NICOLAUS COPERNICUS

GÖKSEL KÜRELERİN DEVİNİMLERİ ÜZERİNE

HASAN ÂLİ YÜCEL KLASİKLER DİZİSİ

LATİNCE ASLINDAN ÇEVİREN: C. CENGİZ ÇEVİK

TÜRKİYE İŞ BANKASI
Kültür Yayınları



Genel Yayın: 1913

Hümanizma ruhunun ilk anlayış ve duyuş merhalesi, insan varlığının en müşahhas şekilde ifadesi olan sanat eserlerinin benimsenmesiyle başlar. Sanat şubeleri içinde edebiyat, bu ifadenin zihin unsurları en zengin olanıdır. Bunun içindir ki bir milletin, diğer milletler edebiyatını kendi dilinde, daha doğrusu kendi idrakinde tekrar etmesi; zekâ ve anlama kudretini o eserler nispetinde artırması, canlandırması ve yeniden yaratmasıdır. İşte tercüme faaliyetini, biz, bu bakımdan ehemmiyetli ve medeniyet dâvamız için müessir bellemekteyiz. Zekâsının her cephesini bu türlü eserlerin her türlüsüne tevcih edebilmiş milletlerde düşüncenin en silinmez vasıtası olan yazı ve onun mimarisi demek olan edebiyat, bütün kütlenin ruhuna kadar işliyen ve sinen bir tesire sahiptir. Bu tesirdeki fert ve cemiyet ittisali, zamanda ve mekânda bütün hudutları delip aşacak bir sağlamlık ve yaygınlığı gösterir. Hangi milletin kütüpanesi bu yönden zenginse o millet, medeniyet âleminde daha yüksek bir idrak seviyesinde demektir. Bu itibarla tercüme hareketini sistemli ve dikkatli bir surette idare etmek, Türk irfanının en önemli bir cephesini kuvvetlendirmek, onun genişlemesine, ilerlemesine hizmet etmektir. Bu yolda bilgi ve emeklerini esirgemiyen Türk münevverlerine şükranla duyguluyum. Onların himmetleri ile beş sene içinde, hiç değilse, devlet eli ile yüz ciltlik, hususi teşebbüslerin gayreti ve gene devletin yardımı ile, onun dört beş misli fazla olmak üzere zengin bir tercüme kütüpanemiz olacaktır. Bilhassa Türk dilinin, bu emeklerden elde edeceği büyük faydayı düşünüp de şimdiden tercüme faaliyetine yakın ilgi ve sevgi duymamak, hiçbir Türk okuru için mümkün olamıyacaktır.

23 Haziran 1941
Maarif Vekili
Hasan Âli Yücel

HASAN ÂLİ YÜCEL KLASİKLER DİZİSİ

COPERNICUS
TORUNLU NICOLAUS COPERNICUS'UN
GÖKSEL KÜRELERİN DEVİNİMLERİ ÜZERİNE
VI KİTAP

ÖZGÜN ADI
NICOLAI COPERNICI TORINENSIS
DE REVOLUTIONIBUS ORBIUM COELESTIUM
LIBRI VI

LATİNCE ASLINDAN ÇEVİREN
C. CENGİZ ÇEVİK

© TÜRKİYE İŞ BANKASI KÜLTÜR YAYINLARI, 2010
Sertifika No: 11213

EDİTÖR
RÛKEN KIZILER
ALİ ALKAN İNAL

GÖRSEL YÖNETMEN
BİROL BAYRAM

REDAKSİYON
MUZAFFER ÖZGÜLEŞ

DÜZELTİ
DEVRİM YALKUT

GRAFİK TASARIM VE UYGULAMA
TÜRKİYE İŞ BANKASI KÜLTÜR YAYINLARI

1. BASKI NİSAN 2010, İSTANBUL

ISBN 978-9944-88-879-0 (CİLTLİ)
ISBN 978-9944-88-878-3 (KARTON KAPAKLI)

BASKI
YAYLACIK MATBAACILIK
LİTROS YOLU FATİH SANAYİ SİTESİ NO: 12/197-203
TOPKAPI İSTANBUL
(0212) 612 58 60
Sertifika No: 11931

Bu kitabın tüm yayın hakları saklıdır.
Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılacak kısa alıntılar dışında gerek metin, gerek görsel malzeme yayınevinden izin alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz, yayımlanamaz ve dağıtılamaz.

