

ÎZZÜDDİN B. MUHAMMED AL-VEFAÎ'NİN "EKVATÖR
HALKASI" ADLI MAKALESİ VE TORQUETUM
("EQUATORIAL ARMILLA" OF IZ AL-DIN
B. MUHAMMAD AL-WAFI AND TORQUETUM) .

Dr. SEVİM TEKELİ

İlim Tarihi Doçenti

ÖNSÖZ

Arapça metnini, Türkçe ve İngilizce tercümesini verdiğim bu eser İzzüddin b. Muhammed al-Vefai'nin *Risaletun fi Dairet il-Muaddil*¹ adlı makalesidir. Edisyon ve tercüme İstanbul'da bulunan iki yazmanın fotoğraflarının karşılaştırılması ile yapılmıştır. Bu yazmalardan biri Lâleli Kütüphanesinde 2726 numarada kayıtlı bir mecmua içindedir. Eb'adı 204. 151-143. 87 dir. Ebru kâhıt kaplı, sırtı meşin, miklapsız (kütüphaneden verilen bilgiye göre). Yer yer atlamalar, bölüm dizimlerinde değişiklikler vardır. Yazma iyi muhafaza edilmemiş olmalı ki bazı kısımlar güçlükle okunabilmektedir

İkinci yazma Ayasofyada 2626 numarada kayıtlıdır. Eb'adı 174. 115-112. 112. 59 dur. Kırmızı meşin kaplı ve miklaplıdır (kütüphaneden verilen bilgiye göre). Yazma temiz, okunaklı ve resimlidir. Ufak tefek Arapça hataları vardır. Bazı terimlerin yanlış yazılmış olması astronomiye vakıf olmıyan bir kimse tarafından ve dinlenerek istinsah edildiği intibasını uyarıdır. Söz gelimi *مسطرة* nın *مسطرة* ve *دائرة* in *دائرة* şeklinde yazılmış olması gibi.

Bu metni hazırlamadan önce Vefai'den 25 sene sonra yaşamış olan Muhammed ibn Ebi'l-Fath al-Sufi'nin² aynı alete ait Leidende 1137 numarada kayıtlı *Risale al-Mufassal fi Ameli bi nisfi dairet il-Muaddil* adlı risalesinin edisyonu, Türkçe ve İngilizce tercümesini bu makalenin fotoğrafı yardımı ile hazırlamıştım. Fakat Vefai'nin daha önce yaşadığını gözönüne alarak, o metnin neşrinden vazgeçip bunu hazırladım. Her iki

¹ C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur. Supplementband*, Leiden 1938, S. 160; H. Suter, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke*, Leipzig 1900, S. 177. Vefai Muidi Camisinin muvakkitliğini yapmış, 1469 veya 1471 tarihinde ölmüştür. Bilhassa aletleri ilgilendiren bir hayli eseri var.

² Sufi 1494 yılında Mısırda ölmüştür. Hayatı hakkında fazla bir tafsilata sahip olmadığımız Sufi'nin bıraktığı eserlerden devrinin önemli astronomlarından biri olduğu intibasını edinmekteyiz. Ulug Bcy'in Zicine bir şerh yazmış, çeşitli astronomik aletler ve saatlere dair risaleler kaleme almıştır, Suter S. 185.

makale de aynı alet tasvirini verdikleri için bir birlerinin hemen hemen kelime kelime aynısıdır.

Bu risale bir giriş, 15 bölüm ve bir sonuçtan müteşekkildir. Girişte aletin tasviri verilmiştir. Bölümlerde ve sonuçta aletin ne gibi meselelerin çözümlerinde kullanıldığı anlatılmıştır. Bunlar Mekkenin istikameti, meridyen mesafesi, gece ve gündüz yayı, günün eşitliğinin yarısı, yükseklik, meridyen yüksekliği, memleketin enlemi, azimut, doğunun ve batının açıklığı, asansiyonun bulunması, asansiyonu bilinen bir yıldızdan asansiyonu bilinmeyen bir yıldızın asansiyonunun çıkarılması, ayın aracılığı ile asansiyonun hesabı gibi astronomik meselelerdir.

Alet bir yarım ufuk, bir yarım ekvator, bir yarım eğim halkacığı ile bir çeyrek meridyen halkasından ibarettir. Ufuk ile ekvator o şekilde menteşe ile birleştirilir ki ekvator halkası istenilen her hangi bir yüksekliğe kadar kaldırılabilir. Bir idadenin ucuna bağlı olan eğim halkacığı ekvator halkasının merkezine tesbit edilmiş olup orada hareket eder. Hedefe ödevini gören bu küçük daire gözlemlerin daha kolaylıkla yapılması için bazen çapı boyunca yararılır. Ekvator halkasının muayyen bir enleme göre tesbit edilmemiş olması değişik enlemlerde kullanılma imkanını sağlamaktan başka çeşitli meselelerin çözümlerinde de kullanılmasını mümkün kılar. Ekvator halkası ufuk halkasının üzerine intibak ettirildiği takdirde bir yarım ufuk halkası ile ona dik düzlemde hareket eden bir yarım halka durumuna gelir ve azimutların bulunmasında kullanılır. Ekvator halkası ufukla dik açı yapacak şekilde düzenlendiği takdirde yükseklik dairelerinden birini temsil eder ve yükseklik yaylarının ölçülmesini sağlar. Ekvator halkası memleketin enlemi kadar eğilirse bu takdirde güneş ve yıldızların deklinasyonları rasat edilir.

Birden fazla koordinat sistemine göre rasat yapabilme imkânı aletin temel prensibini teşkil eder. Çeşitli koordinatlara göre rasat yapabilen ilk aletin Câbir ibn Aflah³ tarafından kullanıldığını biliyoruz. Câbir'in *Kitab al-Hey'e* veya *Islah al-Mecistî* adındaki eserinin beşinci makalesinde diğer aletleri meyanında bunun da tasviri vardır. Bu alet Avrupada onüçüncü asırdan itibaren *torquetum* (Türk rasat aleti) adı verilen bir aletin doğmasına sebep olmuştur. *Türk rasat aleti* adına tam bir yorumlama bulunmuş değildir. Bazı yazarlar bunun Türkler tarafından çok yaygın olarak kullanılan bir alet olması dolayısı ile bu adın verildiğini söylerler.⁴ Araştırmalarımızda İslâm Âleminde buna benzer bir alete

³ Abû Muhammed Câbir ibn Aflah'ın onikinci asrın ortalarında ölmüş olduğu tahmin ediliyor. *Kitab al-Hey'e* adlı eseriyle Batlamyüs'ü tenkit etmiş, onun kıfayetsiz olan noktalarını göstermeye çalışmıştır. Küresel trigonometri üzerine orijinal çalışmaları vardır. G. Sarton, *Introduction to the History of Science*. Cilt II, kısım I, Washington 1931, S. 206.

⁴ Bak. A. Sayılı, *The Observatory in Islam*, Türk Tarih Kurumu yayınlarından, seri VII. No. 38 Ankara 1960; N. Hartmann, *Die astronomischen Instrumente des Kardinals Nicolaus Cusanus*, Berlin 1919, S. 13; G. Sarton, Cilt II, Kısım II, S. 1005; R. T. Gunther, *Early*

rastlamamıştık. Başka bir maksatla bu risaleyi tetkik ederken şimdiye kadar görmediğimiz bir alet konstrüksiyonu ile karşılaştık. Câbirin çeşitli düzlemlere intibak ettirilebilen aletinden ilham alınarak ortaya konduğunu tahmin ettiğimiz ekvator halkası *torquelumum* İslâm Âleminde kullanılan bir tarzı olarak mütalâ edilebilir. Esasen *torquetumla* çözümlenen meselelere göz atılacak olursa bunların ekvator halkası ile çözümlenenlerin aynı olduğu görülür.⁵ Sonra Polonia'lı Franco tarafından 1284 senesinde kullanılmış olan ilk *torquetum* da sadece iki düzlemlidir ve ekvator ile ufuk düzlemlerine göre rasat yapabilmektedir.⁶ Ekliptik sabit olmadığı için bu düzlemin ilâvesi daha karmaşık bir mekanizmayı gerekli kılar. Nitekim daha sonraları alete ekliptik düzlemi ilâve edilmiştir. Fakat bu haliyle alet artık dakik rasat yapma imkânını da kaybetmiş oluyor. Tycho Brahe'nin yapmış olduğu tenkit bu bakımdan çok alaka çekicidir. ". . . diğeri Kaideliler veya Araplar tarafından icadedilip kullanıldığını tahmin ettiğim *torquetumdur*. O, dairevi düzlemleri ile halkaların gördüğü vazifeyi görür. Ben bir *torquetum* yapmak istemedim, zira o, arzu edilen büyüklükte olduğunda kendi ağırlığı tarafından tazzik edilecek ve onu kullanması zor olacaktır."⁷

Her iki alet daha bir çok bakımlardan benzer. Bunlar taşınabilen küçük çapta aletler olup İslâmlarda *âlât ür-rasadiye* adı verilen büyük çapta inşa edilen ve dakik ölçüler veren guruba girmezler. Esasen her iki aletin bünyesi de büyük ölçülerde yapılmasına imkân vermez.

Ekvator halkasının kimin tarafından icadedildiği metinde kaydedilmemiştir. Metinde Lâleli L ile Ayasofya A ile gösterilmiştir.

EKVATOR HALKASI

Esirgiyen ve Bağışlıyan Allah'ın adı ile.

Muidi Camisinin muvakkidi, bilginlerin önderi, erdemli İzzüddin Abdülaziz bin Muhammed al-Vefai, Allah rahmeti ile onu kuşatsın ve onu geniş Cennetine yerleştirsın, şöyle dedi :

Hamd "istikrar bulması için güneşi dolandıran"⁸ ve "yörüngesi üzerinde aya menzileler takdir eden"⁹ Tanrı içindir. "Güneş için aya ulaşmak

Science in Oxford. Cilt II, Oxford 1923,8. 154; A. Sayılı, *Vâcidiyye Medresesi, Kütahyada bir Ortaçağ Türk rasathanesi, Belleten*, Cilt III, 1948, S. 664; L. Thorndike, *Franco de Polonia and Turguet. Isis*, Cilt 36, kısım I, 1945 S.6-7; E. Zinner, *Geschichte der Sternkunde*. Berlin 1931, S. 394; S. Tekeli, *Nasirüddin, Takiyüddin ve Tycho Brahe'nin Rasat Aletlerinin mukayesesi*, Ankara Üniversitesi, *Dil ve Tarih - Coğrafya Fakültesi Dergisi*, Cilt XVI, Sayı 3-4, Eylül - Aralık, 1958 den ayrı basım, S. 337-342.

⁵ Bak. Apianus, *Astronomicus Caesareum*, Ingolstadt, 1540, S. 202-203.

⁶ R. T. Gunther, S. 35.

⁷ Tycho Brahe, Tycho Brahe's description of his instruments and his scientific work as given in *Astronomiae Instauratae Mechanica* (Wandersburgi 1598). Hans Raeder, Elis Strömgren ve Bent Strömgren tarafından İngilizceye tercüme edilip neşredilmiştir. Kobenhavn 1946. S. 53.

⁸ " " Yasin Suresi.

⁹ " " Yunus Suresi.

lâzım değildir"¹⁰. "Eski bir hurma salkımı çöpüne dönen ayın"¹¹ şekli görünüşte daima dolunay olmaz. "Bu, senelerin adedini ve hesabını bilmeleri için"¹² "her şeyi bilen Aziz Tanrının bir takdiridir."¹³ Ve O, herşeyi doğru olarak bilendir. Salâvat, parmağı ile ayı yaran Muhammed'in üzerinedir. Doğuş yerinin nuru ile yer yüzü aydınlanmıştır. Ve yine salâvat güneşli günlerine son olmıyan yakınları ve mükemmel durumları için korku olmıyan arkadaşları üzerinedir.

Arkadaşlarım *ekvator dairesi* adını verdiğim bir alet hakkında bir kitap hazırlamamı rica ettiler. İsteklerini yerine getirdim. Allah onu okuyan ve görenin faydalanmasını kolaylaştırsın. Bu, Kadir olanın arzu ettiğiğidir.

A. 2a
A. 2b

Onu bir giriş, onbeş bölüm ve bir sonuç olarak tertipledim.

