u el-mebādī ve el-gāyāt'*taki zerkālīyye yapım kılavuzunun tercümesi

Tercümede Fransa Milli Kütüphanesi, Or.A. No. 2508 vr.56a- 61b nushası esas alınmıştır ancak diğer nüshalarla ile de karşılaştırılarak tercüme tamamlanmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Zerkâlīyye ve Şekâzīyye Levhasının Oluşturulması Üzerinedir

Bu da beş kısımdan oluşur²²⁰.

Birinci Kısım

Birinci kısım bu levhanın izdüşümünde bilinmesi gereken hususlarla ilgilidir. İlki, dört kutuptan geçen bir dairenin izdüşüm merkezlerinden birinin diğer iki kutbundan biri olduğudur. İzdüşüm merkezinin belirtildiği gibi olması halinde, söz konusu izdüşüm dört kutuptan geçen daireye paralel bir düzlemde gerçekleşir. Bunun sonucunda da dört kutuplu daire paralel düzleme, merkezi düzlem merkezine gelecek şekilde, bir tam daire olarak izdüşür²²¹.

Ekvator (el-itidâl) ve burçlar kuşağı (mıntikat'ül-buruc) disk merkezinden geçen birer doğruya karşı düşer. Aynı şekilde öğle dairesinin iki kutbu ve izdüşüm merkezinden geçen daire de plaka yüzeyine bir düz hat olarak izdüşür.

Öğle dairesinin iki kutbundan geçmekle birlikte izdüşüm merkezinden geçmeyen tüm daireler izdüşüm yüzeyine farklı büyüklükte daireler olarak izdüşür. Bu daire merkezlerinin tümü izdüşüm merkezi ve öğle dairesi olarak izdüşen hatta dik bir hat üzerinde yer alır.

²²⁰ Söz konusu beş kısım: 1- Ekvator ve tutulumun dört kutbundan geçen merkezi büyük *ılm dairesi*, 2. Coğrafi kutuplardan geçen büyük *boylam daireleri*, 3- Ekvatora paralel küçük *enlem daireleri*, 4. Tutulum kutuplarından geçen büyük *tutulum boylam daireleri* ve 5- Burçlar kuşağına paralel küçük *tutulum enlem daireleri*dir.

²²¹ Disk dairesinin merkezi gök küresinin kuzey ve güney kutupları, yaz ve kış dönenceleri ile ilk ve sonbahar ılm noktalarını birleştiren dik eksenlerinin kesiştiği noktadır. Kutupların ilk dördü disk dairesi üzerinde diğer ikisi ise ekvator dairesi üzerinde bulunur.

Ekvatora paralel dairelere gelince bunların tümü eşit olmayan dairelerden oluşur ve merkezleri de öğle dairesi kutuplarından geçen bir hat üzerinde bulunur.

Burçlar kuşağının (*feleku'l-buruc*) her iki kutbundan ve izdüşüm merkezinden geçen daire de izdüşüm merkezinden geçen bir düz hatta döndürür. Burçlar kuşağının her iki kutbundan geçerken izdüşüm merkezinden geçmeyen daireler de izdüşüm düzlemine eşit olmayan daireler olarak izdüşer. Bunlara ilişkin merkezlerin tümü de burçla kuşağının iki merkezinden geçen düz bir hat üzerinde yer alır.

Burçlar kuşağına paralel daireler ise eşit olmayan daireler olarak izdüşer. Bu dairelerin merkezi de burçlar kuşağının her iki kutbuna dik ve izdüşüm merkezinden geçen bir düz hat üzerinde bulunur.

İkinci Kısım

Zerkâliye Levhası Yapımı ve Ön Yüzü Çizimleri Üzerinedir

Levhanın yapımına gelince: Ancak zorla eğilebilecek kalınlıkta, tam dairesel yuvarlak bir levha alınır. Levhanın iki yüzü birbirine paralel, düzgün ve pürüzsüz olmalıdır. Usturlapta olduğu gibi plakanın kenarına bir askı dili yapılır. Levha askısına asıldığında ve askı çivisinin ortasından bir çekül sarkıtıldığında her iki yüzde çekülün ipi levhanın merkezinden geçmelidir.

Bu iş bittiğinde plakanın bir yüzüne, en büyüğü kenar çevresine çok yakın olmak üzere, eş merkezli üç daire çizilir. Orta dairenin çevresiyle en büyüğünün çevresi arasında *ebcet* harfleriyle 5'in katları sırayla yazılabilecek yer ayrılır. Ayrıca bu dairelerin en küçüğü ile ortancası arasında da derece taksimatı yapılabilecek bir yer ayrılır. En küçük daireyi dört kutuptan geçen daire varsayalım. En büyük dairenin $E(\circ)$ merkez noktasında birbirini dik kesen iki çap çizilir²²². Düşey çap kendi yönünde uzatıldığında askı çivisinin merkezinden geçer. Çapların kesiştiği $E(\circ)$ noktası, ılım eksenine birlikte izdüşüm merkezini de temsil eder: Aslında *ekvator ufku* olarak da bilinen düşey çap, izdüşüm merkezinden geçen bir büyük dairenin izdüşümüdür.

²²² Şekilde levha merkezi *E* harfiyle işaretlidir. Metinde ise sürekli 5 noktasından bahsedilir.

Yatay çap dönence eksenini (*kutbu muadilü'n-nehar*) ise, dört kutuptan geçen bir diğer büyük dairenin izdüşümüdür.

Bu daire izdüşüm kutbundan geçen bir büyük dairedir. Bunun merkezi ve ılım dairesi, izdüşüm kutbu ve merkezinden geçen bir büyük dairedir. Bu çap 4 kutuptan geçen ılım dairesini ifade eder. Bu ve diğer çaptan oluşan daire ise, dünyanın iki kutbundan ve izdüşüm merkezinden geçer. Buna ekvator ufku ya da hattı denir ve bu hat dönence ekseninin iki kutbuna karşı düşer.

Kutuplardan kuzeyde olanı, askısına asılıyken plakanın iki yüzden birine bakan kişinin sol tarafında kalır. Şüphesiz ki iki kutup büyük daire çevresini dört eşit kısma ayırır. Aynı şekilde en küçük ve orta daire çevreleri de bu şekildedir. Büyük dairenin dörtte biri 18 eşit kısma bölünür²²³. Cetvelin ucu $E(\ast)$ merkezine ve bu bölümlerin her birinin üzerine getirilerek büyük daire ile küçük daire arası birer çizgiyle birleştirilir. Diğer dörtte bir daireler de benzer şekilde 18 eşit kısma bölünür. Ayrıca bu kısımların her biri de 5 eşit kısma bölünür ve neticede en küçük dairenin her dörtte biri 90 eşit kısma ayrılmış olur. Sonra cetvelin ucu bu bölümlerin her biri ve $E(\ast)$ merkezi üzerine konarak en küçükle orta dairenin arası bir çizgiyle birleştirilir²²⁴. Büyük daire ile orta daire arasındaki bölmelere alışıldığı gibi *ebcet* harfleriyle sayılar yazılır. *Şekil 1*'de görüldüğü gibi her kadranda bu sayılar ılım ekseninde başlar ve *ekvator ufkunda* (*ufuku'l-istiva*) sona erer. Her derece imkân olduğu sürece dakika mertebesinde de taksim edilir²²⁵.

Dört kutuptan geçen dairenin güney üst dörtte birinde en büyük (güneş) meyli kadar bir açı belirlenir ve işaretlenir²²⁶. Bu işaretten geçen geçen çap çizilir. Bu çap burçlar kuşağını (*mintikatü'l-buruc*) ifade eder. Aynı şekilde dört kutuptan geçen dairenin kuzey çeyreğinde en büyük meylin tamlayanı kadar bir açı belirlenir ve

²²³ Çeyrek daire 90° olduğundan kadranda $90^\circ/18 = 5^\circ$ 'ye taksim edilmiş olur.