TÜRKİYE İŞ BANKASI KÜLTÜR YAYINLARI
İSTİKLAL CADDESİ, NO: 144/4 BEYOĞLU 34430 İSTANBUL
Tel. (0212) 252 39 91
Fax. (0212) 252 39 95
www.iskultur.com.tr



COPERNICUS

GÖKSEL KÜRELERİN DEVİNİMLERİ ÜZERİNE

LATİNCE ASLINDAN ÇEVİREN:
C. CENGİZ ÇEVİK

TÜRKİYE İŞ BANKASI
Kültür Yayınları

İçindekiler

Sunuş vii
I. Kitap 19
II. Kitap 95
III. Kitap 209
IV. Kitap 295
V. Kitap 375
VI. Kitap 489

Sunuş

Astronomi ve Copernicus Üzerine

Nicolaus Copernicus'un getirdiği yeniliğin iyi anlaşılabilmesi için, kendi dönemine kadar büyük ölçüde kabul edilmiş olan Aristotelesçi evren ve Dünya görüşünün iyi bilinmesi gerekir. *The Copernican Revolution* adlı eseriyle Copernicus'u ve bilim tarihinde sebep olduğu değişikliği yetkin bir şekilde analiz etmiş olan T. S. Kuhn'un da aktardığı gibi, Aristoteles'in insana ve evrene bakışının temelinde, o dönemden bugüne kadar kendisininkiyle karşılaştırılabilecek kapsam ve özgünlükteki sentezlerin asla erişemedikleri bir bütünlük söz konusuydu.[1]

Aristoteles evreninde hiçbir oyuk ya da boşluk olamazdı. Kürenin dışında hiçbir şey yoktu; hiçbir madde, hiçbir boşluk, hiçbir şey. Aristoteles biliminde madde ve uzay bir aradaydı; sadece aynı fenomenin iki yönüydü. Aristoteles evreninin sonlu büyüklüğü ve tekliği işte böyle açıklanmış oluyordu.[2]

Aristoteles'e göre Dünya devinimsizdi ve evrenin merkezinde bulunuyordu. Aristoteles'in bu yaklaşımı, ardılları arasında büyük bir ciddiyetle kabul edilmişti. Aristoteles'in bi-

1 T. S. Kuhn, *Kopernik Devrimi: Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezegen Astronomisi*, Çev. H. Turan – D. Bayrak – S. K. Çelik, İmge Kitabevi, 1. Baskı 2007, s. 140.

2 T. S. Kuhn, *A.e.*

limsel konularda baskın bir otorite olduğu ortaçağın sonraki yüzyıllarında bile, bilginler onun öğretisinin birçok yerinde önemli değişiklikler yapmaktan geri durmamışsa da hiçbiri Dünya'nın bir gezegen olduğu ya da konumunun evrenin merkezinden uzakta olduğu fikrini ortaya atmamıştı.[3] Her ne kadar Dünya'nın bir gezegen olduğunu Aristoteles'ten önce bile söyleyenler var idiyse de[4], bu iddianın ciddiyetle öne sürülmesi için Copernicus beklenmiş gibidir.

Ptolemaeus da Aristoteles gibi düşünmüş ve Copernicus'tan yüzyıllar önce, kendi döneminde Dünya'nın devindiğini, göklerin hareketsiz kaldığını iddia edenlere karşı çıkmıştır.

Bu düşünce, Aristoteles'inkiyle aynıdır; ortaçağda ve Rönesans'ta birçok başka akıl yürütme de aynı ilkelerden türetilmiştir. Bir cisim, itilmedikçe dosdoğru kendi doğal yerine yönelecek ve orada kalacaktır. Bir taşın doğal devinimini belirleyen ise diğer cisimlerle bağıntısı değil yalnızca uzaydır. O halde yukarı doğru dikey olarak atılan her taş, uzayda baştan bir kez sabitlenmiş düz bir hat boyunca yukarı gidip geri döner; havada hareket halinde olduğu süre içinde Dünya dönüyorsa, atıldığı noktaya geri düşmez.[5] Oysa Copernicus, eserinin neredeyse tamamında bu görüşün tam aksini savunur.

A. Koyre'nin de belirttiği gibi, Copernicus'un kuramına nasıl ulaştığı çok açık değildir[6]; çıkış noktası sadece kendisinden önceki filozofların ve matematikçilerin devinimlerle ilgili tatmin edici açıklama yapamamış olmalarıdır. Copernicus, bir nevi bilimin kapılarını tümüyle kendisine açmak adına şöyle demiştir:

---

3 T. S. Kuhn, *A.e.*, s. 147-148.

4 Bkz. Aristoteles, *De Caelo*, 296a25.

5 T. S. Kuhn, *a.g.e.*, s. 153.

6 A. Koyre, A., *Bilim Tarihi Yazıları*, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, Çev. K. Dinçer, 8. Basım 2008, s. 119.