Giriş, aletin niteliği ve krokisi hakkındadır. Aletin genel görünüşü içi dolu veya boş tahtadan bir yarım dairedir deriz. Merkezine bir ibre evi, çevresine dört yön ve yarım daire şeklinde katlanmış bir daire üzerine de şehirlerin Kiblelerinin işaretleri konmuştur. Ayrıca ikindi ve deklinasyon yayları da işaretlenmiştir. Çapı üzerinde doksan bölümlü bir cetvel ve onun iki tarafında da biri eğim için diğeri öğleden sonra yayının yüksekliği için iki cetvel daha vardır. Üstünde, ortası dairevi kesilip çıkarılmış, 180 eşit parçaya bölünmüş bakır bir halka vardır. O, bu haliyle ekvatorun görünen yarısıdır. Bu daire *enlemler çeyrek dairesine* diktir. *Enlemler çeyrek dairesi* memleketlerin enlemlerini temsil eden bir yay olup 90 eşit parçaya bölünmüş meridyen dairesinden bir yaydır. Ekvator halkası çentikler vasıtasıyla her memleketin enlemi kadar meridyen üzerine eğilir. Bir ibre veya ona benzer bir şeyle oraya tesbit edilir. Eğer memleketin enlemi yoksa oyuklardan ilki üzerine getirilmek suretiyle dikilir. Eğer enlemi 90 ise alt kısmı üzerine intibak eder. Ekvator dairesi üzerinde diğerküçük bir yarım daire vardır. *Eğim dairesi* adını verdiğimiz bu daire neticenin elde edilmesi için diğerkinin merkezi üzerinde döner. O, yıldızların cirmi ve güneş ışınlarının görünmesi için yarılmıştır ki bu tarz daha uygundur. Daire için mihver ve menteşeye gelince bunlar bilinir, keza ip ve şakülün de yardımına baş vurulur. Bu aletin resimleri tamamlandı. Yardım Tanrıdadır.

A. ab
A. 3a
A. 3a
A. 3b
A. 3b
A. 4a

A. 4b
A. 5a

Birinci bölüm aletin yönler üzerine yerleştirilmesi niteliği, Kiblenin işaretinin konması ve diğerkişlemler hakkındadır. Bu bölümde söz konusu edilen meseleler *üsturlâb* ve *çeyrek daire* gibi diğerkbaşka aletlerle ancak müşkilatla ve pek çok sayıda öncüllerden sonra elde edilir ki bununla, bütün bu öncüllerden müstağni olarak gayet kolaylıkla çıkarılır.

Aleti o tarzda yerleştirmek ufuk düzlemine paralel olsun. Bu ipe şakul asmak ve onu içi dolu daire çevresi üzerine çizilmiş dik doğruya uydurmak suretiyle olur. Sonra aleti ibrenin ince ucu güneyden batıya doğru sapıncı

¹⁰ Yasin Suresi.
¹¹ Yunus Suresi.
¹² Yasin Suresi.
¹³ Yasin Suresi.

7 derece olan nokta hizasında görününceye kadar hafifçe çevir. Alet yönler üzerine yerleştirilmiş olur. Her yön, doğu, batı, güney gök küresinde kendi karşıtı yönündedir. Böylece her işaret kendi yönüne konmuştur.

Tenbih: yönü istenilen şehir konmamışsa cetvelden yönünü öğren; onun bulunduğu çeyreği dikkate al.

A. 5b

A. 6a

Eğer mihrabın konuluşunun tayinini istersen geçmişte olduğu gibi aleti yönler üzerine yerleştir. Ekvator dairesini aletin yüzü üzerine koy. İşaret edilmişse istenilen şehrin üzerine eğim dairesini koy, aksi takdirde a) eğer Mekkenin azimutu senin şehrininkinden fazla ise doğu noktasından, b) aksi takdirde batı noktasından itibaren Kiblenin azimutu üzerine getir. Daire kiblenin azimutu üzerine yerleştirilmiş olur.

İkinci bölüm günden geçen, kalan, gün yayının yarısı, günün eşitliğinin yarısının elde edilmesinin bilgisi hakkındadır. Aleti geçmişte olduğu gibi memleketin enlemi kadar eğ. İğne veya ona benzer bir şeyle oraya tesbit et. Sonra eğim dairesini gölgesi çapını örtüncüye kadar, eğer yarığı varsa güneş ışınları çevresinden çapı boyunca nüfuz edinceye kadar çevir. O anda ucu ile meridyen arasında bulunan ekvator dairesinin bölümlerine bak. Bu meridyen mesafesidir. Eğer gittikçe azalıyor, öğleden kalan, eğer artıyorsa ondan geçendir. Makalenin sonunda memleketlerin enlem ve boylamlarını ilgilendiren bütün meseleler söz konusu edilecektir.¹⁴

A. 6a

A. 6b

A. 6b

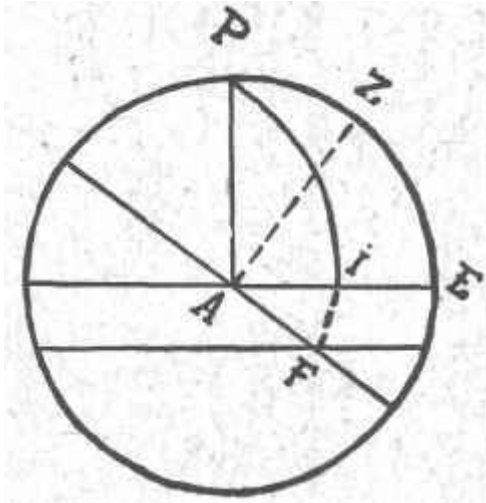
A. 7a

L. 2a

L. 2b

Tenbih: İdadenin ucu ekvator dairesinin çapının dışına çıkarsa ki bu meridyen mesafesinin 90 dereceden fazla olduğu yerlerde vaki olur, eğim dairesini güneşin aksi yönüne çevir ve gölgelendir. Sonra idadenin ucu ile çapın ucu daha doğrusu ekvator dairesinin çapının arasında kalana

¹⁴ Eğer t doğu çeyreğinde ise İE zevale kadar geçecek meridyen mesafesi, eğer batı çeyreğinde ise zevalden geçendir (Şekil : I).



Şekil : 1

bak onu 90 dereceye ilâve et. Elde edilen meridyen mesafesidir. Bu onun güzel bir işaretidir.¹⁵

A. 7a
A. 7b

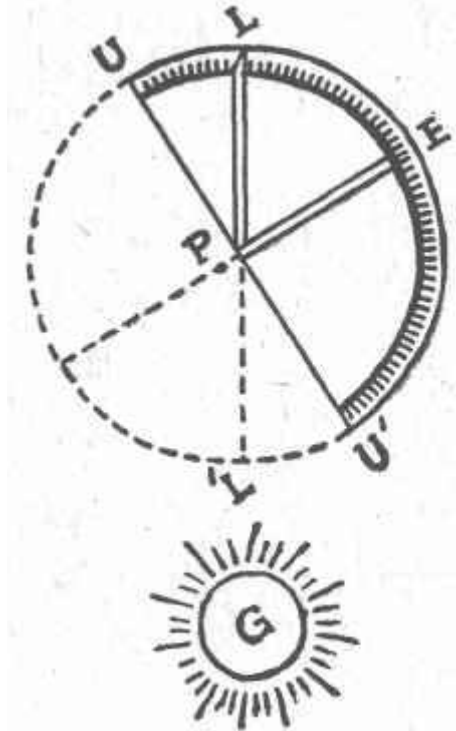
Diğer bir tenbih: Eğer güneşin ışını yoksa eğim dairesinin çapını ve çevresini gölge ipliğinden birinin yerine koy. Geçmişte olduğu gibi yıldızın tam ortaya getirildiği tarzda ortaya ve gözle hizaya getirmek suretiyle işlem tamamlanır. Bu aynı zamanda yıldızın meridyen mesafesinin çıkarılış tarzıdır. Bu aletin diğerlerinden farklı bir alet olduğunu bil. Öyle ki ekvator mesafesi ve meridyen mesafesinin azimutunun elde edilmesinde yükseklik ve güneşin derecesini almaya ihtiyaç yoktur. Yükseklik aletlerinde eğer meridyen mesafesi bir saat veya onun altında ise onunla kaydedilmesi arzu edilmez. Eğer bu aletle çıkarılırsa ve meridyen mesafesi bir derece veya derecenin bölümü ise onun tahkiki mümkündür. Doğuşlar da bu suretle elde edilir.

A. 7b
A. 8a

Gün yayının yarısının bilgisine gelince, kolay olması için eğim dairesini doğuş veya batış anında güneş hizasına gelinceye kadar çevir. Ekvatörden idadenin ucu ile meridyen dairesi arasındaki kısma bak. Eğer sen güneyde daha doğrusu güneydeki burçta bulunuyorsan, bu, gün yayının yarısıdır. Aksi takdirde bunu diğer tarafta yap ve idadenin ucu ile çapın daha doğrusu ekvator dairesinin çapı arasındaki kısma bak. Bu fazlalığın yarısıdır.

A. 8a
A. 8b

¹⁵ $L'U' + 90 = \text{meridyen mesafesi}$ (Şekil: 2).



Şekil: 2

Onu doksana ilâve et gün yayının yarısını elde edersin. Onu 180 dereceden çıkardığında daima gece yayı kalır.¹⁶ Doğu ve batı anında eğim dairesinin güneş hizasına getirilmesinin zorluğu dolayısı ile ufka yakın bir (noktanın) meridyen mesafesini bul ve onu doğuştan o âna kadar geçen veya batışa kadar geçecek miktara ilâve et *minkab* veya buna benzer şeyle istenilen elde edilir. Eğer yayın yarısından meridyen mesafesini çıkarırsan, öğleden öncede bulunuyorsan doğuştan geçen miktar, aksi takdirde başta kadar geçecek miktar olan ekvator mesafesi elde edilir.¹⁷

A. 8b
A. 9a

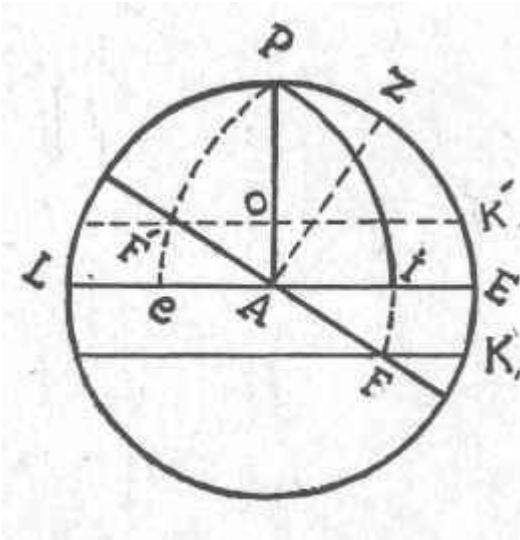
Üçüncü bölüm güneş ve yıldızların yüksekliklerinin bilgisine dairdir. Yolu ekvator dairesi düzlemini enlemlerin ilk çentiğine dikey olarak yerleştirmektir. Böylece o, yükseklik dairesi durumuna getirilmiş olur. Onun yan kısmını güneş hizasına getir ve eğim dairesini çapını gölgelendirinciye kadar veya güneş ışınları (ortasındaki yarıktan) nüfuz edinciye kadar çevir ve onun ucu ile dairenin daha doğrusu ekvator dairesinin çapı arasında kalan ekvatorun çevresi üzerindeki bölümlere bak. Bu güneşin yüksekliğidir.

A. 9a
A. 9b

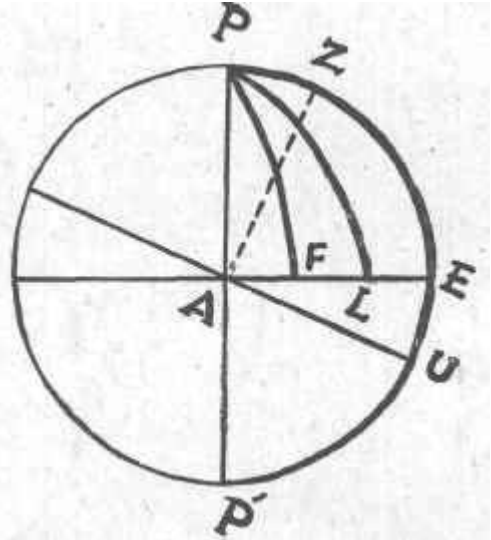
Yıldızın yüksekliğine gelince, geçmişte olduğu gibi ekvatoru yükseklik dairesi düzlemi üzerine getir. Sonra yıldız karşısından görününceye kadar eğim dairesini hareket ettir. Onun ucunun daireden ayırdığı parça yıldızın yüksekliğidir. Keza güneşin ışını olmadığı zaman da yüksekliği bulunur. Her şeyi en iyi bilen Tanrıdır.

L. 2b
L. 3a

¹⁶ Güneş güneydeki burçta bulunuyorsa, yani deklinasyonu güneysele ise, KF gün yayının yarısıdır. Güneşin deklinasyonu kuzeysele ise F'K' gün yayının yarısıdır. Alet tam daire olmadığından F'O bulunur. Buna OK' ilâve edilir. $180 - F'K' = \text{gece yayının yarısı}$ (Şekil: 3).



Şekil: 3



Şekil: 4

¹⁷ LE = meridyen mesafesi, FE=gün yayının yarısı, FE-LE=dik asansiyon farkı (Şekil: 4).