²²⁴ Ayrıca her bölme 5° 'e bölündüğünden her bir kadranda $(18 \times 5^\circ) = 90^\circ$ 'ye ve neticede küçük daire üzerinde her bir alt taksimat 1° olmak üzere daire $(90^\circ \times 4) = 360^\circ$ 'ye bölünmüş olur.

²²⁵ Küçük usturlaplarda sadece derece taksimatıyla yetinilir, dakika taksimatı görülemeyeceği için yapılmaz.

²²⁶ En büyük güneş eğimi $\varepsilon = 23,5^\circ$ olduğuna göre bu açı *Şekil 1*'de T noktasında işaretlenir.

işaretlenir²²⁷. Bu işaret burçlar feleğinin iki kutbunun kuzey kutbuna karşı düşer. Bu işaretten de 4 kutuptan geçen daireye bir çap çizilir. Bu çapın diğer ucu dört kutuptan geçen dairenin güneydeki çeyreğinden geçer. İşte bu nokta da burçlar feleğinin (*felekü'l-buruc*) güney kutbuna karşı düşer.

Sonra plaka, yüzeyi ahşaptan biçilmiş ve düzeltilmiş sert bir tahta yüzeyinin üzerine yerleştirilir. Öyle ki plaka yüzeyindeki dört kutuptan geçen daire, düzeltilmiş tahta yüzeyi ile aynı seviyeye gelmelidir²²⁸. Bu durumda AB (ب ا) ılım eksenini ve CD (د ا) kutup eksenini her iki yönde olabildiğince uzatılır. Aynı şekilde TY (ط ي) burçlar kuşağı ve kutup eksenini de her iki yönde uzatılır.

Yükselim²²⁹ (Medarat) ve Enlem (el-Edval) Dairelerinin Çizimi

Ekvatora paralel dairelere *yükselim (Medarat)* ve burçlar kuşağına paralel dairelere de *enlem* daireleri denir. Bu alette burçlar kuşağına özellikle *enlem (el-Edval)* doğrusu denir. Buna göre yükselim daireleri ekvator dairesinden ve enlem daireleri de burçlar kuşağından farklı olmalıdır. Doğru gözlem yapılabilmesi için belirli eşit aralıklı yükselim ve enlem dairelerinin öngörülmesi gerekir. Bu aleti tasarlayan kişi yükselim dairelerinin ekvatorundan itibaren 5'er derecelik aralarla alınması gerektiğini önerir. Aynı şekilde enlem dairelerinin de enlem hattı ya da burçlar kuşağından aynı 5° basamaklarıyla sıralanmasını ister. Konunun önemi göz önünde bulundurularak bu basamak farkı azaltılabilir ya da arttırılabilir.

Bu aleti tasarlayan kişinin önerisini örnek olarak cetvelin bir ucunu dört kutuptan geçen dairenin en üst güney çeyreği üzerine getirelim. Bu konum yükseklik dairesinde 85° yazan taksimat karesinin sonuna denk gelir. Bu durumda cetvelin ucu 85° de (هي) C (D) (ح) noktasının karşısına gelirken cetvelin diğer ucu da en alt çeyreğinde 85°

²²⁷ En büyük güneş eğiminin tamlayanı $(90^\circ - \varepsilon) = (90^\circ - 23,5^\circ) = 66,5^\circ$ Şekil 1'de K noktasında işaretlenir.

²²⁸ Disk girinti şeklindeki ahşap yüzeye sabitlenir ve sayede üzerindeki dairelerin çizimi kolay gerçekleşir.

²²⁹ Kelime anlamı, enlem ya da yörünge anlamına gelen *medaratın* metinde yer alan tanımından yola çıkarak yazar tarafından *yükselim* anlamında kullanıldığına karar verilmiştir. Bu anlam karmaşasına yorum getiren Prof. Dr. Atilla Bir'e teşekkürlerimi sunarım.

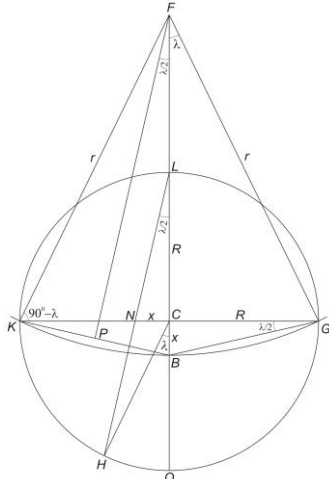
diğer ekvator dairesi arasındaki uzaklık aynı olmalıdır. Aynı şekilde enlem dairelerinin doğruluğu da kendisiyle tul hattı arasında kadar

Biz kuzeydeki her bir boylam hattına uzaklığı HN (هن) hattına uzaklığa göre yazarız. Güneydeki her bir boylama hattına uzaklığı HY (هس) hattına uzaklığa göre yazarız. Burçların her iki kutbunun he birinin boylam hattından uzaklığı 90° dir.

Bahar açısı (Memerrat) ve Boylam (El-U'rûd) Dairelerinin Çizimi

Bununla öğle dairesinden (gün ortası) geçen bahar açısı daireleri burçlar kuşağından geçen boylam daireleri anlaşılır. Bu aleti tasarlayan söz konusu bu daireleri öğle dairesine göre $5'$ er derece farklı kılar. Aynı şekilde boylam dairelerini de burçlar kuşağına göre $5'$ er derecelik farklı kılar. İstenirse farkı aralıklar da uygulanabilir. Burada tasarımcının çözümü esas alınır ve cetvelin bir ekvatorun kutuplarından güney kutbuna konur. Yükseklik dairesinin kuzeydeki en üstteki çeyreğinin 5° yazan kısmın sonuna getirilir²³¹. Cetvelin ucu HX (ها) hattını (D noktasında) (ξ) keser. Cetvelin diğer ucunu kutuplar dairesinin, güneyde en alttaki çeyreğin $5'$ inci derecenin sonuna getiririz. Bilindiği gibi HX (هـب) çizgisi cetveli N (ف) noktasında keser. İstenirse HX ' dan ($ها$) HL (هل) kadar alınır. Bu durumda X (ع) elde edilir. Çünkü X (هـل) AX (هـع)

²³¹ Doğru geometrik çizim şu şekilde olmalıdır: Eğer çizilmesi öngörülen yükselim ya da enlem açısı λ ve levha yarıçapı R ise yükseklik dairesinde $\angle(OCH) = \lambda$ açısı ve çevre yayı $\angle(HLO) = \lambda/2$ olarak elde edilir (Şekil A2). Eğer $NC = x$ mesafesi $CB = NC = x = R \cdot (\tan \lambda/2)$ alınır, $KB = BG$ hatları çizilir, KB hattının yarısı P noktası bulunur ve KB 'ye dik PF hattı çizilirse F noktası elde edilir. İkizkenar $FKB = FBC$ üçgenleri nedeniyle merkezi F olan KBG yayı aranan $r = R / (\sin \lambda)$ boylam yarıçapını belirler:



Şekil A2

gibidir ve KX (ه) de FX (فه) gibidir. HR (هد), HC (هح), HB (هب) (noktalarının HX 'e (الهاء) uzaklığı AX 'in (ع) HX 'e (الهاء) uzaklığı kadardır. Bu da SKL (صقر) noktalarıdır. KX 'i (ع) ikiye böler yarısını merkez kılar ve bir yay çizilir, o da AX 'den (د) geçer, bu yay gün ortası kutuplarının her iki yönünde sona erer. Pergel açıklığını koruyarak bir ucunu LX 'in (د) üzerine konur, diğer ucunun RA 'da (را) merkez olarak sona erer. Çizilen yay RX (د) noktasından geçer, her iki yönde de ekvator kutuplarında sona erer.