"*Bu Dünya'daki en değersiz konularda bile gereğinden fazla düşünmüş olan filozofların, en iyi ve en sistematik Sanatçı'nın bizim için yaratmış olduğu Dünya'ya özgü mekanizmanın hareketlerine dair ortaya kesin bir şema koyamaması beni rahatsız etmeye başlamıştı. Bu yüzden içlerinde evrendeki kürelere, okullarda matematik ilmini öğretenlerinkinden farklı hareketler atfedenin olup olmadığını öğrenmek için, ulaşabildiğim ölçüde bütün filozofların kitaplarını yeniden gözden geçirmeyi kendime bir görev bildim.*"[7]

Bu görev bilincinin ürünü olan *De Revolutionibus Orbium Coelestium* ya da burada uygun gördüğümüz Türkçesiyle *Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine*, nereden bakılırsa bakılsın giriş yazıları ve ilk kitabının önemli bir kısmı dışında bütünüyle teknik bir eserdir. Bu yüzden kritikçi Arthur Koestler bir yerde şöyle demiştir:

"*Copernicus figürü uzaktan düşüncenin korkusuz, devrimci kahramanına benzer; ancak kendisine yakınlaştıkça bu figür yavaş yavaş sıkıcı bilgiçliğe, yetenekten yoksunluğa, asıl zekânın uyurgezer sezişine dönüşür. İyi bir fikri vardır; ancak bunu kötü bir sisteme uyarlamıştır. Tarih yapan kitaplar içinde en sıkıcı ve en okunamaz kitabı yazmıştır.*"[8]

T. S. Kuhn'un da bildirdiği gibi, bu eserin önemi, kendisinin söylediğinden çok, başkalarının söylemesine neden olduğu şeylerde yatıyor gibidir; bu açıdan bakıldığında bu eser kendisinin bile kesin bir şekilde dile getirmediği bir devrime yol açmıştır; devrimci bir yapıt olmaktan çok, devrime yol açan bir metindir.[9] Böyle metinlerin ortaya çıkması, bilimsel düşüncenin gelişiminde sıkça rastlanan bir durumdur. Böyle

---

7 Bkz. Ad Sanctissimvm Dominvm Pavlvm III. Pontificem Maximvm.

8 A. Koestler, *The Sleepwalkers: A History of Man's Changing Vision of the Universe*, The Macmillan Company, New York, 1959, s. 201-202; C. G. Fraser, *The Cosmos: A Historical Perspective*, Greenwood Press, 2006, s. 44.

9 T. S. Kuhn, *a.g.e.*, s. 227.

yapıtlar bilimsel düşüncenin izlediği rotayı değiştirebilir; devrime neden olan bir yapıt hem geçmiş bir geleneğin doruğu, hem de gelecekteki yeni bir geleneğin kaynağıdır.

Bir bütün olarak *Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine*, neredeyse tümüyle eskiçağ astronomi ve kozmoloji geleneğinin içinde yer alır[10]; hatta Copernicus A. Koestler'e göre, son Aristotelesçilerden biridir[11]; I. B. Cohen'in yorumuna göreyse astronomide bir devrimden söz edilecekse Newtoncu ve Keplerci anlayışla karşılaştırıldığında Copernicusçu duyuş neredeyse bir hiçtir.[12]

Oysa Copernicusçu duyuşun astronomideki etkisini küçümsemeden evvel eserinin ikili doğasının dikkatle değerlendirilmesi gerekiyor: Bu eser hem eski hem modern, hem muhafazakâr hem de radikaldir.[13] Bu yüzden E. J. Charon'ın tespit ettiği gibi "*bilim kapılarının ardına kadar açılması*" adına[14] Copernicus'u, geçmişiyle birlikte okumaya ve değerlendirmeye gereksinim duyarız.

Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine'nin başına –büyük ihtimalle yazarının haberi olmadan– kendi giriş yazısını ekleyen A. Osiander şöyle demiştir:

"*O halde hiçbir akla yatkınlığı kalmayan eskilerinin yanında, özellikle de kolaylıklarıyla övgüye değer olan ve kendileriyle birlikte oldukça yetkin gözlemlerle dolu büyük bir hazine getiren yeni hipotezlerin bilinmesinin önünü açalım.*"[15]

Burada Copernicusçu hipotezlerin yeri eski hipotezlerin yanıdır; zira Kilise'nin yüzyıllar içinde zar zor benimseyip en

10 T. S. Kuhn, *a.g.e.*, s. 227-228.

11 A. Koestler, *a.g.e.*, s. 197.

12 I. B. Cohen, *The Newtonian Revolution*, Cambridge University Press, 1983, s. 128; D. C. Lindberg – R. S. Westman, Reappraisals of the Scientific Revolution, Cambridge University Press, 1990, s. 171.