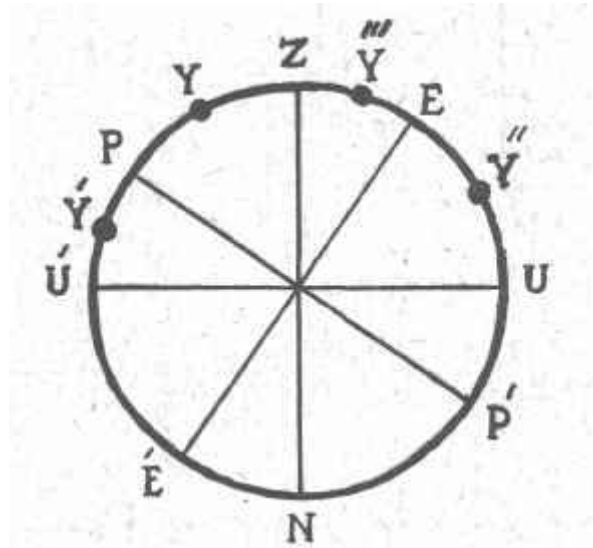
A-9b
A. 10a

Dördüncü bölüm deklinasyon ve meridyen yüksekliğinin enlem derecesi bakımından bilgisi ve bunun tersi hakkındadır. Ekinokslardan itibaren üç burç için ileri doğru ve dönencellerden itibaren üç burç için geriye doğru olmak üzere, cetvelin bölümleriyle güneşin derecesini doğu batı doğrusundan başlıyarak yayı ortaya koy. Deklinasyonun bölümlerinden burada olana bak. Bu, güneşin deklinasyonudur. Eğer kuzeyde ise bunu memleketin enleminin tamamına ilâve et, ve eğer güneyde ise çıkar. Meridyen yüksekliği elde edilir. Çıkarıldığında veya toplam 90 dereceden az olduğunda meridyen yüksekliği enlem yönünün aksi olur. Aksi takdirde ilâve edilen miktarın tamamı ile enlem yönünün aynı olur.

A. 10a
A. 10b

Rasatla meridyen yüksekliğinin bilgisine gelince, güneşi veya yıldızı meridyen dairesi üzerine gelinceye kadar bekle. Geçmişte olduğu gibi yüksekliğini al. Bu, onun meridyen yüksekliğidir. Meridyen yüksekliğinin yönüne gelince, aleti yönler üzerine yerleştir. Ekvator dairesinin çapı gölgelenecek şekilde yerine koy. Eğer ikinci yayına doğru eğilirse güneysel aksi takdirde kuzeyseldir. Eğer aynı yönde olduğunda, enlemi meridyen yüksekliğinin tamamı ile toplarsan, aksi yönde olduklarında onunla enlemin tamamının arasındaki farkı alırsan deklinasyon elde edilir, a) Eğer enlemi meridyen yüksekliğinin tamamı ile aynı yönde olduklarında toplar, b) ayrı yönde olduklarında farkını alırsan deklinasyon elde edilir. Eğer meridyen yüksekliği aynı yönde olursa, veya meridyen yüksekliği aksi yönde olduğunda enlemin tamamı ile toplanırsa deklinasyonun yönü memleketin enleminin yönü olur. Aksi takdirde enlemin yönüne zıt olur.¹⁸

¹⁸ Güneş veya yıldız kuzeyde Y'' de bulunuyorsa, $EY'' =$ güneşin veya yıldızın deklinasyonu. $Y''U =$ meridyen yüksekliği, $EU = 90 - \text{ç} - Y''U = 8$ (yıldızın veya güneşin). Bu durumda memleketin enleminin aksiyönde.



Şekil : 5

Deklinasyonun enlemden çıkarılmasına gelince, onun yolu ekvator dairesini geçmişte olduğu gibi aleti yönler üzerine yerleştirdikten sonra enlem kadar eğmek ve güneşin meridyen üzerine gelmesini beklemektir. Eğer ekvatorun gölgesi çapı üzerine düşerse deklinasyonu yoktur. Aksi takdirde kendisi çapını gölgelendirinciye kadar aşağı yukarı hareket ettir. Eğer yukarı doğru kaldırılırsa enlemler daire arasında bulunan meridyenin bölümleri kuzeysel deklinasyondur. Aksi takdirde güneysel. Ondan da derecesi öğrenilir. Bu alet üstünlükle temeyyüz etmiştir. Her şeyi bilen Tanrıdır.

A.10b
A. 11a

Beşinci bölüm vaktin azimutu ve yüksekliği hakkındadır. Aleti yönler üzerine yerleştir ve daireyi (alttaki dairenin) yüzü üzerine intibak ettir. Eğim dairesini gölgesi çapı üzerine gelinceye kadar hareket ettir. Eğim dairesinin ucu ile ekvatorun çapı arasında, batı ipliği yönündeki çevresi arasında kalan bölümlere bak. Bu vaktin azimutudur. Eğer çap üzerine gelirse azimutu yoktur. Öğleden öncede eğer artıyor ve sonrada kısalıyorsa güneyseldir. Aksi takdirde kuzeyseldir.

A. 10a
A. 11b

Onun yüksekliğine gelince, daireyi enlemler dairesine dikey yap. Üçüncü bölümde geçtiği gibi işlem tamamlanır ve azimutun yüksekliği elde edilir.

L. 3a
A. 3b
A. a

*

Altıncı bölüm azimutu olmayan yüksekliğin bilgisine dairdir. Onun yolu zaman zaman azimut kayboluncaya kadar gözlemektir. Bu anda güneşin yüksekliğini öğren. Bu azimutu olmayan yüksekliktir. Bu ancak güneşin kuzeysel burçta ve deklinasyonun enlemden fazla olmaması şartı ile olur. Eğer deklinasyon enlemden fazla olursa onun bulunması zor olur.

Diğer bir tarz: Ekvator dairesini enlemlerin ilki üzerine koy. Böylece o, azimutların başlangıç dairesi olur. Sonra aleti yönler üzerine yerleştir ve güneşi dairenin gölgesi çapı üzerine gelinceye kadar gözle. Bu andaki yüksekliğini bul. Bu istenilendir.

A. 12a
A. 12b

Yedinci bölüm doğunun ve batının açıklığının bilgisi hakkındadır. Aleti yönler üzerine yerleştir ve daireyi aletin yüzeyi üzerine koy. Güneşin doğuş ve batış anındaki vaktin azimutunu bul. Bu doğunun veya batının açıklığıdır.¹⁹ Bu ancak deklinasyon veya mesafe enlemin tamamından keza.yayın yarısından az olduğu durumlarda olur. Eğer kuzeysel enlemin tamamından daha az olacak kadar artarsa hiç doğmaz ve böylece (bir senelik) süre bir gece ve bir gündüz olur.

A. 12b
A. 13a

Sekizinci bölüm memleketin enleminin ve söz konusu edilen memlekette ekvator dairesinin yerleştirilmesinin bilgisi hakkındadır. Onun yolu güneşi

Kuzeysel ve Y'' de bulunuyorsa,
 $S = Y''E$, $Y''U$ =meridyen mesafesi,
 $y''U-(90-?)=Y''E$
 yönü memleketin enleminin yönü.
 Y de olursa,

$\delta = YE$, meridyen yüksekliği $=U'Y$, δ = meridyen yüksekliğinin tamamı (YZ) + memleketin enlemi (ZE), yönü memleketin enleminin yönü (Şekil: 5).

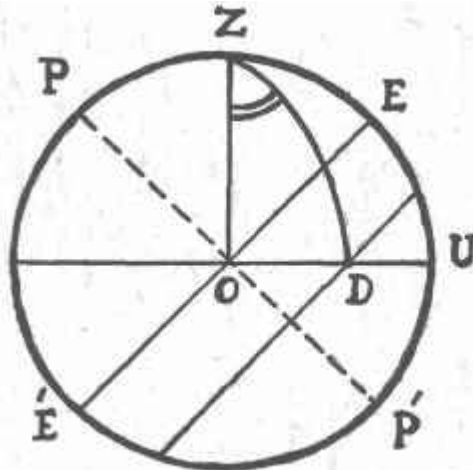
¹⁹ OD=doğunun açıklığı (Şekil: 6).

- Koç ve Terazi burcuna girerken gözlemektir. Aleti yönler üzerine yerleştir ve günün muayyen zamanında ekvator dairesini çevresi çapını gölgelendirinceye kadar eğ. Bir ibre veya ona benzer bir şeye oraya raptet. Enlem dairesinden onun eğilmiş olduğu kısma bak. Bu memleketin enleminin miktarıdır.
- A. 13a
A. 13b

Diğer bir tarz: Her hangi bir günde güneşin meridyen yüksekliğini deklinasyonunu ve her ikisinin yönlerini bul. Aynı yönde olduklarında topla, aksi yönde olduklarında farkını al. Sonra elde edilenle 90 arasındaki farkı bul. Bu memleketin enlemidir. Onu (ekvator dairesini) netice kadar eğ. İstenilen elde edilir. Her şeyi en iyi bilen Tanrıdır.

- Dokuzuncu bölüm öğle vakti, ikindi vakti, öğle ile ikindi arasındaki ekvator mesafesi ve ikindi ile gurup arasındaki ekvator mesafesinin bilgisine dairedir. Öğle vakti, güneşin gök ortası doğrusundan geçmesi ile bilinir. Bunun için aleti yönler üzerine yerleştir. Sonra eğim dairesini meridyen üzerine getir. Ekvator dairesini istediğin herhangi bir enlemde veya aletin yüzü üzerine intibak ettir veya dikey durumda bırak. Eğim dairesi, çapını gölgelendirinceye kadar bak. Bu durumda güneş gök ortası dairesi üzerindedir. Yıldızın gök ortasının çıkarılması da aynı tarzdadır. Eğer gölge ipliği yerine eğim dairesinin çapını ve çevresini korsan ve eğer ekvator dairesini enlemlerin başına yerleştirirsen ve eğer ekvatorun gölgesi de öğle vaktinin başlangıcında çapını gölgelendirirse 13'üncü bölümde ele alınacak işlemi tamamlarsın.
- L.3b
L. 4a
A. 13b
A. 14a
A. 14a
A. 14b

- ikindi vaktine gelince, 90 bölümlü cetvele veya yaya meridyen yüksekliğini dahil et. Onun hizasındaki ikindi yayını al. Sonra ekvator dairesini enlemlerin ilkinde dikey yap. Ucu ile güneşin cirmine hizala. Eğim dairesini güneş yönündeki ikindi yayı kadar kaldır. Geçmişte olduğu gibi eğim dairesi gölgeleninceye kadar bekle. Bu ikindi vaktidir. Bu vaktin meridyen mesafesi, öğle ile ikindi arasındaki ekvator mesafesi elde edilmiş olur. Bunu o (gün
- A. 14b
A. 15a



Şekil : 6

yayı) yayın yarısından çıkar. İkinci ile gurup arasındaki ekvator mesafesi kalır. Her şeyi bilen Tanrıdır.

Onuncu bölüm gök küresine (yani dik asansiyona) ve memlekete ait asansiyonun bilgisine dairdir.²⁰ Kuzeysel asansiyonun Oğlağın başından, memlekete aidolanın Koçun başından başladığını bil. Oğlak, Yengeç, Yay, İkizlerin asansiyonları 32° , Kova, Arslan, Boğa ve Akrep 30° Balık, Başak, Koç ve Terazinin 28° dir.²¹ Burçların bölümlerinin asansiyonlarını öğren. Bu, her burcun asansiyonunu çarpmak, onu dakika yapıp her dereceye ondan düşen miktarı elde etmektir. Sonra Oğlağın başından güneşin cirmine kadar olan asansiyonu topla öğlenin asansiyonu elde edilir. Sonra ondan gün yayının yarısını çıkar doğunun asansiyonu elde edilir. Ve eğer ona yayın yarısını ilâve edersen gurubun asansiyonunu elde edersin. Eğer gündün geçen miktarı doğuşun asansiyonuna ve geceden geçeni gurubun asansiyonuna ilâve edersen vaktin asansiyonunu elde edersin. Bu işlemle (asansiyonu bilinen) istediğin herhangi bir yıldızın aracılığı ile gezegen ve sabit yıldızların asansiyonu elde edilir.