Pergel açıklığı korunur, bir ucu SAX 'a (ص) getirilirken diğer ucu da burçlar kuşağında SX 'de (صح) sonlanır ve merkez olur. Bunun üzerine bir yay çizilerek o da SX (ص) noktasından geçer, burçlar kuşağında sona erer. Tekrar pergel açıklığı korunur bir ucu KX 'e (ق) konur bunun da diğer ucu merkez oluşturacak şekilde KR 'e (قر) merkez olarak sonlanır. Tekrar bir yay çizilir, bu da KX (ق) noktasından geçerek burçlar kuşağında sona erer. Bu yayların burçlar kuşağından uzaklıkları 5° 'dir. Aynı şekilde bu dairelerin çizimi 85 derece tamamlanıncaya kadar sürdürülür. Kuzey yarıda kutuplar dairesinin en üst yarısından itibaren bahar dairelerinin ekvatora dairesine olan uzaklıkları yazılır. Bu durumda sayının başlangıcı halkayı takip eden ekvatorun ucundan başlar. En altta 180° 'e ulaşır. Sonra sayı yükselerek güney yarı küredeki ekvatora çıkarak HX (فف) noktasında 270° 'ye ulaşır, ekvatorun en üst tarafında da 360° 'ye çıkar ki o da başlangıçtır.

Daha sonra levhada ekvator hattı boyunca kutuplar dairesinin en üst yarısından başlayarak boylam dairelerinin değerleri 5° 'er derece aralıkla (kuzey kutbuna yönelik olarak) yazılır. Burada en üst noktadan en alt noktaya ulaştığında 180° olur. Daha sonra en alt noktadan güney kutbuna yönelik olarak aşağıdan yukarıya doğru boylamlar 185° 'den başlayarak 5° arayla, 360° 'ye kadar yazılır²³².

²³² Yer darlığı nedeniyle bu *ebcet* sayılarında sadece en düşük iki hane yazılır. Yukardan ortaya; $5^\circ - 95^\circ$, ortadan aşağıya; (1)00 – (1)80, aşağıdan ortaya; (1)85 – (2)70, ortadan yukarıya; (2)75 – (3)60.

Burç İsimlerinin Yazılması: Bundan sonra tutulum hattının her iki yanına burç isimleri yazılır. Bunların her biri orta çizgilerle 10°'lik 3 kısma ve her kısım 1°'lik 10 eşit taksimata ayrılır²³³.

Oğlak burcu başlangıcı kuzeyden güneye uzanan tutulum hattının kuzeydeki en üst kısmında yer alır, yazısı boylam hattın kuzeyini izler ve 30° taksimatında (ya da 210° güneş derecesinde) son bulur. Kova burcu Oğlak burcunun sonunda başlar 60° (ya da 240° güneş derecesinde) sona erer. Balık burcu Kova burcunun sonunda başlar 90° (merkezde ya da 270° güneş derecesinde) sona erer. Koç burcu un başı (merkezdeki eksen nedeniyle) 5° taksimatında başlar 120° taksimatında sona erer. Boğa burcuna gelince Koç burcunun sonunda başlar 150° taksimatında (ya da 330° güneş derecesinde) sona erer. İkiz burcu Boğa burcunun sonunda başlar ve tutulum hattının alt güney ucunda (ya da 360° güneş derecesinde) sona erer.

Yazısı tutulum hattının güney ucunda bulunan Yengeç burcuna gelince İkizler burcunun sonunda başlar ve yine İkizler burcunun başlangıcında (ya da 30° güneş derecesinde) sonlanır. Aslan burcu Yengeç burcunun sonunda başlar, Boğa burcunun başında (ya da 60° güneş derecesinde) sonlanır. Başak burcu Aslan burcunun sonunda başlar 300° taksimatında (levha merkezinde ya da 90° güneş derecesinde) sonlanır. Terazi burcu ise 300° taksimatında (levha merkezinde) başlar Balık burcunun başlangıcı (ya da 120° güneş derecesinde) sonlanır. Akrep burcu başlangıcı Terazi burcunun sonunda başlar Kova burcunun başında (ya da 150° güneş derecesinde) sonlanır. Yay burcu ise Akrep burcunun sonunda başlar ve tutulum hattının en üst ucunda (ya da 150° güneş derecesinde) sonlanır.

Sabit yıldızların konumu: Konumunu belirlemek istediğimiz sabit yıldızı ele alalım. Eğer bir yıldızın enlem, boylam ve parlaklığı belli ise bu yıldızın konumu enlem ve boylamı levha üzerine kaydedilerek belirlenir. Kuzey yarıküresindeki yıldızlar kuzey, güney yarıküresindeki yıldızlar ise güney yarı levhasına kaydedilir.

²³³ Neticede tutulum dairesinin izdüşümü olan tutulum doğrusu, Balık, Kova, Oğlak, Yay, Akrep ve Terazi kuzeyde Başak, Aslan, Yengeç, İkizler, Boğa ve Koç güney yarıkürede olmak üzere her biri 30° olan 12 burca ayrılır: Toplamı $(12 \times 30^\circ) = 360^\circ$.

Enlem ve boylamın kesiştiği yer yıldızın merkezini oluşturur, o noktaya küçük bir daire çizilir ve yanına ismiyle birlikte hangi burçta bulunduğu yazılır.

Eğer sabit yıldızın öğle dairesine göre Oğlak başlangıcına göre doğuşu uzaklığı ve yönü belli ise, Yıldız doğuşuna Oğlak koridoruna getirilir, uzaklığı da belirleriz. Eğer oğlak burcunun sona erdiği koridorla yıldız koridorunun kesiştiği yer yıldızın merkezi olup oraya küçük bir daire çizilir, ismi yazılır.

Eğer doğuş boylam derecesi 180'den az ise adını alta, çoksa üste yazarız. Eğer boylamı ve uzaklığı biliniyorsa bunun yazımı ve çizimi uzaklık, enlem ve diğer yönlerde usturlapta belirtildiği gibi astronomlarca bellidir.

Üçüncü kısım

Zerkâfiye levhasının arka yüzü çizimi üzerinedir

Bu yüzünde ilkin yükseklik ve gölge (*zıl*) ıskalası çizilir (*Şekil 2*). Bunun için bu yüzeyin merkezine diğer yüzde olduğu gibi üç daire oluşturulur. Genel kullanımda olduğu gibi askı halkasının her iki yanındaki çeyrek 5'li taksimatlandırılır ve değerleri yazılır. Askıya denk gelen düşey ve yatay çapların geriye kalan iki çeyreğine daha önce çeyrek kadrarlarda olduğu gibi gölge ve ters gölge değerleri parmak cinsinden yazılır. Bu dairenin içine de güneş takvim dairesi çizilir. Güneş takvimi dairesinin içine de daha önce olduğu gibi birim ve 5'li taksim daireleri çizilir²³⁴.

Bu üç dairenin en büyüğü güneş takvim dairelerinin en küçüğüne en yakın olanıdır. Merkezdeki daire *ebcet* harfleriyle ifade edilen 5'li yükseklik ve birim derece taksimat dairesinin arasında bulunur. *VB* (وب) askısı bu levhaya bakan kişinin sol tarafındadır. Kendi çengeline asılı olan *VC*'nin (ج) *VD* (د) çengeline asılı olan ve oradan geçen çapın en altı *EC* (ج^ا) çapına dik gelen *VD* (د) askısından geçen çapa dik olmalıdır. O da oraya bakan kişinin sağ tarafına denk gelecektir. 5'in katları *E*'den (!)

²³⁴ Metinde anlatılanla *Şekil 2*'deki şematik çizim kısmen örtüşmektedir. Şekilde tüm bölümlemeler 5 yerine 10'lu yapılmıştır. Ayrıca 3 kadrana yükseklik ıskalası ve sadece 1 sağ alt kadrana ters gölge ıskalası çizilmiştir. Şekilde metinde söz konusu edilen güneş takviminin ayları Marakuşî bu eseri Mısırda yazdığı için Kopt dilinde yazılmıştır. Güneş takviminin içinde metinde söz konusu edilmeyen, her bir burcun 30 kısma ayrıldığı bir burçlar kuşağı mevcuttur.

başlar B (ب) yanındaki S 'ta (ص) biter. O da D (د) noktasındaki ED 'nin (د) çeyreğinde biter. Bu da C 'deki (ج) KF 'de (ق) biter. 5'lerin de katları diğer yarıda E (ل) den başlar B 'deki (ب) S 'ta (ص) biter C 'deki (ج) 180 derecede sona erer. 5'lerin de katları D (د) yanındaki DC 'nin (د) çeyreğinde başlar ve C (ج) yanında 90'a ulaşır. EC (ج) çapı eşit 120 bölüme ayrılır. Eğer bu bölme yetersiz kalırsa sayı arttırılabilir. Her bölmenin 120 parçaya bölünmesi bize yeter. Varsayılan plakalar EC (ج) çapını en çok eşit 120 kısma bölerler. Bu da yeterlidir. Bu örnekte 124 kısma ayrılır.