13 T. S. Kuhn, *a.g.e.*, s. 227.

14 J. E. Charon, *L'homme et L'univers*, Pub. Marabout, 1974, s. 140.

15 Bkz. Ad Lectorem De Hypothesibvs Hvivs Operis.

büyük savunucusu haline geldiği Aristotelesçi ve Ptolemaeusçu evren temayülünün 1500'lerin ortasında yeni hipotezlere ancak bu kadar yaşama imkânı verebileceğini A. Osiander'in bir nevi (oto)sansür niteliği taşıyan bu giriş yazısındaki şu kapanış sözünden de anlayabiliriz:

"*Bu hipotezler üzerinde dikkatle duran biri başka bir amaç uğruna düzenlenmiş bilgileri hakikat olarak alıp buradan, başladığı zamankinden daha budala ayrılmamak adına; kesin bir bilgi sunmaya muktedir olmayan astronomiden onu beklemez.*"[16]

A. Osiander'e bu yazıyı yazdıran ve Copernicus'un dönemin papası III. Paulus'a yazmış olduğu mektupta da dile getirdiği gibi, eserini tamamlamış olmasına rağmen gelecek tepkileri düşünerek onu yayınlama konusunda uzunca bir süre tereddüt yaşamasına neden olan, aslında Kilise'nin baş otoritesi Papalık makamı ya da ondan duyulan korku değildir. Bizzat Capua Kardinali Nicolaus Schonbergius'un, yine bu esere giriş yazısı olarak belirlenen kısa mektubu ve Copernicus'un Papa'ya mektubundaki ifadeleri, Copernicus'un aslında Kilise çevresiyle çok büyük sıkıntı yaşamadığını gösterir. Onun çekincesi, daha çok matematiksel uygunluk çerçevesinde sunmuş olduğu görüşlerinin Kutsal Kitap'tan kimi pasajların öne sürülmesiyle yadsınması ya da yüzyıllara dayanan geleneğin, onu ve eserini tuhaf bulup "*sahneden ıslıklanarak kovulması*"nı isteme olasılığıdır. Bunu metinde açıkça dile getirir. O hâlde Copernicus'a "*Matematik matematikçiler için yazılır*"[17] dedirten matematikçiliğinin, bir nevi onun kalkanı olduğunu bilmemiz gerekiyor. Bu kalkanın eşliğinde savunduğu sistem kabaca şudur:

Sabit yıldızlar küresinin merkezinde sabit duran bir Güneş vardır. Gezegenler, aynı ekliptikte Güneş'in etrafında

16 Bkz. Ad Lectorem De Hypothesibvs Hvivs Operis.

17 Bkz. Ad Sanctissimvm Dominvm Pavlvm III. Pontificem Maximvm.

sabit hızla dönerler. Gezegenlerin Güneş'e olan uzaklığına göre dizilimi şöyledir: Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter ve Satürn. Ay da aynı ekliptiktedir, ancak Dünya'nın etrafında döner. Dünya'nın ise iki hareketi vardır: Birincisi, Güneş'in etrafındaki yıllık devinimi; ikincisi, kendi eksenindeki dönüşüdür.

Böylece Copernicus, matematiksel kesinliği temel alıp evrenin merkezine Güneş'i yerleştirerek, sadece göksel düzende ufak bir oynama yapmış olmadı; beri yandan kendisinden sonraki bilimsel aydınlanmanın ve geleneğin zorlayıcı kabullerine karşı sorgulayıcı aklın sembolü oldu.

Eserin İçeriği ve Çeviri Yöntemi Üzerine

Nicolaus Copernicus'un, basımı 1543 yılında gerçekleşen *De Revolutionibus Orbium Coelestium* adlı eserinin temel aldığımız edisyonu sırasıyla, tanıtım niteliğindeki iç kapak yazısını, yayımcı Osiander'in "Ad Lectorem De Hypotesibvs Hvivs Operis" (Bu Çalışmadaki Hipotezlere Dair, Okuyucuya) başlıklı yazısını, Capua Kardinali Nicolaus Schonbergius'un Copernicus'a mektubunu, Copernicus'un Papa III. Paulus'a mektubunu ve altı kitap halinde bilimsel metnin kendisini içerir.