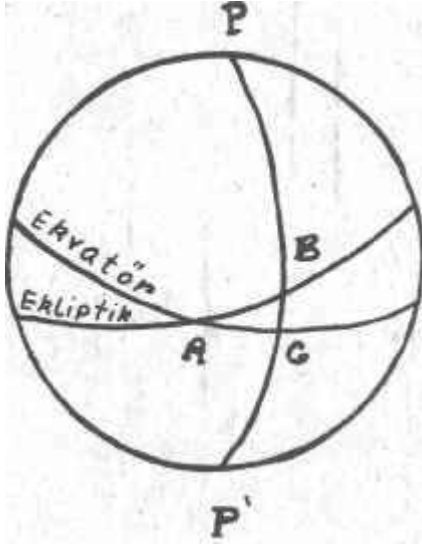
A. 15a
A. 15b

A. 15b. L.4a
A. 16a. L.4b

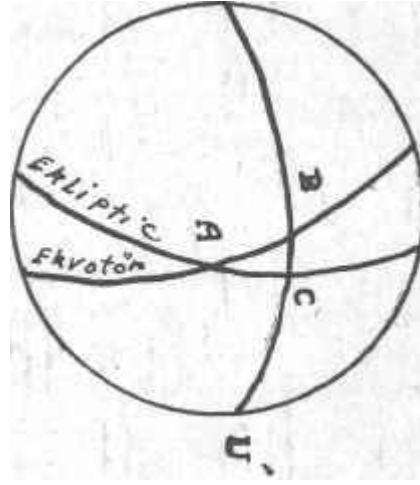
Onbirinci bölüm şafak ve fecrin miktarları hakkındadır. Deklinasyonu güneşin deklinasyonuna eşit veya yaklaşık olan ve aksi yönde, ay gibi her hangi bir yıldız bak. Doğarken veya batarken 16 derece oluncaya kadar rasat et. Sonra yükseklik dairesini *minkab* veya ona benzer bir şeyle öğren.

A. 16a
A. 16b

²⁰ Dik ufukta AC nin asansiyonu AB dir (Şekil: 7). UÜ ufukuna göre BA nın asansiyonu AC dir (Şekil: 8).



Şekil : 7



Şekil : 8

²¹ Bundan kastedilen 30 derecelik yaylara tekabül eden asansiyonun derecesidir. Meselâ Oğlağı misal olarak alalım, zira Oğlak dik asansiyonun başlangıç noktasıdır. Ekvatörden 30 derecelik bir yaya karşılık ekliptikten 32 derece geçer.

Ayda her yarım saat için yarım derece çıkardıktan sonra bu şafak miktarı olur. Eğer bunu 19 derecelik yükseklik için yaparsan fecrin miktarını elde edersin. Bu işlem bu aletten gayrisi ile ancak bir haftalık bir zaman için ortaya konabilir. Her ay bir defa çıkarılır ve fark esasa bölünürse, bu, bunun için kifayet eder. Eğer şafak miktarına daima 3 derece ilâve edersen yaklaşık olarak fecrin miktarını elde edersin. Her hangi bir günde güneş için yükseklik dairesini 16 ve 19 derece bulursan bu, derecenin karşısının miktarıdır. Her şeyi bilen Tanrıdır.

A- 16b

A. 17a

Onikinci bölüm güneşin keza yıldızın doğuş ve batış yeri hakkındadır. Güneşin veya yıldızın deklinasyonundan onun doğusunun veya batısının açıklığını bul. Sonra aleti yönler üzerine yerleştir. Ekvator dairesini aletin yüzeyi üzerine koy. Eğim dairesini güneysel olduğunda çeyreği üzerine aksi takdirde mukabil çeyrek üzerine açıklığın miktarı kadar getir. Sonra dairenin çevresi ve çapını gözünle nişanla. Ufuk dairesinden onun hizasına gelene bak. Bu güneş veya yıldızın doğuş veya batış yeridir. Bu işlem ile yeni ayın batış yeri bilinir.

A. 17a

A. 17b

Onüçüncü bölüm aletin meridyen üzerine yerleştirilmesi ve yıldızların onun üzerine gelmesinin bilgisi hakkındadır. Bu, bu aletin hususiyetlerindedir. Ekvator dairesini enlemlerin ilki üzerine getirerek dik. Sonra aleti o şekilde yerleştir ki (ekvator halkasının) doğu ve batı doğrusundan sapıncı asıl iki noktadan sapıncı kadar olsun. Bu durumda ekvator halkası meridyen dairesi olur. Bunu geçen herhangi bir yıldız hatta kuzeye yakın olanlar da *mutavassıt* olur, kutup yıldızı (Küçük Ayı kümesinden x) ve kutba yakın iki yıldız (Küçük Ayı yıldızlarından p ve y) ve diğerleri gibi.

A. 17b

A. 18a

Zenite yakın yıldızlarda olduğu gibi bu işlem zor olursa şakûlün yardımına müracaat edilir. Her şeyi bilen Tanrıdır.

Öndördüncü bölüm yıldız ve ayın deklinasyonunun bilgisine dairdir. Bu dahi bu aletin hususiyetlerindedir. Önceki bölümde söz konusu edildiği gibi ekvator dairesini meridyen dairesi yap. Sonra bak, eğer yıldız onun üzerinde bulunuyorsa yüksekliğini deklinasyon dairesi yardımını ile öğren. Bu meridyen yüksekliğidir. Eğer kuzeysel ise enleme onun tamamını ilâve et, eğer güneysel ise farkını al deklinasyon elde edilir. Yönüne gelince dördüncü bölümden öğrenilebilir. Aynı yönde olduklarında ayın enlemine eğimine ilâve eder zıt olduklarında farkını alırsan deklinasyonunu elde edersin. Yönü her ikisi aynı yönde olduklarında onların yönüdür. Aynı olduklarında büyüğünükine tabidir. Her şeyi bilen Tanrıdır.

A.18a

A. 18b

L. 4b

L. 5a

A. 18b

A. 19a

Onbeşinci bölüm daha kolay bir yolla yıldızların asansiyonunun hesabının bilgisine dairdir. Deklinasyon dairesini yıldız hizasına getir ve meridyen mesafesini öğren. Akabinde de diğer asansiyonu bilinen bir yıldızla çevir. İki meridyen mesafesi farkını bul. Eğer ikincisi doğusal ise bilinenin asansiyonuna ilâve et. Batisal ise çıkar. Bilinmiyenin asansiyonunu elde edersin.

Sonuç ayın aracılığı ile asansiyonu ve ondan ve yıldızlardan geçen ve kalan miktarın çıkarılmasının bilgisine dairdir. Bu makalenin sonudur. Yıldızın meridyen mesafesini çıkar, her saat için yarım derece ilâve et. Meridyen mesafesi elde edilir. Doğusal olduğunda aracının asansiyonuna ilâve et ve batısal olduğunda çıkar. Ayın aracılığının asansiyonu elde edilir.

A. 19a
A. 19b

Ondan ve yıldızdan geçen ve kalana gelince, meridyen mesafesini çıkar ve onu batısal olduğunda asansiyonuna ilâve et ve doğusal olduğunda çıkar. Zamanın asansiyonu elde edilir. Eğer onu doğuşun asansiyonundan çıkarırsan ondan kalan elde edilir. Bu aynı zamanda yıldızların meridyen mesafesiyle de hiç bir değişiklik yapmadan yapılabilir. Bu aletle çalışmak isteyen bir kişi için bu kadarı kifayet eder. Mamafih diğer işlemlerin de çıkarılması mümkündür. Güneş olmadığında ipliğin sapıncı gibi meseleler kuvvetli zihni faaliyetlere alışkın olan bir kimse için açıktır. Allah her şeyi ve en doğrusunu bilendir.

L- 5a
L. 5b
A. 19b
A 20a

"INTRODUCTION"

Risala fi Daire al-Muaddil of 'Iz al-Din Abd al-Aziz b. Muhammad al-Wafai¹ is presented here in its Arabic text with Turkish and English translations. Its critical edition has been prepared on the basis of the photographs of two manuscripts in Istanbul. One of them is in the library of Lâleli and is in the collection registered under 2726. There are omissions and the changes of the order of the chapters. Probably the difficulty of reading was due to its bad state of preservation.

The other manuscript is in Ayasofya and registered under 2626. It was well preserved and legible and illustrated. The text contains some Arabic errors. The mistakes of the spelling of the technical terms as *مسطر* written *مصطر* and *دائرة*, *دائر* give the impression that the copyist was not acquainted with the astronomy.

Before this text I have prepared *Risala al-Mufassal fi'l-Amali bi Nisf Daire al-Muaddil* with Turkish and English translations of Muhammad İbn Ebi'l-Fath al-Şufi² who had lived 25 years after Wafai. These two texts are almost identical for they give the description of the same instrument, therefore, it is useless to publish Şufi's text.

This article is composed of an introduction, 15 chapters and a conclusion. In the introduction the description of the instrument is given. The uses of the instrument are mentioned in the chapters and in the conclusion. These are the direction of *Mecca*, distance to the meridian, arc of the daylight and the

¹ C Brockelmann, *Geschichte der arabischen litteratur*. Supplementband Leiden 1938, P. 160; H. Suter, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke*, Leipzig 1900, P. 117.

² H. Suter, P. 185.

night, half the arc of the equation of the daylight, altitude, culmination, latitude of the country, azimuth, occidental and oriental amplitude, right and oblique ascensions.

The instrument composed of a semicircle of the horizon, a semicircle of the equator, semicirclet of declinations and a quadrant of latitudes. The horizon and the equator are hinged so that the semicircle of the equator may be put in any desired positions. The semicirclet, at the end of an alidade, turns on the center of the equator. This semicirclet used as a pinnule is splited sometimes through its diameter for facility in observation. For the semicircle of the equator is not fixed the instrument can be used in every latitude and for other works. If the semicircle of the equator is shut the instrument becomes an azimuthal semicircle used to observe the azimuths of the heavenly bodies. If the semicircle of the equator is put in a position that it may be perpendicular to the surface of the horizon in this case it is used to observe the altitudes. If it makes an angle equal to the latitude of the country it represents the equator and is used to observe the declinations of the stars and the sun.

The possibility of making the observations according to more than one coordinate system is the principal of this instrument.

Jabir b. Aflah³ (12th Century) after describing Ptolemy's *triguetrum* in the fifth chapter of his book, *Islah al Magisty*, gives an explanation of an instrument that he himself invented. This instrument which represents all the three coordinate systems is the predecessor of *torquetum* (*Türkengerat*) means the observational instrument of the Turks. Any satisfactory explanation is not given for *Türkengerât*. Some of the writers say that this name of this instrument indicates that it was learned from or used in Turkish circles. They think that *dhât al-semt we'l irtifa* and *dhât al-rub'eyn* were the *torquetums*. Both could be used altitudinal and azimuthal observations which were the most important characteristic of *torquetum*. Above all, I must make a remark here that this is not the essential characteristic of *torquetum*. As a result *dhât al-semt we'l irtifa* and *dhât al-rub'eyn* which were very popular during the fourteenth, fifteenth and sixteenth Centuries can not be *torquetums*. In my PH. thesis I have also studied this instrument thus suggesting the question of a possible Turkish influence. I have answered

³ G. Sarton, *Introduction to the History of Science*, Vol. II, Part I. Washington 1931, P. 206.

⁴ A. Sayılı, *The Wâjidiyya Madrasa of Kütahya, A Turkish Medieval Observatory? Belleten*, Series VII, No. 38 Ankara 1960 P. 675; N. Hartmann *Die astronomischen Instrumente des Kardinals Nicolaus Cusanus*, Berlin 1919, P. 13; Sarton, Vol. II, Part II, P. P. 1005; R. T. Gunther, *Early Science in Oxford*, Vol II, Oxford 1923, P. 154; L. Thorndike, *Franco de Polonia and the Turquet, his*, Vol. 36, Part I, 1945, pp. 6-7; E. Zinner, *Geschichte der Sternkunde*. Berlin 1931 P. 394; S. Tekeli, *Nasirüddin Takiyüddin ve Tycho Brahe'nin Rasat Aletlerinin Mukayesesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, Vol. 16, Part 16, 1958, pp. 337-42.

this question in negative because of not finding, in Turkish circles, an instrument which has more than one coordinate systems.

I met by chance the description of an unknown construction of an instrument as I studied this text. Equatorial armillae (Daira al-Muaddil) used widely in eastern islam in the fourteenth, fifteenth and sixteenth Centuries, has the characteristic of the *torquetum*.

If we look at the astronomical problems solved by using this instrument are identical with the problems solved by equatorial armillae.⁵ Then the *torquetum* used by Franco in 1284 had only two coordinates, the horizon and the equator.⁶ As the ecliptic is not fixed, adding this plane needs very complicated mechanism, as a matter of fact, the plane, of the ecliptic was added later. But in this position the instrument can not be used for precise observations. Tycho Brahe's criticism is very interesting in this respect. He says, "The other is called the torquetum, an instrument which in my opinion was invented by the Arabians or Chaldeans, and used by them with its circular plane surfaces it serves the same purposes as the former with its armillae. I have not yet wished to construct the torquetum, because, if it is to have the required size, it will be oppressed by its own weight and be difficult to handle it."⁷

These two instruments have other similarities. For example they are portable instruments and they do not belong to the group named *observational instruments* constructed in large size and give the precise observations.

EQUATORIAL ARMILLA

In the name of Allah, the Compassionate the Merciful.