Bu bölümlerden her bir bölüm EC (ج) kısımlarından 120 kısım içerir bu da 5'tir. Sonra eksik hatlar çizeriz. Bu eksik hatların her biri merkezden uzaklıkları eşit EC (ج) çapının bölümlerindeki iki noktadan geçer. Bunların içinde en büyük çaplı olanı BD (ب) hattıdır. En kisasının yarısı da plakanın merkeziyle geçtiği iki noktanın yarısı olup bu da üzerinden geçtiği EC (ج) noktalarından biridir.

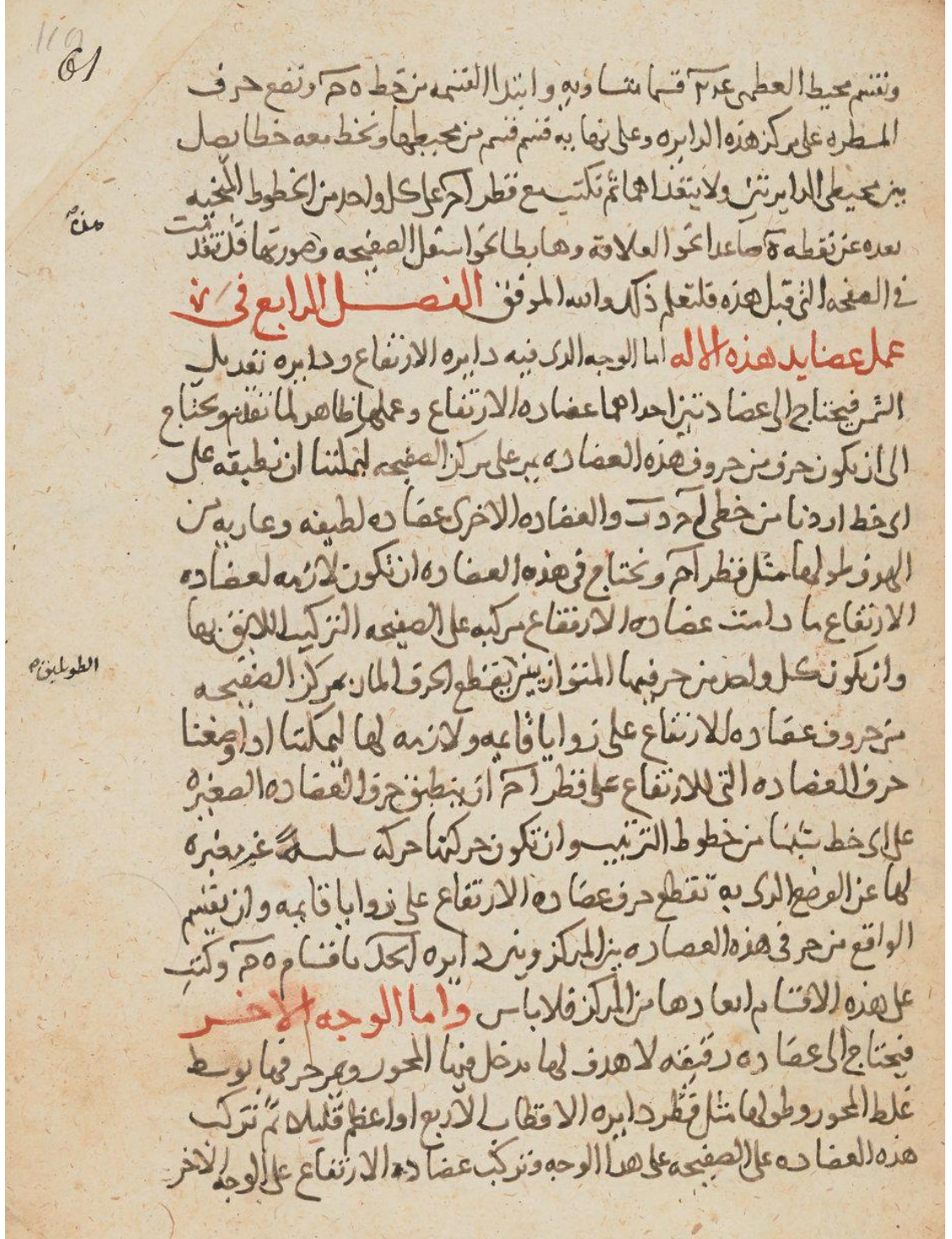
Önceki sekizinci bölümde geçtiği gibi biz eksik hattı nasıl çizeriz. Bunun en uzun ve en kısa çapları uzunluğu biliniyorsa: Bu aleti tasarlayana göre, bizim eksik kesintili çizeceğimiz çizginin biri, eğer bunun en büyüğü bir daire çapı ise ve bu dairede en kisasının çapına paralel bir giriş varsa, en kısasa çapı yarısının oranı o yarım daire çapı yarısına göre oranı o girişin yarısına denk gelen girişin yarısı oranında olur. Bunun kanıtı da konilerdedir. EC (ج) çapına paralel olan hatlardan her biri EC (ج) kısımları sayısı kadar bölünür ve BD (ب) çapının arasındaki noktaya ulaşırsa, o çizgi yaklaşık eksik kesinti hattına eşit olur. Sonra birleştirilen hattı o noktaya koyar hatların birleşimi eksik kesinti çapı (kuşatanı) olur.

Böylece bu sıralamaya tabi olan bütün noktalar tamamlanınca. Bu aleti tasarlayanın sözü son derece güzeldir. Böylece tasarımcı EC (ج) kısımlarında olduğu gibi EC 'nin (ج) çapına paralel hatların oluşmasını sağlar. EB (ب) çeyreğinin 5'lerinin sonlarından çıkan EC (ج) çapına paralel sinüslerin ki bu sinüsler de ED (د) çeyreğinin sonundan çıkan paralel girişlerdir. Bu sinüsler de HD 'de (د) sona erer ve orayı aşmaz. Ancak bu sinüslerin her biri EH (ه) ile bölünür. Sonra CHD 'nin (د) çeyreğinde yarılayan sıra hatları çizilir. Bu çeyrek yukarda belirtilen eksik kesilen hatlardan uzak olsun. Çünkü bu çeyreğe gelen çizginin buna ihtiyacı yoktur. Bu da her bir HC (ج) bölümü noktalarından HD (د) hattına paralel bir hat çıkarılır. Bu hat CD (د) yayına

ulaşır ve aşmaz. Sonra her $HC(\zeta \circ)$ kısmı eşit kısımlara bölünür. Her bir bölüme 4 nokta düşer. Bu da 5 kısmının sınırındadır. Her birinden $CHD(\Delta \circ \zeta)$ çizgisinden $DH(\Delta)$ çizgisine paralel bir çizgi çıkarılır. Bu da $DC(\zeta \Delta)$ çeyreğine ulaşır ve onu aşmaz. $CHD(\Delta \circ \zeta)$ çeyreğine $HD(\Delta \circ)$ çizgisi 60 hatla gelir. H 'nin(Δ) kısımları da 60 kısımdır. Bu kısımlara da sıralama hattı kısımları denir. Sonra pergelle sıralama hatlarından 6 kısım alınır, pergelin bir ucunu açıldığı gibi kendi kısımlarından $HC(\zeta \circ)$ hattında 13'üncü kısma konur. Orası merkez alın. Pergelin diğer ucuyla bir daire çizilir. Bu dairenin merkezine daha küçük bir daire çizilir, En büyük dairenin çevresi eşit 24 kısma bölünür. Bu bölmenin de başlangıcı $HC(\zeta \circ)$ olup, cetvelin de bir ucu bu dairenin merkezi ve çapının sonuna konur. Her iki dairenin çapını kuşatan o iki daireyi geçmeyen bir daire çizilir. $EC(\zeta')$ çapına 5'er derece çıkararak yayların uzaklığı azaltılarak plakanın en altına doğru halkaya doğru yazılır.