Bu Türkçe çeviride "*Nicolai Copernici Torinensis, De Revolutionibus Orbium Coelestium Libri VI., (Johannes Petreius), Nuremberg 1543*" künyeli ilk Latince edisyonu kaynak aldık. Karşılaştırmalar için: *Copernicus, Nicolaus, Nicolai Copernici Torunensis De Revolutionibus Orbium Coelestium: Libri Sex. Varsaviae: Typis Stanislai Strąbski, 1854; Nicolaus Copernicus, On the Revolutions of Heavenly Spheres, tr. C. G. Wallis, Prometheus Books, 1995.*

Çeviride astronomi terimlerinin kullanımında şu eserlerden yararlanılmıştır: *A. Kızılırmak, Astronomi Dersleri, Cilt I: Küresel Astronomi ve Gök Mekaniği, Ege Üniversitesi Mat-*

baası, İzmir 1964; A. Kızılırmak, Gökbilim Terimleri Sözlüğü, Türk Dil Kurumu, 1969; T. S. Kuhn, Kopernik Devrimi: Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezegen Astronomisi, Çev. H. Turan – D. Bayrak – S. K. Çelik, İmge Kitabevi, 2007; C. Cengiz Çevik, "Nicolaus Copernicus'un Göksel Hareketlere İlişkin, Kendisi Tarafından Geliştirilen Hipotezlere Dair Kısa Açıklaması" (Commentariolus), Kutadgubilig 2009, (s. 227-252).

Bu eserin ilk defa Latince aslından Türkçeye kazandırılması esnasında, gerekli düzeltmeler için uyarılarda bulunan Muzaffer Özgüleş'e; değerli görüşlerine her daim başvurduğum sayın hocalarım Prof. Dr. Çiğdem Dürüşken, Prof. Dr. Bedia Demiriş ve Prof. Dr. Ş. Teoman Duralı'ya teşekkür ederim.

C. Cengiz Çevik

Ey arzulu okur, en sonunda tamamlanıp yayınlanmış olan bu çalışmada, sadece eski değil aynı zamanda son dönem gözlemlerin de ortaya koyduğu, hem sabit hem de gezici yıldızlara ait yeni ve şaşırtıcı hipotezlerle bezeli hareketleri bulacaksın. Ayrıca yine burada istediğin anı pek kolayca hesaplayabileceğin en doğru tabloları da göreceksin. O halde buyur (bu kitabı) al, oku ve keyfine var.

Buraya geometri bilmeyen kimse giremez.

Ioh. Petreius tarafından,
Nürnberg, 1543[1]

1 Bu kısım, eserin basımcısı olan Nürnbergli Petreius tarafından ilk sayfaya eklenmiştir.

Bu Çalışmadaki Hipotezlere Dair, Okuyucuya[2]

Hiç kuşkum yok ki, Dünya'nın hareket ettiğini ileri sürüp Güneş'i hareketsiz olarak evrenin merkezine yerleştiren yeni hipotezin bulunduğu bu çalışmanın şöhreti dört bir tarafa yayıldığından; kimi bilginler şiddetle saldırıya geçip bu çalışmanın bugüne kadar doğru kabul edilen hür disiplinleri bulandırmaması gerektiğini düşünecekler. Oysa içeriği layıkıyla incelemek isterlerse, bu çalışmanın sahibinin ayıplanmaması gereken bir işe giriştiğini görecekler. Gerçekten de itinalı ve hünerli bir gözlemle göksel hareketlerin kaydı-

2 Bu önsözü yazan Nürnberg'deki Sankt Lorentz Kirche'den, Copernicus'un arkadaşı, Lutherci din bilimci A. Osiander'dir (O. Gingerich, s. 137, 2006; C. G. Wallis, s. 3, 1995; H. A. Oberman, s. 189, 1992). Yazı imzasız olduğu için ilkin Copernicus'a atfedilmişti: Oysa birçok bilim tarihçisinin yorumuna göre; yazıda aktarılan, bu kitabın Güneş-merkezli sisteme özgü gezegen anlayışının kuvvetli bir tasviri değil de matematiksel bir hesaplama yönteminden –yani bir hipotezden– ibaret olduğu düşüncesine Copernicus'un katılması bile mümkün değildi (O. Gingerich, s. 139, 2006). Bunu bir nevi sansür yazısı olarak görenler bile olmuştur (E. L. Eisenstein, s. 650vd, 1979; A. V. Humboldt, s. 489, 1848; I. B. Cohen, s. 128, 1983). T. S. Kuhn'un yorumuna göre Copernicus'un izni olmadan eklenen bu düzmece giriş yazısıyla okuyucu Dünya'nın devindiğine dair buradaki karşı çıkışı ciddiye almadan, sadece "Dünya sanki dönüyormuş gibi" düşünerek Copernicus'un matematiksel hesaplamalarından yararlanmaya itiliyordu (T. S. Kuhn, s. 307, 2007). Kuşkusuz bu da A. Osiander'i, Tidemannus Gisius'un tabiriyle hilekâr kılmaktaydı (H. A. Ober-