Iz al-Din Abd al-Aziz b. Muhammad al-Wafai, the leader of the scientists, the muwaqqit of Muyidi Mosque, may God bless him and admit him to his Paradise, said:

Thanks and glory be to God "who made the sun revolve to be at rest"⁸ and "who prearranged the mansions for the moon".⁹ "The sun is not allowed to overtake the moon."¹⁰ The moon is not always full-moon "which daily wanes and at the end appears like the dried up stems in a date gluster."

⁵ Apianus, *Astronomicus Caesareum*, Ingolstad 1540, pp. 202-203.

⁶ Gunther, P. 35.

⁷ Tycho Brahe, *Tycho Brahe's description of his scientific work given in Astronomide Instauratae Mechanica* (Wandersburgi 1598), Edited and translated by Hans Reider Elis Strömngren and Bent Strömngren, Kobenhavn 1946, P. 53.

⁸ The Koran, Ya Sin.

⁹ The Koran, Jonah.

¹⁰ The Koran, Ya Sin.

¹¹ The Koran, Jonah.

"Its course is laid for it by the Mighty One, the Ali Knowing"¹² that they may compute the years."¹³

Prayers be to Muhammad who cleft the moon in two with his finger. The Earth shone by the glory of his ascension. The prayers be to his family and to his companions who are perfect and excellent.

My friends requested me for preparing a book about an instrument that I gave the name of equatorial armilla. I carried out their desire. May God facilitate the usage of the book for the one who has or has an opportunity to see it.

A. 2a

A. 2b

I planned this article an introduction, 15 chapters and a conclusion. Introduction is devoted to the knowledge of the description of the instrument. We can say that it is as a whole a wooden semicircle, solid or hollow. There is a socket for a needle on the center, around which the directions of *Mecca* are marked on a circle folded like a semicircle. The directions of *Mecca* of the countries are opposite each other. The arcs of *asr* and the arcs of declinations are marked on the surface of the instrument. On the diameter, there is a table divided into 90 th and on its two flanks, there are other two tables. One of them is for the declinations and the other is for the altitudes of *asr*. There is a brass semicircle divided into 180 equal parts. This is the visible part of the equator, perpendicular to the quadrant of the latitudes, an arc of the meridian divided into 60th equal parts. By means of notches the equator can be put in opposition so that its inclination may be equal to the latitude of the country. It can be fastened there with a needle or something else.

A. 2b

A. 3a

A. 3a. 3b

A. 3b. 4a

A. 4a

A. 4b

If a country has no latitude it is raised to the first notch, and if the latitude is 90^0 , it covers the circle under it. A cirlet called declination circle turns on the center of the circle of the equator to get the result. This cirlet is split along its diameter in order that the beams of the sun may pass or the body of the star may be seen through it. This is the best way.

As for the rolling-pin and the hinge for the circles, they are known, the thread and the plummet too. Help is from the God. Its sketch is completed.

A. 4b

A. 5a

The first chapter is about setting the instrument on its place and marking the directions of *Mecca* and other works. The content of this chapter can not be known by the other instruments as the *astrolabe* and the *quadrant* unless after great difficulties and numerous premisses. You can get it easily with this instrument without all these premisses. By suspending the plummet and making it to coincide with the straight line drawn on the flank of the solid circle place the instrument so that the surface of the instrument represents the horizon. Then, move the instrument very gently until the sharp edge of the needle comes in front of the point which its deviation from the point of the south is seven degrees. In this manner the instrument is to be

A. 5a

A. 5b

¹³ The Koran, Ya Sin.

placed on the directions. Every direction north, south, east and west is in front of their correspondences and every direction of *Mecca* is put on its azimuth.

Remark: If the azimuth of the country which is intended is not marked on the instrument, learn its azimuth from the azimuthal table. The quadrant on which the country is, must be taken into consideration. That place is the direction of *Mecca*. If you want the determination of the mark set up for the direction of *Mecca*, place the instrument on directions as afore mentioned and shut the circle of the equator. Afterwards place the declination circle on the wanted azimuth if it is placed. Otherwise if the azimuth of *Kiblah* is greater than the azimuth of your country put it on the azimuth of *Kiblah* beginning to count from the east otherwise from the west. In this way the circle is placed on the azimuth of *Caaba*.

A. 5b
A. 6a

The second chapter is devoted to the knowledge of deducing the distance to the meridian, the half the arc of the daylight and the half the arc of the equation (of the daylight). Place the instrument on the directions as afore mentioned. Put the declination circle in a position that its inclination must be equal to the latitude of your country. Fasten it there with a needle or something else. Afterwards move the declination circle until its shadow conceals its diameter or if it is split, the beams of the sun pass through its diameter. Then look at the parts of the equator between its edge and the meridian. This is the distance to meridian. If it dwindles away it is the remainder to the *zeval*; if it exceeds it is past from it. At the end of this article the explanation of the whole from the point of latitudes and longitudes of the countries will come.¹⁴

A. 6a
A. 6b

A. 6b
A. 7a
L. 2a
L. 2b

Remark: When the edge of the alidade happens to be out of the (half) circle place the edge of the declination circle on a quadrant directly opposite to the sun. Then look at the arc between the edge of the alidade and the side of the diameter that is to say diameter of the equator. Add it to 90. The result is the distance to the meridian. it is a delicate mark.¹⁵

Another remark: If the sun can not be seen, put the diameter of the declination circle instead of one of the threads of the shadow. The work is completed as afore mentioned by directing it in the right course as in the case of the star and placing your eye opposite to it. in the same way the distance to the meridian is calculated.

A. 7a
A. 7b

Learn! this instrument is distinguished from others. it is not necessary to take altitudes and declinations of the sun for calculating the distances to the meridian, right ascension and its azimuth. If the distance to the meridian obtained from an altitudinal instrument is an hour or less, then it can not be recorded accurately with it. If it is calculated with this instrument

A. 7b
A. 8a

¹⁴ If \hat{I} is in the oriental quadrant $\hat{I}E$ is the distance of the meridian for the *zeval*, if it is in the Occidental quadrant it is the past from the *zeval* (Figure : 1).

¹⁵ $L'U'+90 = \text{distance to the meridian}$ (Figure: 2).

and the distance to the meridian is a degree or a part of a degree it is possible to verify it. Suffices you during the sunrise.

A. 8a
A. 8b

As for the knowledge of half the arc of the day, turn the declination untill it sits opposite to the sun during the setting or the rising, in order, to make it easy. Look at the circle of the equator between the edge of the alidade and the meridian. If you are in the south that is to say southern zodiac, this is half the arc of the daylight or else, do this on the opposite direction and look between the edge of the alidade and the side of the diameter of the equator. This is the excess of the half the arc of the daylight. Add it to 90, half the arc of the daylight is obtained. Subtract it from 180, the half the arc of the night is always obtained.¹⁶ As it is difficult to set in opposition during the setting and the rising, learn the distance to the meridian while very near to the horizon and add to it the part from the rising of the remainder to the setting. That which is wanted, is obtained by using a *Minkab* or something else. If you subtract the distance to the meridian from half the arc the result is the right ascension. This is the part from the rising, if you are before the *zeval* or else is the remainder to the setting.¹⁷

A. 8b
A. 9a

The third chapter is about the knowledge of the altitudes of the sun and the stars. The way of doing it is putting the surface of the circle of the equator on the first of the latitudes and making the altitudinal circle -with its side- to sit opposite to the body of the sun. Move the declination circle untill it casts the shadow on its diameter or the beams of the sun pass through the split. Look at the circumference of the equator which is between its edge and the diameter of the circle namely equator. This is the altitude of the sun.

A. 9a
A. 9b

Now we come to the knowledge of the altitude of the star as aforementioned. Afterwards move the declination circle untill the star is seen on the plane of it. The division which comes in a line with its edge is the altitude of the star. Thus altitude of the sun is measured. God knows everything.

L. 2b
L. 3a

The fourth chapter is about the knowledge of the declination and the culmination in proportion to the degree of the latitudes, and its inversion. Include the degrees of the sun beginning from the east -west line for three signs from the equinoxes in the sequel and for the three signs from the solstices in the reverse. Look at the parts of the declination. This is the declination of the sun. Add it to the complement of the latitude of your country while it is northern and subtract while it is southern. Culmination

A. 9b
A. 10a

¹⁶ If the sun is in the southern zodiac, namely its declination is southern, KF is the half arc of the daylight. If its declination is northern F'K' is the half arc of the daylight. For the instrument is not a complete circle, F'O is obtained and OK' is added to it. $180 - F'K' =$ half arc of the night (Figure: 3).

¹⁷ LE = distance to the meridian.

FE = half arc of the daylight.

FE - LE = right ascension (Figure: 4).

is obtained. If it is subtracted it is contrary to the direction of the latitude, or else the complement of the supplement is conformable.

As for the knowledge of the culmination by means of observations, watch the sun or the star until it comes on the meridian. Afterwards get the altitude as afore mentioned. This is the culmination.

A. 10a
A. 10b

As for the direction of the culmination, place the instrument on the directions. Raise the declination circle until it casts the shadow on its diameter. If it inclines towards the altitudinal arc its direction is southern or else northern. If you add latitude to the complement of it, if they are contrary, the declination is obtained.

The direction of the declination is conformable to the latitude of the country if the culmination conformable or contrary.¹⁸

Now we come to the knowledge of the declination in proportion to the degrees of the latitude. The way of doing it is to incline the circle of the equator making an angle equal to the latitude. After putting the instrument into the proper position as afore mentioned, wait until the sun comes to the meridian. Look, if the shadow of the circle of the equator conceals its diameter there is no declination or else, raise the circle or lower it, until it casts shadow over itself. The division of the meridian between its place and the latitude is the declination. If it is raised it is northern or else it is southern. This instrument is distinguished being superior to others.

A. 10b
A. 10a

The fifth chapter is about the knowledge of the azimuth of the time and its altitude. Set the instrument in proper position and shut the circle of the equator, move the declination circle until its shadow covers its diameter. Count the divisions of the circumference of the equator beginning from the western side. This is the azimuth of the time. If its edge happens to be on the diameter there is no azimuth. Then if the azimuth increases before *zeval* or it decreases after it it is southern. If it is in the reverse it is northern.

A. 11a
A. 11b

As for its altitude, erect the circle to the first of the latitudes. The work is completed as afore mentioned in the third chapter and the altitude of the azimuth is obtained.

A.11b
A. 12a

The sixth chapter is about the knowledge of the altitude which has no azimuth. The way of doing it is to watch the azimuth until it

¹⁸ If the sun or the star is at Y" and northern,
EY"=declination of the sun or the star,
Y"U = culmination, EU = 90, 90- Y" U = δ (sun or the star), In this position it is contrary to the latitude of the country. If it is at Y".

$\delta = Y''E$, $Y''U = \text{distance to the meridian}$.

If it is at Y

$\delta = YE$, culmination = UY

$\delta = \text{complement of culmination (YZ) + latitude of the country (ZE)}$. Its direction is the direction of the latitude of the country (Figure: 5).

disappears. At that time learn the latitude of the sun. This is the altitude without any azimuth. This position happens only when the sun is in the northern zodiac and the declination of the sun is not greater than the latitude of the country. If it is greater it is difficult to get the result.

Another method: Raise the circle of the equator to the beginning of the latitudes. in this position it represents the first circle of the azimuths. Afterwards set the instrument on directions, watch the sun until the circle casts its shadow on its diameter. Learn the altitude of the sun at that time. This" is required.

A. 12a
A. 1 ab

The seventh chapter is about the knowledge of the oriental and Occidental amplitude. Set the instrument on the directions, set the circle of the equator, learn the azimuth of the time during the rising and the setting of the sun. This is the oriental or occidental amplitude of the sun.¹⁹ It happens only if the declination of the sun is less than the complement of the latitude and the half of the arc too. If the northern declination increases the sun becomes circumpolar and if the southern declination increases until it becomes less than the complement of the latitude, the sun does not rise and the time (equal to a year) is a night and a daylight.

A. 12b
A. 13a

The eighth chapter is about the knowledge of the latitude of the country and placing the circle of the equator of the supposed country. The way of doing it is to observe the sun when it enters into the Vernal equinox. Place the instrument on the directions, incline the circle of the equator until the shadow of its circumference conceals its diameter on a certain time of the day. Fasten there with a needle or something else. Look at the inclination of the circle. This is the latitude of the country.

A. 13a
A. 13b

Another method: Learn the culmination of the sun on a certain day also its declination and their directions. If they are on the same direction add up if in the reverse take the difference. Then, learn the difference between 90 and the result. This is the latitude of the country. incline the circle with an angle equal to the result. This is the required position of the equator of the country. God knows everything.