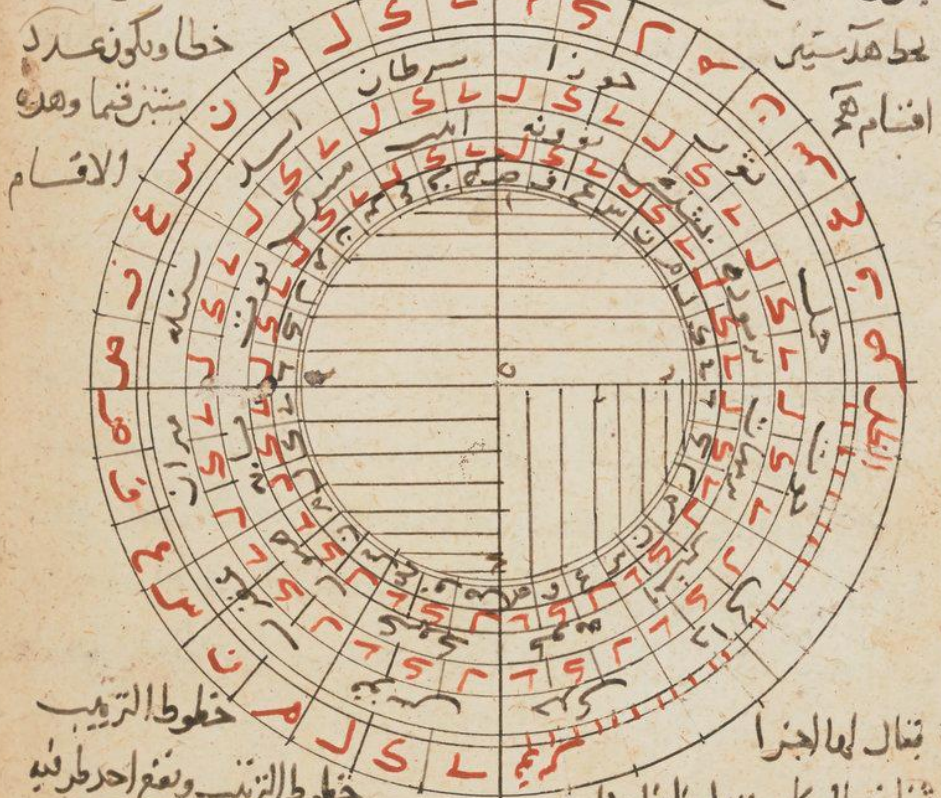
Ek 4. Cāmi 'u el-mebādī ve el-gāyāt'taki zerkāliyye yapım kılavuzu

Tercüme ve yorumunu verdiğimiz yapım kısmını içeren bölümün nüshası aşağıda yer almaktadır.²³⁵



²³⁵ Merrakuşi, Camiü'l-Mebadi, Fransa Milli Kütüphanesi, No.2508, v.56a-61b.

ولا تتعداه لكن هذه اجيوب كل واحد منها يقسم بمثل اقسامه ثم يرمم في ربع حده
 خطوط الترتيب المنصفه ولكن هذا الربع خاليا عن خطوط القطوع لان قصه المذكوره
 لان الواقع منها في هذا الربع لا حاجه اليه وذلك بان يخرج فيه من كل نقطه من نقط
 اقسامه خط مواز بالخط هـد يتبلغ الى قوس حـد ولا تتعداه ثم تقسم كل قسم من
 اقسامه ثم ينجمه اقسامه وبتساويه فيحصل على كل قسم من نقطه حـد وواقامه الخمس
 فخرج من كل واحد منها في ربع حـد خط مواز بالخط ده يبلغ الى ربع دـه ولا يتعداه
 فيكون عددا جميع خطوط الترتيب الواقعه في ربع حـد



بقال لها اجزا
 ثم اخذ بالبركارسته اجزا في اجزا
 وهو باق على فتحه في خطه حـم على بعد سـا اجزا من اجزا
 ونجمله مركزا وندير عليه بالطرف الاخر دايره ثم نخط على مركزها دايره اصغر منها قليلا
 خطوط الترتيب ونفع احد طرفيه
 وهو باق على فتحه في خطه حـم على بعد سـا اجزا من اجزا
 ونجمله مركزا وندير عليه بالطرف الاخر دايره ثم نخط على مركزها دايره اصغر منها قليلا
 ونقسم

والعلاقة وتسمى على مثال الناظر في هذه الوجهة من الصفيحة اذا اعلقت من علاقتنا ودم
اسفل الفطر المار بالعلاقة ودم على القطر القائم على فطر ام مما يلي عين الناظر وابتدا
نضع فيها الخمسات من آ وتنتهي الحصى عند ب وتنتهي للقف عند د وابتدا نضع ع
الحسرات من ربع دم من د وتبلغ ص عند ح ثم نقسم فطر ام فكا حرا منسا وبه
فان لم تثبت فتمت بما ذكرنا لقصره فتمناه باجل من ذلك وحسبنا كل قسم بما
يتضمنه من احرا الماوية عشرين فتمنا منسا وبه فيجزى على ما هو الاكثر ونقسمه في هذا
المثال عشرين فتمنا منسا وبه فكل قسم من هذه الاقسام يتضمن من اجرام الماوية عشرين
فاجرام ثم نرم خطوطا قطع نافعها كل واحد منها يمر بنقطة من المقتطع التي تحدا قسم
فطر ام منسا وبه البعد عن المركز فطر كل واحد منها الاكبر خط ب د ونصف الاقصر ما
بين مركز الصفيحة وبين إحدى المنقطتين اللتين يمر عليهما من اقسام فطر ام وقد تقدم في
الفصل ان من الباب الذي قبل هذا كيف خط القطع الناظر اذا كان كل واحد من قطريه
الاطول والاقصر معلومين **قال الواضع لهذه اللامه** وبما تخط به القطع الناظر
انه اذا كان قطر الاكبر قطر ايره وكان في الداييره ونرموار لقطره الاقصر فان
نسبه نصف الفطر الاقصر الى نصف قطر تلك الداييره كنسبه نصف ما وقع من الوتر
من الوقع الى نصف ذلك الوتر وبرهان هذا في المحفوظات فاذا قسم كل واحد من الخطوط
الموازية لقطر ام بغيره اقسام ام ووصل بين النقط التي على فطر ام كان ذلك الخط
الموازي محيط قطع ناقصا المشتمل على نقطتين كذا النقط التي تلي ذلك المولف فيكون
المجتمع من ذلك ايضا محيط قطع ناقص اخر وهذا الى ان يتم جمع النقط المرتهه هذا الترتيب
وهذا الذي قاله في غايه احسن و مراد الواضع بالخطوط الموازية لقطر ام التي قسمها
ممثل اقسام ام هي الاوتار الموازية لقطر ام الخارجة من نهايات الحسرات من ربع ام
واجب الموازية لقطر ام الخارجة من نهايات ربع ا د وهذه الجيوب تنتهي الى خط هـ