nı tutmak bir matematikçinin görevidir. Yine matematikçi, gerçeklere başka bir yolla ulaşamayacağından, bu hareketlerin nedenlerini ve onlara dair tezleri iyice düşünüp tartar; buradan çıkaracağı sonuçlarla da –geometrinin prensiplerinden yararlanarak– sadece geçmiştekiler için değil, gelecekteki benzer hareketler için de doğru hesaplar yapar. Bu çalışmanın mimarı her iki görevi de muazzam bir şekilde yerine getirmiş bulunuyor. Buradaki tezlerin doğru ya da imkân dahilinde olması bile gerekmiyor, gözlemlere uyan bir hesap sunmaları kâfidir; yeter ki Venüs'ün bir dış tekerleme eğrisi[3] çizmesinin mümkün olduğunu düşünebilecek veya bunu Venüs'ün bazen Güneş'in önünden, bazen de arkasından 40° ve daha fazla açısal mesafeyle geçmesinin sebebi sa-

---

man, s. 189, 1992). Bu konudaki önemli bilgilerden biri de şudur: Bu giriş yazısının Copernicus'un kaleminden çıkmamış olduğunu ilk sezen ve dile getiren kişi, başka bir astronomi dehası olan Kepler'di (1571-1630). Bkz. Kepler, Apologia Tychonis Contra Ursum, I (Joannis Kepleri Astronomi, Opera Omnia, s. 245, 1858). Bütün bunlara karşılık H. A. Oberman, bir değerlendirmesinde A. Osiander'in buradaki tutumunun yerilmemesi gerektiğini söyler; zira Copernicus'un eserindeki düşüncelerin "hipotezler" olarak sunulması sadece bu giriş yazısıyla sınırlı kalmamıştır. Copernicus'un ilk ve tek öğrencisi diyebileceğimiz G. J. Rhaeticus'un, bu kitaptan evvel basılan ve adeta bu kitabı muştulayan *Narratio Prima* adlı kitabının bir yerinde Copernicus'un "hipotezleri canlandırdığı"ndan (renovare hypotheses) bahsedilir (H. A. Oberman, s. 190, 1992; E. Rosen, s. 31, 2004). Ayrıca O. Gingerich'in de bildirdiği gibi bu giriş yazısının Copernicus'un kitabını, Kepler'in yukarıda bahsettiğimiz buluşuna dek, on yıllar boyunca dini olumsuzlamadan koruduğu da açıktır. Ancak Kepler'in, bu yazıyı Copernicus'un yazmamış olduğunu aktarmasından sonra Kilise'nin Güneş-merkezli sistemin matematikçiler için yararlı fakat kesinlikle varsayımsal olduğu, fiziksel gerçeklikle de (Dünya'nın dönmediği) karıştırılmaması gerektiği yolundaki görüşü yıprandı ve bu kitabın Kilise tarafından yasaklanmasının önü açıldı (O. Gingerich, s. 139, 2006).

3 Merkezi başka bir dairenin çemberi üzerinde hareket eden bir gökcisminin çizdiği yörünge. Dış çember veya ilmek de denir. Ptolemaeus tarafından önerilen evren modelinde gezegenlerin hareketlerini açıklamak için kullanılan bu terimi Copernicus da eserinde kullanmak zorunda kalmış, Kepler'e kadar gezegenlerin gerçek yörüngeleri böyle tasarlanmıştı.

yacak kadar geometri ve optik cahili biri olmasın. Bu varsayımdan kaçınılmaz olarak gezegenin çapının περιγείω'da[4] dört katından daha büyük ve yine gezegenin kütlesinin ἀπογείω'dakinden[5] on altı kat daha büyük olması gerektiğine dair sonucun çıktığını kim görmez ki? Yine de çağların deneyimi tam aksini göstermiştir.[6] Bu alanda şimdi dile getirmeye gerek duymadığımız başka saçmalıklar hiç de az değildir. Kuşkusuz, bu çalışmanın görünen düzensiz hareketlerin nedenleriyle tam ve kesin bir şekilde ilgili olmadığı da yeteri kadar açıktır. Gerçekten de birçok defa yapıldığı gibi, tasavvurla ortaya konan nedenler hiç kimseyi tam anlamıyla ikna etmez, sadece hesaplama için güvenilir bir temel oluşturur. Hâlbuki çeşitli kereler tek ve aynı hareketle ilgili farklı hipotezler öne sürülmüş olduğundan (Güneş'in hareketindeki dış merkezlilik ve dış tekerleme eğrisiyle ilgili olduğu gibi), matematikçi tercihini kavranması en kolay olan hipotezden yana kullanır. Oysa filozof daha ziyade ihtimallerin peşindedir; mamafih hiçbir filozof kutsal ilham kendisine gelmedikçe, kesinlikten payını alamaz ya da bunu aktaramaz. O halde hiçbir akla yatkınlığı kalmayan eskilerinin yanında, özellikle de kolaylıklarıyla övgüye değer olan ve kendileriyle birlikte oldukça yetkin gözlemlerle dolu büyük bir hazine getiren yeni hipotezlerin bilinmesinin önünü

---

4 Yerberi. Yer çevresinde dolanan uyduların yörüngelerinde, Yer'e en yakın nokta (A. Kızılırmak, 1969). Metnin sadece bu kısmında Yunanca olarak verilmiştir. Ayrıca yine metin boyunca Latincesi "*perigaeum*" olup, başka kaynaklarda Yunancasından hareketle "*perigium*" veya "*perigaeon*" şeklinde de geçer (E. Rosen, s. 34, 2004).