L-3b
L. 4a
A. 13b
A. 14a

The ninth chapter is about the knowledge of the time of *zahr* and *asr* and their altitudes, the right ascension between *zahr* and *asr* and the setting. The time of *zahr* is known by passing of the sun the meridian. For that, place the instrument on the directions, then, set the declination circle on the meridian. You may shut or erect or incline the circle of the equator. Look, when the shadow of the circle conceals its diameter the sun is on the meridian at this moment. Thus the time of the mediation of the star is deduced if the diameter and the circumference of the declination circle is put instead of the thread of the shadow and the circle of the equator is put on the beginning of the latitudes. The work is completed as it is going to be mentioned on the

¹⁹ OD = oriental amplitude (Figure : 6).

the 13th chapter. The shadow of the circle of the equator always conceals its diameter at the beginning of the time of *zeval*.

As for the time of *asr*, take the level of the culmination in the *asr table*. What is found, is the altitude of *asr*, then, erect the circle of the equator and arrange the body of sun and the flank of the circle that they become in a line. Raise the declination circle making an angle equal to the *asr* and wait for the sun till its declination circle becomes shady as afore mentioned. This is the time of *asr*. If you learn the right ascension of this arc right ascension between *zahr* and *asr* is obtained. Subtract it from half the arc of daylight, the right ascension between *asr* and setting remains.

A. 14b

A. 15a

The tenth chapter is about the knowledge of the right and oblique ascensions.²⁰ You must learn that right ascension begins from the Summer solstice and the oblique ascension from the Spring equinox. Right ascension of each Capricorn, Cancer, and Sagittarius, Gemini is 32 degrees and Aquarius, Leo, Taurus, Scorpio is 30 degrees, Pisces, Virgo, Aries, Libra is 28 degrees.²¹ Also learn the right ascension of the zodiac for each degree. The way of doing it is to multiply the number of the signs to the quantity of the right ascension and to chance it into the minutes and to obtain what belongs to every degree of the zodiac. Then add the right ascension beginning from the Capricorn to the body of the sun, the right ascension of *zeval* is obtained. Afterwards subtract half the arc of the daylight from it. The result is the right ascension of the sunrise.

A. 15a

A. 15b

A. 15b. L. 4a

A.. 16a. L. 4b

If you add half the arc of the daylight to it, you get the right ascension of the sun. If you add the part from the right ascension of the sunrise and the part from the night to the right ascension of the sunset, you get the right ascension of the time. By using this method, the right ascension of mediation (tavassut) of any star you want-it may be a planet or a fixed star-is deduced.

The eleventh chapter is about the knowledge of the portions of the evening and morning twilight. Look at any star which its declination is equal or nearly equal to the declination of the sun and they must, like the moon at night, be in opposition. Observe its altitude by using *minkab* or something else until it becomes 16 degrees from the east or from the west. This will be the portion of the morning twilight. If the moon is observed subtract half a degree for each hour approximately. This work can not be done without this instrument except *usbug*. If you obtain once the result for every month and divide it to its base. That will be enough for this activity. If you add 3 degrees to the portion of the morning twilight you always get the portion of the evening twilight approximately. If you know that the altitudes are 16° and 19° on a certain day, these are the portions of morning and the evening twilight for the opposite of these degrees. God knows everything.

A. 16a

A. 16b

A. 16b

A. 17a

²⁰ In the right horizon the ascension of AC is AB.

According to the horizon of U U the ascension of BA is AC (Figure: 7 and 8).

²¹ These are the ascensions proportional to signs of the zodiac.

The twelfth chapter is about the knowledge of the place of the sunrise and the sunset and the stars too. Learn the Occidental amplitude from the declination of the sun or the stars. Then set the instrument on directions. Shut the circle of the equator and set the declination circle, on the amount of the amplitude. If it is southern it must be on its quadrant, unless on the opposite. Then look at what is in front of it from the circle of the horizon. This is the place of the sunrise or the stars or the sunset. By using this method the place of Crescent-set can be learned. God knows everthing.

A. 17a
A. 17b

The thirteenth chapter is about setting the instrument on the meridian line and observing the stars while they are on the plane of the meridian. This is the peculiarity of this instrument. Erect the circle of the equator to the beginning of the latitudes. Then arrange the instrument so that its deviation from the east-west line be equal to the deviation of the meridian. in this position the circle of the equator represents the circle of the meridian. A certain southern or northern star passes by it, this star is called *mutavassit*, including the stars like Polstar (a) the two stars near the Pol (B and y) and the others. it is difficult to obtain the result as in the case of the stars near the zenith then plummet comes into the play. God knowvs everything.

A. 17b
A. 18a

The fourteenth chapter is about the knowledge of the declination of the star and the moon. This is also the peculiarity of this instrument. Arrange the circle of the equator so that it represents the meridian as in the previous chapter. Look, if the star is mediator (*mutavassit*) learn its altitude by üsing the declination circle. This is the culmination. If it is northern add the latitude to the compliment of the culmination and if it is southern take the difference between the complement of the latitude and the culmination. The result is the declination.

L. 4b
L. 5a

As for its direction, learn it from the fourth chapter. If you add the latitude of the moon to the declination of its degree if they are comformable and take the difference if they are contrary, the declination is obtained. its direction is the direction of them when they are comformable or, else, it depends on the greater.

A. 18b
A. 19a

The fifteenth chapter is about the knowledge of the calculation of the ascension of the stars by means of a very plane method. Equilibrate the star on the declination circle and learn its distance to the meridian, then immediately equilibrate another star which its ascension is known. Learn the difference between them, and add it to the ascension of the known if second is eastern and subtract it if it is western. The ascension of the unknowvn is obtained.

A. 19a
A. 19b

The conclusion is about the knowledge of the calculation of the ascension of the mediation (*tavassut*) of the moon, the past and the remainder of it and the stars. This is the conclusion of the text. Observe the distance to the meridian of the moon and add half of the degree for each hour. The distance to the meridian is obtained. If it is eastern add it to the ascension of

the mediation and subtract it if it is western. The ascension of the mediation of the moon is obtained.

As for the past and the remainder of it and the star, deduce its distance to the meridian and add it to its ascension when it is western and subtract it from its ascension if it is eastern. The ascension of the time is obtained. Subtract from them the ascension of setting. What is past from the night is obtained. If you subtract it from the ascension of the rising what is remained from it is obtained. it can be done by the aid of the distance to the meridian of the star too without any modifications. So much is enough for the one who wants to work with this instrument. Nevertheless it is possible to deduce some other works deviation of the strings when the weather is cloudy and so on. These are obvious for the one who is akin to the practice of good works and prayers. God knows everything.

L. 5a

L.5b

A. 19b

A. 20a

رسالة في دائرة المعدل

بسم الله الرحمن الرحيم « قال الشيخ الامام العالم الفاضل عز الدين عبدالعزيز بن محمد الوفاي سُوقِيَتِ بِالْجَامِعِ الْمُوَيْدِيِّ تَغَمَّدَهُ اللهُ بِرَحْمَتِهِ وَاسْكَنَهُ فِي فُسَيْحٍ جَنَّتِهِ »¹.

الحمد لله الذي جعل « الشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا »² والقمر « قَدَّرَهُ مَنَازِلَ »³ في مسيره " « لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ »⁴ ولا البدر دائم بشكله عند النظر « حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ »⁵ « ذَلِكَ تَمَقُّدِيرٌ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ »⁶ « لِيَتَعَلَّمُوا عِنْدَ السَّيِّئِينَ وَالْحَسَابِ »⁷ وهو اعلم بالصواب⁸ والصلاة على محمد الذي انشق القمر باصبعه وشرقت الارض من نور مطلقه وعلى آله الذين⁹ لازوال لشموسهم الشاملة وعلى صحبه الذين¹⁰ لا هال لبذورهم الكاملة.

A. 1 b
A. 2 a

وبعد¹¹ فقد ساء لى اصداقائى فى عمل كتاب¹² على الآلة¹³ التى سميتها بدائرة المعدل فاجيبته الى سوالها¹⁴ واسال الله ان يرفع بها¹⁵ قاريها والناظر فيها انه على ما يشاء قدير¹⁶ وقد رتبها على مقدمة وخمسة عشر باباً وخاتمة ا.

A. 2 a
A. 2 b

فالمقدمة فى صفة¹⁷ الآلة وكيفية رسومها فاقول جملة الآلة نصف دائرة خشب « مجسمة او مجوفة »¹⁸ موضوع فى وسطها بيت لبرة وحولها الجهات الاربع ومحارب البلاد على¹⁹ الدائرة و « قد يوضع المحارب فى دائرة مطوية على شكل نصف دائرة ومحاربها ومتقابلة ويوضع قوس العصر والميل عليها »²⁰ وفى قطرها مسطرة²¹ تسعينية وعن جنبها مسطرتين²² احدهما للميل والاخرى لارتفاع العصر « وهو كهذه الصورة »²³ Şekil IX.

A. 2 b
A. 3 a

¹ A. yok. ² فسح. ³ L. « » yok. ⁴ Yasin Suresi.
⁵ Yunus Suresi. ⁶ A. L. ها. ⁷ Yasin Suresi. ⁸ المرعون
eğri salkım çöpü demektir. bak. Hak dini Kur'an dili. cilt 5. S. 4031.
⁹ Yasin Suresi. ¹⁰ Yasin Suresi. ¹¹ Yunus Suresi.
¹² الذى مم. ¹³ آلة التى. ¹⁴ A. yok. ¹⁵ L. yok. ¹⁶ اما بعد حمد الله والصلاة على رسول محمد. ¹⁷ L. yok.
¹⁸ L. yok. ¹⁹ رساله. ²⁰ L. yok. ²¹ L. yok. ²² L. yok. ²³ L. yok. ²⁴ A. « » yok. ²⁵ A. « » yok. ²⁶ A. « » yok. ²⁷ مصطرة.
²⁸ A. « » yok. ²⁹ L. « » yok.

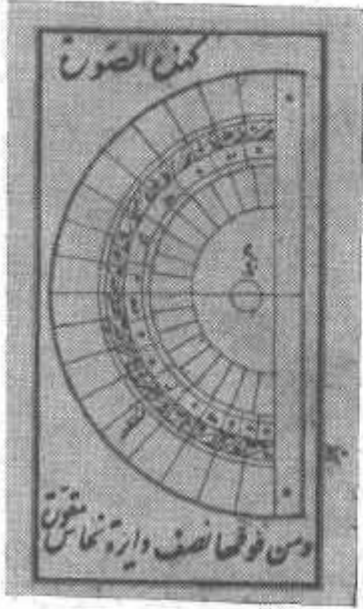
وَمِنْ فَوْقِهَا نِصْفُ دَائِرَةِ نِخَاسٍ مُقَوَّرَةٍ² | مَقْسُومَةٌ تَفَاقِصًا³ مِثْلًا مِثْلًا
وَهِيَ النِّصْفُ الظَّاهِرُ مِنْ دَائِرَةِ مَعْدَلِ النَّهَارِ⁴ عَلَى هَذِهِ الصُّورَةِ « Şekil X »⁵.

A. 3 a

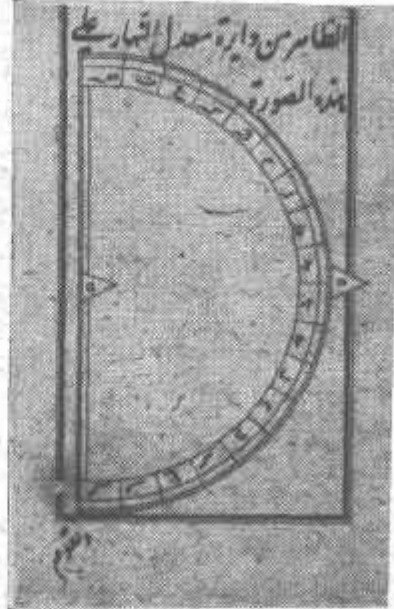
A. 3 b

A. 3 b

A. 4 a



Şekil IX



Şekil X

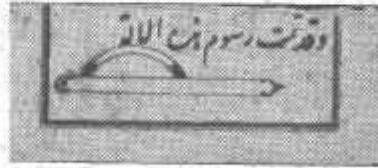
وتقوم هذه الدائرة على ربع العروض⁴ وهو « عروض البلاد وقطعة »³ قوس
من دائرة نصف النهار مقسوم⁵ من قسماً متساوية بانخاش تميل عليه في كل بلد بقدر
عرضه⁶ وتثبت هناك بآلة أو⁷ نحوها. فإذا كان البلد لا عرض له نصبت على أول
الانخاش وإذا كان العرض من انطبقت على⁸ ما تحتها وهو على هذه الصورة « Şekil XI ».

A. 4 a

A. 4 b



Şekil XI



Şekil XII

¹ وقد توضع الخاريط في دائرة مطوية على شكل نصف دائرة ومحاربيها مقابلة وهي L. ² مقوية. L. ³ « yok. »
اليق ويوضع قوس العصر والميل عليها.
⁴ L. yok. ⁵ L. « yok. » ⁶ L. yok.
⁷ A. ⁸ L. « yok. » و. L. ⁹ L. « yok. » او من جهة اخرى على اسم ذلك البلدان ان كان A.