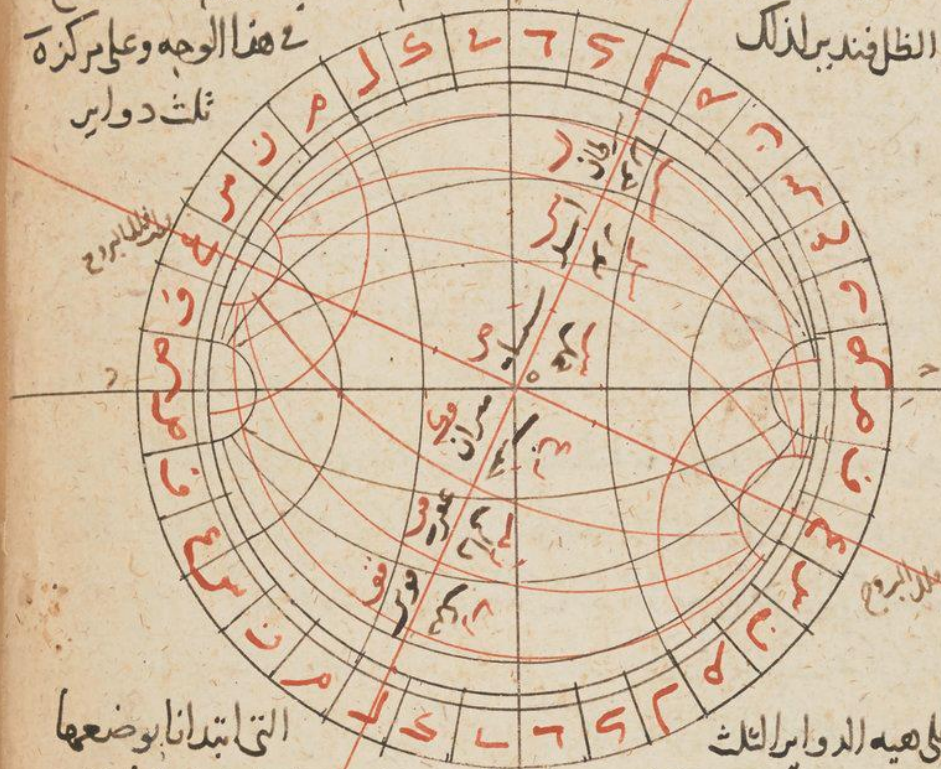
في ربع ا د عند نقطه د
واستداء الصافي في
النصف ا ل و من ا و ب ح ص

وفي الصناعات المعلومه
فطر ام على الاكثر ثمانية عشرين

القَصْدُ الثالث

في رسم الوجه الاخر من وجهي الصغرى
رسوم هذا الوجه ما يعلم به الارتفاع
في هذا الوجه وعلى مركزه
ثلاث دوائر

بداية من
الزرقالية واول ما
والظل فندبر لذلك



التي ابتدانا بوضعها
العلاقة الحيات
ولكن ابتدا العدد في كل واحد من
المرات بالعلاقة ونرم في كل واحد من
والمسكون وكيفيه رسمها ظاهر لما
الدائرة اعني دائرة الارتفاع والظل دوائر
بعد هذا ونرسم داخل تقويم الشمس دوائر
الاخر وليكن اعظم هذه الدوائر قربه جدا
هذه الدوائر دائرة احد على الخط المار بالمركز

على هيه الدوائر الثالث
في الوجه الاول ونرسم في الربعين
واجزائها واعدادها على جارك العاد
هذين الربعين من القطر القائم على القطر
الربعين الباقيين اصابع الظل المسبوط
تقدم في ربع الدستور ونرسم داخل هذه
تقوم الشمس على ما استعمله من القسم المرك
الحيات والاهجرا كما تقدم في الوجه
من اصغر دوائر تقويم الشمس ولكن اصغر

والعلاقة

ثم الاسد

اول الحمل واخره عند ثمانية اثنى دواير العروص واما الجوزا فاولها اخر
 الثور واخرها عند الطرف الاسفل من خط الطول ثم السرطان اوله اخر الجوزا
 واخره اول الجوزا وكتابتها تقع في النصف الجنوبي من خط الطول اوله اخر السرطان
 واخره اول الثور ثم السيلاه اولها اخر الاسد واخرها عند ثمة الميزان اوله
 عند ثمة واخره عند اول الحوت ثم العقرب اولها اخر الميزان واخرها اول الدلو
 ثم القوس اوله اخر العقرب واخره الطرف الاعلى من خط الطول **ثم بشرح بعد**
هذا في رسم الكواكب الثمانية فنعد الى الكوكب الذي نريد رسمه فان كان معلوم الطول
 في الزمان الذي عملت فيه الصفحة وكان عرضه معلوما وجمه عرضه كذلك علمنا في
 خط الطول علامته على مثل طوله من برجه وحفظنا ما يمر به هذه العلامة من العروص
 ودخلنا عرضه في الاطوال التي تليها ان كان عرضه تماما في الاطوال الجيوبية
 ان كان عرضه جتويا فحيت النقي الطول الذي انتهينا اليه مع العرض الذي حفظناه
 فهناك مركز الكوكب نرسم عليه اصغره ايره يمكننا وتكتب اسم الكوكب هناك ونعاشي
 اسمه في الكتابه كما به البرج الذي طوله فيه وان كان معلوم البعد وبعده عن بعد
 النوار ومعلوم المطالع من اول الكبرى او جزا المراد دخلنا بمطالعه في الممرات
 ويبعد في المدارات في اجمه التي هو فيها فحيت النقا المدار الذي انتهينا اليه
 مع الممر الذي انتهينا اليه فتم مركز الكوكب فدار عليه دايره صغيره وتكتب غدها
 اسمه فان كانت مطالعه اقل من ثقب فنكتب اسمه بها ولز كانت اكثر فنكتب
 اسمه صاعدا وان كان معلوم الطول والبعد فرسمه بين وكذا رسمه من قبل البعد
 والعرض وباتي الوجه المذكوره في الاسطرلاب في رسم الكواكب تتالي هذا
 وذلك بين فلنعلم ذلك واسه الموقوف للصواب وهو حسنا ونعم الوكيل
 وهذه صورتها في الوجه الثاني من هذه القايه

وتركة البركار على فتحته ونفع احد طرفيه في نقطة α وتجعل حيث يبلغ طرفه الاخر
 من خط α مركزا وندير عليه قوسا يمر بنقطة β وينتهي في الجبهة عند قطبي بعد
 النهار وتركة على فتحته ايضا ونضع احد طرفيه على نقطة γ وتجعل حيث يبلغ طرفه
 الاخر من خط γ مركزا وندير عليه قوسا يمر بنقطة δ وينتهي عند قطبي فكل البروج
 وتركة ايضا على فتحته ونضع احد طرفيه على نقطة ϵ وتجعل حيث يبلغ طرفه
 الاخر من خط ϵ مركزا وندير عليه قوسا يمر بنقطة ζ وينتهي في الجبهة عند
 قطبي فكل البروج فكل واحد من هذه الشئ بعدها دائرة الاقطاب α اجزا وكذلك
 نضع في باقي هذه الدوائر الى تمام η ونكتب ابعاد المرات عن النصف الاعلى من
 دايره الاقطاب مع مدار الاعتدال في النصف الشمالي ويكون ابتدا العدس طرف
 مدار الاعتدال الذي يلي العلاقة ويبلغ الى قف عند طرفه الاسفل ثم ترجع
 بالعدس صاعدا نحو العلاقة في النصف الجنوبي مع مدار الاعتدال فيبلغ θ
 عند القطب ويبلغ الى شمس عند الطرف الاعلى من مدار الاعتدال وهو حيث كان
 ابتداه ثم نكتب ابعاد العروض عن النصف الاعلى من دايره الاقطاب مع خط
 الطول الشمالي الذي بعده عن خط الطول θ درجة ويكون ابتدا العدس امله
 ويبلغ الى قف عند طرفه الاسفل ثم يترادى لعدس ابعاد الطول الجنوبي
 الذي بعده عن خط الطول θ درجة الى ان يبلغ شمس عند طرفه الاعلى ونكتب
 بعدها اما البروج عن جنوبي الطول فيما بين كل θ سما جزا فصلنا منه دوائر
 العروض اما الكوكب فاوله الطرف الاعلى من خط الطول واخره عند كمن دوائر
 العرض وكما بينه تقع فيما يلي الشمالي عن خط الطول واما الدلو فاوله اخر الكوكب
 واخره عند كمن دوائر العروض واما الكوكب فاوله اخر الدلو واخره عند θ
 واما الحمل فاوله عند θ واخره عند θ من دوائر العروض واما الثور فاوله