5 Yeröte. Yer çevresinde dolanan bir uydunun yörüngesi üzerinde Yer'e en uzak nokta (A. Kızılırmak, 1969). Metnin sadece bu kısmında Yunanca olarak verilmiştir. Ayrıca yine metin boyunca Latincesi "*apogaeum*"dur.

6 Ptolemaeus Venüs'ün bir dış çember üzerinde hareket ettiğini ve bu dış çemberin yarıçapının, bu dış çemberi taşıyan dış merkezli dairenin yarıçapının 3/4'ü kadar olduğunu düşünmüştü. Bu yüzden gezegenin parlaklığının, Osiander'in vurguladığı şekilde, gezegenin Dünya'ya göre değişen uzaklığına bağlı olarak değiştiği düşünülürdü (C. G. Wallis, s. 3, 1995).

açalım. Bu hipotezler üzerinde dikkatle duran biri buradan, başladığı zamankinden daha budala ayrılmamak adına, başka bir amaç uğruna düzenlenmiş bilgileri hakikat olarak alıp kesin bir bilgi sunmaya muktedir olmayan astronomiden kesinlik beklemesin. Sağlıcakla.

Capua Kardinali Nicolaus Schonbergius[7], *Nicolaus Copernicus'a Selam Eder*

Yıllar evvel insanların senin uzmanlığınla ilgili söylediklerini işittiğimden beri, seni daha büyük bir şevkle takip etmeye ve insanlarımız arasında elde etmiş olduğun büyük şöhreti kutlamaya başladım. Öğrendiğim kadarıyla sadece eski matematikçilerin buluşları konusunda uzman olmakla kalmamış, ayrıca yeni bir evren düşüncesi geliştirmişsin. Buna göre Dünya'nın hareket ettiğini; Güneş'in en dipte, merkez noktada sabit kaldığını, göğün sekizinci katının daimi bir şekilde öylece, hareketsiz durduğunu öğretiyormuşsun. Mars ile Venüs'ün katları arasında konumlanan Ay da diğer göksel kürelerle birlikte dahil olduğu alanda, bir yıllık zaman boyunca Güneş'in etrafında dönüyormuş. Yine bütün

---

7 Kardinal, mektubun yazılma tarihinden bir sene sonra vefat etmişse de yine önsöz kapsamında Papa III. Paulus'a yazdığı ithaftaki ifadelerinden, Copernicus'un buradaki mektuba olumlu yanıt verdiği ve kardinalle aralarında bir dostluğun geliştiği anlaşılıyor. Bkz. The Monthly Magazine or British Register of Literature, Sciences, And the Belles-Lettres (January-June 1826) Cilt I, s. 606, B. Whittaker, Ave Maria Lane Publish, London 1826. Kimi tarihçilere göre bu mektubun tarihinde ya da içeriğinde bir problem vardır. Copernicus ile kardinal arasındaki dostluğun bu mektubun yazılma tarihinden önce başladığı ve yine bu tarihten önce kardinalin Copernicus'un eserini zaten edinmiş olduğu söylenir (bkz. E. Rosen, s. 152vd, 1995).

bu gökbilim sistemini açıkladığın bir yazı yazdığını ve gezici yıldızların hareketlerini hesaplayıp tablolara dökerek çoğu kişinin büyük ölçüde takdirini kazandığını da öğrendim. Bu yüzden, ey pek bilgili üstadım, sana yük olmayacaksam, keşfini bilginlere ulaştırabilmem için olabilecek en kısa sürede tablolarıyla ve içinde olmasını uygun gördüğün konuyla alakalı diğer parçalarla birlikte ilmi çalışmalarını, tekrar tekrar rica ederim, bana yolla. Hatta Reden'li Theodoricus'a bütün bunların masrafını kaydetmesi ve hesabı bana yönlendirmesi için talimat bile verdim. Bu hususta arzumu yerine getirirsen, senin şöhretin için uğraşan ve bir maharetin hak ettiği değeri ona verebilmek için didinen bir adamla irtibat halinde olduğunu da görmüş olacaksın.

Hoşça kal!