وعلى دائرة المعدل نصف دائرة اخرى صغيرة وسميتها دائرة الميل تدور على مركزها لاجراج الاعمال وقد تكون مشقوقة ليرى منها شعاع الشمس وجرم الكواكب¹ وهي اولى « وهو على هذه الصورة »² Şekil XII.

« واما المحور والفرس الماسكة للدائرة فعلومان وكذا الخيط والشاقول³ »
وقدمت رسوم هذه الالة | « بالله المستعان »⁴.

L. 1 b. A. 4 b
L. 2 a. A. 5 a

الباب الاول في كيفية اقمعاد الآلة على الجهات ونصب القبلة « وساير الاعمال »⁵
وهذا الباب لا يعرف بغير هذه الآلة كالاصطرلاب وربع الدائرة واولاً بعدد كلفة ومقدمات كثيرة. ومعرفة بهذه الآلة في غاية السهولة مع الغنية عن جميع تلك المقدمات. وضع الآلة بحيث تكون موازية لسطح الافق بان تعلق الشاقول في الخيط وتجمعه مطابقاً لخيط القائم المرسوم⁶ | في محيط الدائرة المجسمة. ثم حرك الآلة بلطف الى ان يرى طرف الابرة الرقيق⁷ على محاذات النقطة التي انحرافها عن نقطة الجنوب الى جهة المغرب بسبع درجات. فتكون الآلة موضوعة على الجهات وكل جهة من « المشرق والمغرب »⁸ والجنوب والشمال متسامتة لنظيرتها من الفلك وكل محراب موضع على سمتة.

A. 5 a
A. 5 b

تنبية فان كان البلد المطلوب سمتة ليس موضوعاً فاعرف سمتة من جدولہ عد به⁹ من الربع الذي هو فيه فهناك يكون محرابه فان¹⁰ اردت تعيين¹¹ نصب المحراب فضع الآلة على الجهات كما تقدم واطبق الدائرة ثم ضع دائرة الميل على محراب البلد المطلوب ان كان موضوعاً واولاً فعلى مقدار سمت¹² القبلة من المحيط بقدره من جهة المشرق ان كانت سمت¹³ مكة اطول من سمت¹⁴ بلدك واولاً فمن جهة المغرب فتكون الدائرة منصوبة على سمت¹⁵ الكعبة.

A. 5 b
A. 6 a

الباب الثاني في معرفة اجراج الماضي والباقي ونصف قوس | النهار ونصف التعديل اقمعد الآلة على الجهات كما تقدم وميل دائرة المعدل بقدر عرض¹⁶ بلدك من اجزاء قوس العروض وثبتها هناك بابرة او¹⁷ نحوها ثم ادر دائرة الميل الى

A. 6 a
A. 6 b

¹ L. الكواكب . ² L. « yok . ³ yok الكواكب .

⁴ A. « yok .

⁵ L. diye yazılı الاعتماد بدل الانعال esasen haşiyede افعال .

⁶ L. « yok . ⁷ A. مقسمة . ⁸ L. المرتسم . ⁹ L. ترى . ¹⁰ A. را . ¹¹ A. « yok .

¹² A. عدله . ¹³ L. الشرق والمغرب .

¹⁴ L. « yok . ¹⁵ L. yok . ¹⁶ A. yok . ¹⁷ L. yok . ¹⁸ A. yok .

¹⁹ L. و . ²⁰ A. fazla . او من الجهة الاخرى على اسم البلدان كان . ²¹ A. العروض .

ان يستر ظلها قطرها « فان » كانت مشقوقة فحيث ينفذ شعاع الشمس من محيطها إلى قطرها ¹ وانظر حينئذٍ ما ² بين حرفها وخط نصف النهار من اجزاء دائرة المعدل فهو فضل الدائر وهو الباقي للزوال ان تناقص والماضي منه ان تزايد وسيأتي في آخر الرسالة ذكر جملة من عروض البلدان | واطوالها.

A. 6 b

A. 7 a

L. 2 a

L. 2 b

تنبيه متى وقع حرف العصادة تحت قطر دائرة المعدل فيما إذا كان فضل الدائر أكثر من ص فاجعل دائرة الميل من خلاف جهة الشمس وساتر ثم انظر ما بين حرف العصادة وطرف القطر « اي قطر دائرة المعدل » زده ³ ص فما بلغ فهو فضل الدائر وهذه نكته لطيفة.

تنبيه | اخرى متى كانت الشمس لا شعاع لها فاقم قطر دائرة الميل ومحيطها مقام خيط اخذ ⁴ المسطرة وكمل العمل « كما تقدم بان » تعدلها كما تعدل الكوكب وتحاذيه ببصرك ⁵ هكذا استخراج فضل دائر الكوكب فاعلم ⁶ ان هذه الآلة تتميز عن غيرها من حيث انها لا تحتاج في استخراج الدائر وفضله وسمته إلى اخذ الارتفاع ولا إلى درجة الشمس واذا كان فضل الدائر من آلات الارتفاعية ساعة ⁷ فما دونها فلا يكاد تحرر بها وإذا استخرج بهذه ⁸ الآلة وكان فضل الدائر ⁹ درجة او بعض درجة امكن تحقيقه وناهيك بذلك شروقاً ¹⁰ واما معرفة نصف القوس فادر دائرة الميل إلى ان ¹¹ تحاذى الشمس وقت شروقها او وقت غروبها ان سهل ذلك ¹² وانظر ما بين حرف العصادة و « طرف القطر » ¹³ « من دائرة المعدل » ¹⁴

A. 7 a

A. 7 b

A. 7 b

A. 8 a

فهو « نصف قوس النهار ان كُنْت في الجنوب اي في البروج الجنوبية وآلا ففعل | ذلك في الجهة الاخرى وانظر ما بين حرف العصادة وطرف القطر اي قطر دائرة المعدل فهو ¹⁵ نصف الفضلة زدها على ص يحصل ¹⁶ نصف قوس النهار فاطرحه من قف ابدأ وبقى نصف قوس الليل فان تعدل ¹⁷ المحاذات ¹⁸ وقت الشروق او الغروب فا عرف فضل دائر قريب من الافق فزد عليه الماضي والشروق او الباقي للغروب

A. 8 a

A. 8 b

¹. L. « » yok. ². A. yok.

³ A. الدائرة. ⁴ buraya uygun bir kelime değil تحت.

⁵ A. الدائرة. ⁶ L. النظر. ⁷ L. « » yok. ⁸ L. مدة على. ⁹ A. الدائرة.

¹⁰ L. « » yok. ¹¹ L. « » yok. ¹² A. دائرة. ¹³ L. واعلم.

¹⁴ L. « » yok. ¹⁵ L. « » yok. ¹⁶ L. « » yok. ¹⁷ L. « » yok. ¹⁸ L. « » yok.

¹⁹ A. هذا. ²⁰ A. الدائرة.

²¹ L. yok. ²² L. yok. ²³ L. yok. ²⁴ L. yok. ²⁵ L. yok.

²⁶ L. yok. ²⁷ L. yok. ²⁸ L. yok. ²⁹ L. yok. ³⁰ L. yok.

³¹ L. yok. ³² L. yok. ³³ L. yok. ³⁴ L. yok. ³⁵ L. yok.

- A. 8 b
A. 9 a
- بمنكاب¹ ونحوه يحصل² المطلوب وإذا طرحت فضل الدائر | من نصف القوس حصل الدائر وهو الماضي من الشروق ان³ كنت قبل الزوال وآلا فهو الباقي للغروب. الباب الثالث في معرفة ارتفاع الشمس والكوكب والطريق ان⁴ تقم سطح دائرة المعدل على اول العروض فتصير دائرة الارتفاع فتحاذى⁵ بجانبها جرم الشمس. حرك⁶ دائرة الميل حتى تضل قطرها وينفذ شعاع الشمس منها وانظر ما بين حرفها وقطر⁷ الدائرة « اى دائرة المعدل » | من اقسام محيطها فهو ارتفاع الشمس. واما ارتفاع الكوكب فاجعله في⁸ سطح الدائرة كما تقدم. ثم حرك دائرة الميل إلى ان⁹ يرى¹⁰ الكوكب في محاذاتها فما قطع حرفها من اقسام الدائرة فهو ارتفاع الكوكب. كذا يؤخذ ارتفاع الشمس إذا كانت منكسرة الشعاع « والله اعلم » . |
- L. 2 b
L. 3 a
- الباب الرابع في معرفة الميل والغاية من قبل الدرجة والعرض¹¹ وعكسه ادخل في « القطر او »¹² القوس مبتدئاً من خط المشرق والمغرب | بدرجة الشمس « من اعداد المسطرة »¹³ طرداً لثلاثة¹⁴ الاعتدالين وعكساً لثلاثة¹⁵ المنقلبين وانظر ما هناك من اقسام الميل « فهو ميل الشمس »¹⁶ فزده على تمام عرض بلدك في الشمال وانقصه في الجنوب تحصل الغاية وتكون مخالفة ان¹⁷ نقصت « اى لجهة العرض »¹⁸ او كان¹⁹ المجموع اقل من²⁰ وآلا فتبام الزايد وتكون موافقة « اى لجهة العرض »²¹ . واما معرفة الغاية بالرصد فارقب الشمس او الكوكب حتى يصير²² على دائرة « نصف النهار »²³ ثم حصل الارتفاع | كما تقدم فهو غاية ارتفاعه. واما جهة الغاية فانصب الآلة على الجهات حينئذ²⁴ واقم دائرة المعدل إلى ان²⁵ تضل قطرها فان²⁶ مالت على قوس العروض²⁷ فهي جنوبية وآلا فشمالية وان²⁸ جمعت العرض إلى تمام الغاية ان²⁹ اتفقا واحذت الفضل بينها³⁰ « وبين تمامه »³¹ ان اختلفا حصل الميل. ويكون موافقا لعرض البلد ان³² كانت الغاية موافقة او كانت مخالفة وزادت على تمام العرض وآلا فمخالفة واما معرفة الميل من قبل العرض فطريقه ان³³ تميل | دائرة المعدل على مقدار العرض بعد وضع الآلة على الجهات كما تقدم ثم ارقب الشمس إلى ان³⁴ تصير على دائرة

1 « . » L. 2 . قطر . A. 3 . تحرك . A. 4 . محاذى . L. 5 . تحصل . A. 6 . كمنكاب . L.

7 A. fazla. ارتفاع

8 A. « . » yok. 9 A. « . » yok. 10 L. العروض . 11 A. « . » yok.

12 A. « . » . 13 14 L. الثلاثة .

15 L. « . » yok. 16 L. « . » yok.

17 A. « . » yok. 18 L. « . » yok. 19 A. فان . 20 L. تمين .

21 L. « . » yok. 22 L. « . » yok. 23 L. « . » yok. 24 L. « . » yok. 25 L. « . » yok. 26 L. « . » yok. 27 L. « . » yok. 28 L. « . » yok. 29 L. « . » yok. 30 L. « . » yok. 31 L. « . » yok. 32 L. « . » yok. 33 L. « . » yok. 34 L. « . » yok.

نصف قوس النهار وانظر ان¹ وقع ظل دائرة المعدل على قطرها فلا ميل وآلا فحركها بارتفاع او انخفاض إلى ان² تظل نفسها فيما بين مواقعها وبين العرض من اقسام دائرة نصف قوس³ النهار فهو الميل شمالي اذا⁴ ارتفعت وآلا فجنوبي ومنه تعلم الدرجة وتميز « هذا الآلة »⁵ بالفضل « والله اعلم »⁶.

الباب الخامس | في معرفة سمت الوقت وارتفاعه ضيع الآلة على الجهات واطبق الدائرة وحرك دائرة الميل إلى ان⁷ ينطبق ظلها على قطرها وانظر ما بين حرفها وقطر المعدل من اجزاء المحيط من جهة الغزل الغربي⁸ فهو سمت الوقت فان⁹ وقع حرفها على القطر فلا سمت¹⁰ ثم ان¹¹ كان متزائداً قبل الزوال او متناقصاً بعده فهو جنوبي وان¹² كان بالعكس فشمالى | واماً ارتفاعه فاقم الدائرة على اول العروض وكمل العمل كما تقدم في الباب الثالث | يحصل ارتفاع السمات.

الباب السادس¹³ في معرفة الارتفاع الذي لا سمت له وطريقه ان¹⁴ ترصد السمات وقتاً بعد وقت إلى ان¹⁵ ينعدم فاعرف ارتفاع الشمس حينئذ فهو الارتفاع الذي لا سمت له ولا يكون الا¹⁶ في البروج الشمالية بشرط ان¹⁷ لا يزيد الميل على العرض فان¹⁸ زاد عليه تعذر وجوده¹⁹.