رسم

اخراكل

مدار كة والى طول كة ومن علامات صحة كل مدار ان يكون بينه وبين داييره الاعتدال
 في كل واحد من ربعي الاقطاب مثل بعده عن الاعتدال وكذلك من علامات
 صحة كل طول ان يكون بينه وبين خط الطول في كل واحد من ربعي داييره الاقطاب
 مثل بعده عن خط الطول وتكتب على كل طول من الاطوال الثمانية مبلغ بعده
 عن خط الطول مع قطب قعر وعلى كل طول من الاطوال الجنوبيه مبلغ بعده عن
 خط الطول مع خط هس وكل واحد من قطبي البروج بعده عن خط الطول
 تسعين جزءا **ونشرع بعد هذا في رسم الممرات وللعروض** اعني الممرات الدوائر
 التي تمر بنقطتي معدل المنار وبالعرض الدوير التي تمر بقطبي البروج **فانقول** الواضع
 هذه الاله جعل الممرات تتفاضل في البعد عن داييره الاقطاب على التوالي
 كة اذ راج كة اذ راج من اوج معدل المنار وحصل العروض تتفاضل في البعد
 عن داييره الاقطاب على التوالي كة اذ راج من اوج معدل المنار وان كانت
 بعد الاقطاب بكنية وضعها ان ثبتت جهات التفاوت ذلكا المتفاوت بعينه
 او غيره لكن في هذا المثال يجوز على ما اختاره الواضع فنضع حرف المسطره على
 القطب الجنوبي من قطبي معدل المنار وعلى نهايه كة اجزاس الربع الاعلى الشمالي
 من ارباع داييره الاقطاب ونعلم حيث يقطع حرفها خطها علامه ع ونضعه
 ايضا على القطب المذكور وعلى نهايه كة اذ راجه من الربع الجنوبي الاسفل
 من ارباع داييره الاقطاب ونعلم حيث يقطع خطها علامه ق ونثبت
 احدت من هاتين مثل هـ فانه ينبغي كذلك نقطه ع لان كة مثل عه وكذلك
 كة مثل فـ ثم نضع على كل واحد من خطوط قهر هـ هـ نقطه بعدها عن الهاء
 كبعده عن الهاء وهي نقطه ص ق ر ونقسم قع ببصوتين ونجعل نقطه التنصيف
 مركزا ونذكر عليه قوسا يمر بنقطه ع وينتهي في الجهتين عند قطبي معدل المنار

ك

ساتتصا صلبه المدارات في البعد من معدل النار على التوالي α ادرج α ادرج
 وكذلك ما تتفاصل به الاطوال في البعد عن خط الطول على التوالي وانت بعد μ
 الاحاطه بكتيبه عليهما ان ثبت جعلت النفاصل ذلك بعينه او اقل منه او اكثر
 وينبغي ان نعلم في هذا المثال ما اختاره الوضع فنضع حرفا لسطره على اول
 الربع الجنوبي من اربع الدايره الماره بالاقطاب الاربعه وهي نقطه المستطع α على
 نهايه α α درجه من هذا الربع ونعلم حيث يتقاطع حرفها خط α α علامه α ونضع
 حرفا لسطره ايضا على نقطه المستطع α على نهايه α α درجه من الربع الجنوبي
 الاسفل ونعلم حيث يتقاطع حرفها خط α α علامه α ونضع على كل واحد من خطوط
 هذه نقطه بعد ما من α α α منها وهي نقطه α α α ونقسم α α
 بنصفين ونجعل نقطه التصفيف مركزا ونذكر عليه ببعد من قوس α ينتهي في
 اجهتين عند ايره الاقطاب ونترك البركار على فتحته ونضع احد طرفيه في نقطه
 α ونجعل حيث بلغ طرفه الاخر من خط α α α مركزا ونرسم قوسا يمر بنقطه α
 وينتهي في اجهتين الى دايره الاقطاب ونترك البركار على فتحته ونضع احد طرفيه
 على كل واحد من تقطعي α α ونجعل حيث بلغ طرفه الاخر من خطي α α
 مركزا ونرسم على احدهما قوسا يمر بنقطه α وينتهي في اجهتين الى دايره
 الاقطاب وعلى الاخر قوسا يمر بنقطه α وينتهي في اجهتين عند دايره الاقطاب
 قوس α هو المدار الجنوبي الذي بعده عن مدار الاعتدال α α درجه وقوس α
 هو المدار الشمالي الذي بعده عن مدار الاعتدال α α درجه وقوس α هو الطول
 الشمالي الذي بعده عن خط الطول α α درجه وقوس α هو الطول الجنوبي الذي
 بعده عن خط الطول α α درجه وعلى هذا المثال يكون العمل في باقي المدارات
 والاطوال المتفاضله α ادرج α ادرج في كل واحد من الاربع الى ان ينتهي الى

ل

عند

الاعتدال

مداره

متساوية ويقع حرف المسطره على نهايه كل قسم من هذه الاقسام وعلى نقطه
 وخط معه خطا فيما بين الدائره الصغرى والوسطى وتكتب على هذه الاجزاء عددا لها
 على جاري العاده وليكن ابتدا العدد في كل ربع من هذه الارباع من مدار الاعتدال
 ونهايته عند اقتران الاستواء على ما تراه في الصورة وتقسيم كل درجة من هذه الدرجات
 بما يمكن من الرقائق وناخذ من الربع الاعلى المجزئ من ارباع الدائره الماره بالقطب
 الاربعة فذر الميل الاعظم وتعلم حيث تنتهي علامه وتخرج من هذه العلامة قطرا في
 الدائره الصغرى وهذا القطر هو منطقه البروج وناخذ من الربع الاعلى الشمالي
 من ارباع الدائره الماره بالاقطاب الاربعة فذر تمام الميل الاعظم وتعلم على نهايته
 علامه وهذه العلامة هي القطب الشمالي من قطبي فلك البروج وتخرج من هذه العلامة
 قطرا في الدائره الماره بالاقطاب الاربعة فنهايته في الربع المجزئ من ارباع
 الدائره الماره بالاقطاب الاربعة وهذا هو القطب الجنوبي من قطبي فلك البروج
 ثم نضع الصفيحه على الوج من حشيت صلب مستوي السطوح ونثبتها عليه ونجعلها
 بحيث يكون سطح الاقطاب الاربعة متصلا ببسيط اللوح على استواء وتخرج من
 مدار الاعتدال جهتي اب خطا اخر اخرجها بغير نهايه وكذلك منطقه البروج في
 جهتي حد وكذلك الخط المستقيم المار بقطبي البروج في جهتي طاق **ونشرع بعد**
هذا في عمل المدارات والاطوال اعني المدارات الدوائريه الموازيه لدائره
 الاعتدال وبالاطوال الدوائريه الموازيه لمنطقه البروج ومنطقه البروج نفسها
 تسمى في هذه الاله خط الطول فتقول من اجل ان المدارات لا بد وان تكون
 متفاضله في البعد من معدل الثمار والاطوال كذلك خط الطول وكان
 الاجود سراعا ان نتظام ان يجعل ما تتفاضل به المدارات على التوالي شيئا
 واحدا وكذلك ما تتفاضل به الاطوال على التوالي جعل الواضع لهذه الاله