وجه آخر²⁰ اقم دائرة المعدل على اول العروض فتصير دائرة اول السموات ثم اقم الآلة على الجهات وارصد الشمس إلى ان²¹ يقع ظل الدائرة على قطرها فاعرف الارتفاع حينئذ فهو المطلوب²².

الباب السابع في معرفة سعة المشرق والمغرب ضيع الآلة على الجهات واطبق الدائرة فاعرف سمت الوقت عند شروق الشمس وغروبها فهو مقدار سعة المشرق والمغرب ولا يكون²³ آلا إذا كان الميل او البعد اقل من تمام العرض وكذلك²⁴ نصف القوس فان زاد الميل²⁵ الشمالي كانت الشمس ابدية الظهور وان²⁶ زاد الجنوبي كانت ابدية الخفا إلى ان²⁷ ينقص عن تمام العرض فيصير الزمان ليلاً ونهاراً.

الباب الثامن في معرفة عرض البلد واقعاد دائرة المعدل على وضعها في البلد المقروض فطريق ذلك ان²⁸ ترصد الشمس يوم حلولها برأس الحمل والميزان فضع الآلة على الجهات وميل دائرة المعدل إلى ان²⁹ يظل محيطها قطرها في اى

¹ A. yok. ² A. ان. ³ L. yok. ⁴ A. yok.

⁵ L. . الجهته الغربي . ⁶ A. . جهة الغزل . ⁷ L. . بلا سمت . ⁸ A. . الساييس . ⁹ A. . برصد .

¹⁰ L. . آلا . ¹¹ A. . yok. ¹² A. . yok.

¹³ A. . ولا يكون الا في البروج الشمالية بشرط ان لا يزيد الميل على العرض فان زاد عليه .

¹⁴ L. yok. ¹⁵ A. . وكذا . ¹⁶ A. . ولا تكن . ¹⁷ A. . fazla . تعذر وجوده

وقت كان من النهار واوثقها¹ هناك بآبرة² او³ نحوها وانظر ما مالت به من قوس العروض | فهو مقدار عرض البلد .

A. 12 a
A. 13 b

وجه⁴ آخر⁵ اعرف غاية ارتفاع الشمس في اى يوم فرض وميلها وجهة كل منهما واجمعها ان اتفقا في الجهة وخذ الفضل ان اختلفا ثم اعرف ما بين الحاصل وس⁶ فهو عرض البلد فيلها بقدره يحصل المطلوب « والله اعلم »⁷.

L. 3 b
L. 4 a

الباب التاسع في معرفة وقت الظهر ووقت العصر | وارتفاعه والدائر بين⁸ الظهر والعصر والدائر بين العصر والغروب يعرف وقت الظهر بزوال الشمس عن خط وسط | السماء وذلك ان⁹ تنصب الآلة على الجهات ثم اجعل دائرة

A. 13 b
A. 13 a

الميل على خط نصف النهار¹⁰ ثم اجعل دائرة المعدل على اى عرض شئت او منطبقه او قائمة وانظر متى يستتر ظل دائرة الميل قطرها فالشمس حينئذ على خط وسط السماء¹¹ وهكذا استخراج وقت توسط الكوكب إذا اقت¹² قطر دائرة الميل ومحيطها مقام خيط المسطرة وان¹³ اقت دائرة المعدل على اول العروض

A. 14 a
A. 14 b

وكلت العمل | كما يسجي في الباب الثالث¹⁴ عشر فان ظل دائرة المعدل يستتر قطرها اول وقت الزوال فاماً وقت العصر فادخل في « المسطرة التسعينية او » القوس بغاية الارتفاع « في جهة المغرب »¹⁵ وخذ ما بايزاتها من ارتفاع العصر ثم اقم دائرة المعدل على اول العروض وحاذى بحرفها جرم الشمس واجعل دائرة الميل مرتفعة عن قطر المعدل من جهة الشمس بقدر ارتفاع العصر وارقب الشمس إلى ان¹⁶ يظل¹⁷ دائرة الميل كما تقدم فهو وقت العصر فاعرف | فضل دائرة¹⁸ لذلك الوقت يحصل الدائر بين¹⁹ الظهر والعصر فاسقطه²⁰ من نصفه القوس يبقى ما بين العصر والغروب « والله اعلم »²¹.

A. 14 b
A. 15 a

الباب العاشر في معرفة المطالع الفلكية والبلدية اعلم ان²² مطالع « البروج بالفلك »²³ مبدأها²⁴ من اول الجدى والبلدية من اول الحمل فمطالع كل من الجدى والمرطان والقوس والجوزا لب²⁵ والدلو والاسد والثور والعقرب آ²⁶ والحوت والسنبلة | والحمل والميزان كج²⁷ فاعرف مطالع اجزاء البروج ايضاً وهو ان تضعف مطالع كل برج تجعله²⁸ دقائق يحصل ما يخص كل درجة منه ثم اجمع المطالع من اول الجدى إلى

A. 15 a
A. 15 b

¹ A. فاوثقها . ² A. و . ³ A. yok و . ⁴ A. « yok .
⁵ L. الثاني . ⁶ A. yok « . ⁷ A. yok « . ⁸ A. و .
⁹ A. يصل يستتر . ¹⁰ A. دائرة . ¹¹ A. ذلك . ¹² A. الدائرتين .
¹³ A. واسقطه . ¹⁴ A. yok واسقطه . ¹⁵ A. « yok .
¹⁶ L. مبدأها . ¹⁷ L. اجعله .

جزء¹ الشمس يحصل مطالع الزوال ثم اسقط² منها نصف قوس النهار يحصل مطالع الشروق وان³ زدت عليها نصف القوس حصلت مطالع الغروب وان⁴ زدت الماضي من النهار على مطالع الشروق من الليل | على مطالع | الغروب حصلت مطالع الوقت وهذا العمل يستخرج مطالع توسط اى⁵ كوكب شئت من الكواكب السيارة والثواب « والله اعلم »⁶.

A. 15b, L. 4a
A. 16a, L. 4b

الباب الحادى عشر فى معرفة حصتى⁷ الشفق والفجر انظر اى كوكب يكون بعد متساوياً او مقارباً لميل الشمس فى⁸ خلاف جهة كالقمر ليلة كماله فيرصد⁹ ارتفاعه حتى يكون يو¹⁰ مشرقا او مغربا ثم اعرف دائرة الارتفاع بمنكاب | ونحوه فهو مقدار حصّة الشفق بعد ان ينقص منه فى القمر لكل ساعة نصف درجة تقريباً وان فعلت ذلك لارتفاع يت¹¹ حصل حصّة القمر وهذا العمل لا يظهر بغير « هذه الآلة »¹² الا فى نحو اسبوع وان استخرج فى كل شهر مرة وزع الفضل على اساسه¹³ كان كاف¹⁴ فى ذلك وان زدت على حصّة الشفق ثلاث درجات ابداً حصلت حصّة الفجر بالتقريب الكافى و¹⁵ ان عرفت دائرة ارتفاع | يو¹⁶ ويت¹⁷ فى يوم ما كان هو مقدار الحصتين لنظير تلك الدرجة والله اعلم.

A. 16a
A. 16b

A. 16b
A. 17a

الباب الثانى عشر فى¹⁸ معرفة موضع شروق الشمس او غروبها وكذلك الكوكب اعرف من ميل الشمس او بُعد الكوكب ساعة مشرقه او مغربه ثم ضع الآلة على الجهات واطبق الدائرة واجعل دائرة الميل على مقدار الساعة ربعها ان كانت جنوبية و¹⁹ الا فى الربع المقابل ثم حاذى ببصرك محيط | الدائرة وقطرها وانظر حينئذ ما يسامتها من دائرة الافق فهو موضع شروق الشمس²⁰ او الكوكب او موضع الغروب وبهذا العمل يعلم موضع مغيب الهلال « والله اعلم »²¹.

A. 17a
A. 18b

الباب الثالث عشر²² فى معرفة وضع الآلة على خط نصف النهار واعدال الكواكب عليها وهذا من خواص هذه الآلة اقم دائرة المعدل على اول العروض ثم اجعل الآلة منحرفة عن موازاة خط المشرق والمغرب بقدر | انحرافها عن نقطتها²³ الاصلية فتصير دائرة المعدل حينئذ هي²⁴ دائرة نصف النهار فائى كوكب مرّ بها من الكواكب الشمالية او الجنوبية فهو

A. 17b
A. 18a

¹ جرم . A. ² تسقط . A. ³ « yok . A. ⁴ حصّة . A. ⁵ « . L. ⁶ « .
⁷ « yok . A. ⁸ « yok . A. ⁹ « yok . A. ¹⁰ « yok . A. ¹¹ « yok . A. ¹² « yok . A. ¹³ « yok . A. ¹⁴ « yok . L. ¹⁵ « yok .
¹⁶ « yok . L. ¹⁷ « yok . A. ¹⁸ « yok . L. ¹⁹ « yok . A. ²⁰ « yok . L. ²¹ « yok . A. ²² « yok . L. ²³ « yok . A. ²⁴ « yok . L. ²⁵ « yok .

متوسط حتى الكواكب الواغلة في الشمال كالجدي والفرقدين وغيرهما فان تعسر ذلك كما في الكواكب القريبة لسمت الرأس فاستغن بحيط مثقل يحصل المطلوب « والله اعلم »¹

الباب الرابع عشر² في معرفة بعد الكوكب والقمر عن معدل النهار وهذا أيضاً من خواص | هذه الآلة اجعل دائرة المعدل دائرة نصف النهار كما في الباب الذي قبله انظر | اذا صار الكوكب متوسطاً فاعرف ارتفاعه بدائرة الميل فهو غاية فان كانت شمالية فاجمع العرض إلى تمام³ غاية⁴ وان كانت جنوبية فخذ الفضل بينهما اي⁵ بين تمام العرض والغاية⁶ يحصل بعده واما⁷ جهته فيعلم⁸ من الباب الرابع وان جمعت عرض القمر إلى ميل⁹ درجته ان¹⁰ اتفقا واخذت الفضل ان¹¹ اختلفا حصل بعده وجهته جهتها في الاتفاق واكثرها في الاختلاف والله اعلم.

الباب الخامس عشر في معرفة استخراج مطالع توسط¹² الكواكب بطريق¹³ سهل اعدل الكوكب على دائرة الميل واعرف فضل دائر¹⁴ ثم اعدل¹⁵ في الحلال كوكباً آخر معلوم المطالع واعرف فضل ما بينهما وزد على مطالع المعلوم ان¹⁶ كان الآخر شرقياً عنه وانقصه¹⁷ ان كان غربياً يحصل مطالعه .

الخاتمة في معرفة استخراج¹⁸ مطالع توسط القمر والماضي | والباقي منه ومن الكواكب و« هي خاتمة الرسالة »¹⁹ استخراج²⁰ فضل دائر²¹ القمر²² ويزاد²³ عليه لكل ساعة منه نصف درجة يحصل فضل دائر²⁴ المعدل²⁵ فزده على مطالع التوسط ان²⁶ كان في جهة المشرق وانقصه ان²⁷ كان في جهة المغرب²⁸ يحصل مطالع توسط القمر واما²⁹ الماضي والباقي منه فاستخرج فضل دائر المعدل فزد³⁰ « فضل دائر³¹ الغربي على مطالعه وانقص الشرقي يحصل مطالع الوقت فانقص منها مطالع الغروب يحصل الماضي من الليل وان نقصتها من مطالع | الشروق حصل الباقي له³² وكذلك³³ تفعل بفضل دائر³⁴

A. 19 a
A. 19 b

L. 5 a
L. 5 b
A. 18 b
A. 19 a

1. A. yok. 2. L. de bu 13 üncü bölüm. 3. A. هو. 4. L. تمامها. 5. L. تعلم. 6. L. yok. 7. L. و. 8. L. yok. 9. L. yok. 10. L. yok. 11. A. صحيح fazla. 12. A. دائرة. 13. A. يعرف. 14. A. انقص. 15. A. دائرة. 16. A. يستخرج. 17. L. « » yok. 18. القمر. 19. A. زد. 20. A. دائرة. 21. و يفعل به كما تقوم في الباب الذي قبله. 22. L. « » yok. 23. دائرة. 24. L. « » yok. 25. A. هكذا. 26. دائرة.

الكوكب من غير تعديل وفي هذا القدر كفاية لمن أراد العمل بهذه الآلة والآلة
 فيمكن استخراج اعمال آخر كعرفة انحراف الخيطان² من غير وجود الشمس
 وغير ذلك وهذا ظاهر لمن « له ادنى »³ رياضة والله اعلم واحكم⁴.

تم

¹. عنده او في A. ². الخالط L. ³. بتغير هذه L.

و صلى الله على سيدنا محمد وعلى اله وصحبه وسلم تسليماً كثيراً دائماً إلى يوم الدين L. ⁴.
 والحمد لله رب العالمين آمين.