صفيه

على ان تكون الصفحة اذ اعلقت بعلاقتها وارسلت اقول من وسط سمار العلاقة
او من وسط الحزم الذي يكون فيه مركز الصفحة فاد افرعنا من ذلك الحد الى
احد وجهيها فاد رنا فيه على مركزه ثم دو ابر ويجعل محيط العظمى من هذه الثلث
قد يسه حدا من محيط هذا الوجه ويجعل من محيط الوسطي ويغير محيط العظمى قدر ما يصلح
لكتابه تضاعيف الحركات كدور الجمل على الدور ويجعل من الصغرى وينزل الوسطي قدر
ما يصلح لعدل الارواح ونفر من الدايره الصغرى هي الدايره الماره بالاقطاب الاربعه
وتخرج في الدايره العظمى قطرين يتقاطعان على زوايا قائمه عند نقطه اعني المركز
ويجعل احدهما بحيث اذا اخرج على استقامه من مركز حزم سمار العلاقة فلان هذا
القطر خط مستقيم مرتبطه الشطيع اعني نقطه ويكون حادتا عن دايره عظمى
ما به يقطب الشطيع ومركزه ودايره الاعتدال دايره عظمى ما به يقطب الشطيع
ومركزه فهذا القطر صالح لان يكون حادتا عن دايره الاعتدال فنفرض الواقع
من هذا القطر الدايره الماره بالاقطاب المذكورين لاعتدال فيكون الواقع منها
من القطر الاخر هو الحادتا عن شطيع الدايره الماره يقطب العالم ويقطب الشطيع
ونسميه اقوالا مستوا وطرفا خط الاستواها قطبا معول المنار فجعل الثمالي منها
هو الذي يلي سمار الناظر وهذا الوجه من وجهي الصفحة اذ اعلقت بعلاقتها
ومن لبين ان هذين القطبين يفتان محيط الدايره العظمى بربعه اقسام متساويه
وكذلك كل واحد من محيطي الدايره الصغرى والوسطي فتعود الى كل ربع من ارباع
الدايره العظمى ونقسمه اقسام متساويه ونضع حرفا لمطره على وعلى قايه
كل قسم من هذه الاقسام ونخط معه خطا يمايز الدايره العظمى والصغرى ونقسم كل
ربع من ارباع الدايره الصغرى اقسام متساويه ونقسم كل قسم من هذه الاقسام
بخمس اقسام متساويه ليكون كل ربع من ارباع الدايره الصغرى مقسوما بسبعين قسما

دوايره

مركز

القطر

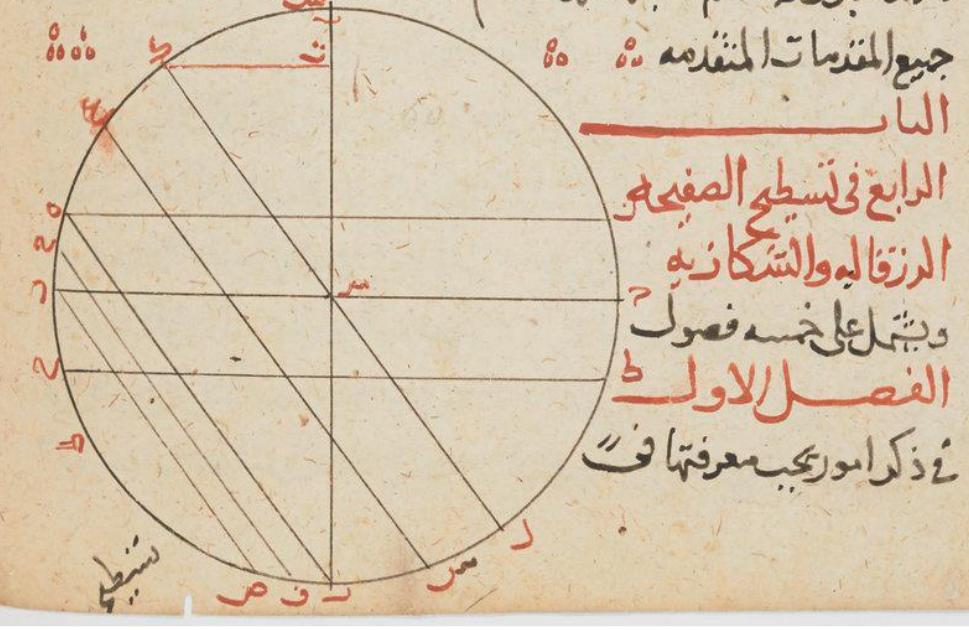
متساويه

في سطح الصفيحة فاول ذلك نقطه هذا السطح هي احد قطبي الدايره الماره بالقطب
 الاربعه ومركزه هو القطب الاخر من قطبي هذه الدايره وادراك مركز السطح
 ونقطته ما ذكر في البينان السطح الذي يقع فيه هذا السطح هو من السطوح الموازيه
 للدايره الماره بالاقطاب الاربعه والوايه الماره بالاقطاب الاربعه ترسم فيه دايره
 تامه مركزها مركز السطح واما مركز السطح والوايه الماره بالاقطاب الاربعه
 يرسم فيه خطا مستقيما مارا بمركز السطح واما الدواير التي تمر بقطبي معدل النهار
 فان الماره منها بنقطه السطح ترسم فيه خطا مستقيما مارا بمركز السطح ويقطبي
 معدل النهار وسائرهما ترسم فيه دواير غير متساويه العظم وكلها تتقاطع على قطبي
 معدل النهار وسائرهما كلها على الخط المستقيم كما حدث عن ارتسام معدل النهار واما
 الدواير الموازيه لمعدل النهار فانها كلها ترسم فيه دواير غير متساويه مركزها
 كلها على الخط المستقيم كما حدث عن ارتسام الدايره الماره بقطبي معدل النهار ونقطه
 السطح واما الدواير الماره بقطبي فلك البروج فان الماره منها بنقطه السطح
 ترسم فيه خطا مستقيما مارا بمركز السطح وسائرهما ترسم فيه دواير غير متساويه
 العظم وكلها تتقاطع على قطبي فلك البروج وسائرهما كلها على الخط المستقيم كما حدث
 عن ارتسام منطقه البروج واما الدواير الموازيه لمنطقه البروج فانها ترسم فيه
 دواير غير متساويه مركزها كلها على الخط المستقيم كما حدث عن ارتسام الدايره
 الماره بقطبي فلك البروج وبنقطه السطح

الفصل الثاني في عمل

الصفيحة الذي قاله وكيف رسم ما يقع في احد وجهيها من الرسم اما عملها فتجد
 صفيحة مدووقه صحيحه للاستدارة ذات عمدا بينهما عن الاعوجاج الابعسر
 وجعل طرفيها موازيين الاخر وكل واحد منهما في غاية الاستواء والملاسه
 وتجعل على محيطها سائلا لاجل العلاقه على مثلها عمل في الاسطرلاب وتجهد على

انتهى الى نقطه السطح وادراكات نقطه السطح وصلنا الى ونظرا الى زاوية
 حتم فان كانت غاية تشكل الاقواس متعامكا فيا وان كانت حاده تشكل الاقواس وقعا
 ناقضا وان كانت منفرجه تشكل وقعا ابر او تقصلا من احد المنطرات المتقاطعة
 لا فوق الاقواس او لمعدل النهار ونصل رت ونعتبر زاوية فتم على ما تقدم في الاقواس
 تلك الاحكام لان يمر قطر المنظره بنقطه السطح وهذا يكون في الجوى فان الشكل ما كان
 من المنطرات كذلك يكون خطا متعامكا او زاويا الحظ المشرق والمغرب واما منظره عا
 فانها في الشمال على ما تقدم وفي الجوى ان قاطع قطرها ممد كان تشكلها في الاسطراب
 داخل مدار الحمل وان قاطعه فيما يبرز ورا ذلك خارج نقطه ه كان تشكلها ما خارج مدار
 الحمل وان لم تلاقه لم تشكل في الاسطراب اصلا واما المنطرات التي ارتفاعها اكثر
 من عرض البلد مثل منظره خف دص فانها في الشمال تقع فظوعا ناقصه واما في
 الجوى فتصل ح د وتعتبر كل واحد من زاوية حتم د تم فان كانت حاده
 امكن تشكل تلك المنظره والاقواس فضل د صت فان كانت زاوية فتم قائمه
 كان تشكل في قطعها كما فيا وان كانت منفرجه كان زاويا وان كانت حاده كان ناقضا
 وكذلك تعتبر زاوية ص تم وتبينها تلك الاحكام وهذا القدر كاف فيما نحن بسبيله واد انفق



جميع المقدمات المتقدمة
البار
 الرابع في تسيح الصفيح
 الرزقاليه والشكازيه
 ويشتمل على خمسة فصول
الفصل الاول
 وذكر امور يجب معرفتها في