Roma, 1 Kasım 1536

Pek Aziz Efendimiz, Papa III. Paulus'a[8]*; Nicolaus Copernicus'un Göksel Kürelerin Devinimleri'ne Önsözü*

Gerçekten de Aziz Babamız, geleceğin nasıl şekilleneceğini kestirebiliyorum; insanlar evrendeki kürelerin devinimlerine dair yazmış olduğum ve Dünya küresine belirli devinimleri yakıştırdığım bu kitaplarımı ellerine alır almaz, düşüncemden ötürü ıslıklanarak sahneden kovulmam gerektiğini haykıracaklar. Kitaplarım, başkalarının onlarla ilgili görüşlerini önemsemeyeceğim ölçüde aklımı başımdan almış değil. Bir filozofun görüşlerinin avamın yargısına bırakılamayacağının da bilincindeyim; zira filozofunki, Tanrı tarafından insan aklına izin verildiği ölçüde her şeyde hakikati araştırmakla görevli bir çabadır. Bunun yanında doğruluktan tümüyle uzak görüşlerden de sakınılması gerektiği kanaatindeyim. Buna göre, Dünya'nın devindiğini bildirdiğimde, yüzyıllara dayanan yargılarla Dünya'nın göklerin ortasında durduğuna, adeta onun merkezine yerleştirildiğine dair görüşe inanan insanların bunu saçmalık, ἀχρόαμα olarak göreceğini kendi kendime düşündüm durdum; bu yüzden, Dünya'nın hareketini kanıtlamaya çalıştığım bu kitabı yayınlasam mı, yoksa Lysis'in Hipparchus'a yazdığı

8 III. Paulus, 1534-1549 yılları arasında papalık yapmıştır.

mektupta da[9] anlatıldığı gibi felsefenin sırlarını yazmadan sadece sözlü olarak akrabalarına ve arkadaşlarına anlatan Pythagorasçıları ve benzerlerini örnek mi alsam diye uzun süre kendimle tartıştım. Bana öyle geliyor ki Pythagorasçılar, bazılarının düşündüğü gibi öğretilerini paylaşmaktan duydukları kıskançlıktan değil de büyük insanlara ait böylesine güzel ve binbir zorlukla dolu keşif, maddi bir kazancı olmaksızın kalem oynatmayı sıkıcı bulan ya da başkalarının yüreklendirip örnek olmasıyla hür felsefe çalışmasına özendirilse de aklî donukluklarından ötürü filozoflar arasında tıpkı balarılarının arasındaki erkek arılar gibi duran kişilerce hor görülmesin diye böyle yapıyordu. Bütün bunları zihnimde tartarken, görüşümdeki yenilik ve tuhaflıktan ötürü korkuya kapılmamı gerektiren bu küçümseme, beni başlamış olduğum bu çalışmayı neredeyse bırakma noktasına getirmişti.

---

9 Pythagorasçı söyleme örnek teşkil eden bu mektup geç dönem yazarları tarafından uydurulmuştur. Bkz. Diogenes Laertius VIII.42; Iamblich. Vit. Pythag. 17; Synes. Epist. ad Heracl.; W. Smith, s. 476, 1867. T. S. Kuhn'un da belirttiği gibi, Copernicus bir ara Pythagorasçı ve Yeni Platoncu buyruğu anlatan bu mektubu önsöze eklemeyi düşünmüştü (T. S. Kuhn, s. 230, 2007). Copernicus bu mektubu iki kaynaktan; ya Aldus Manutius'un koleksiyonundan [*Epistolae diversorum philosophorum* (Roma, 1494)] ya da Kardinal Bessarion'un Latince çevirisinden (Venet. 1516) biliyor olmalıdır (A. V. Humboldt, s. 492, 1848). Burada Copernicus'un sadece kozmoloji düşüncesi olarak değil aynı zamanda düşünceyi paylaşım bakımından da Pythagorasçılardan ayrıldığı görülür. E. Rosen'ın da bildirdiği gibi dönemin Copernicus karşıtı isimlerinden Giovanni Maria Tolosani (?-1549) kendi adını gizleyerek yayınladığı *Opusculum De Emendationibus Temporum* adlı eserinde Kilise'nin kabul ettiği Yer merkezli evren düşüncesini savunurken, evrenin merkezine Güneş'i koyan Copernicus'un, evrenin merkezine ateşi koyan Pythagorasçılarla yer yer aynı düşündüğünü dile getirir (E. Rosen, s. 531vd, 1975). Buradaki mektup alıntısı ve devamında söyledikleri, Copernicus'un Pythagorasçı söylemi iyi bildiğini ve hatta ondan etkilendiğini gösterir. Charles H. Kahn'a göre Copernicus'un Pythagorasçılara ilgisi, herhangi bir Rönesans âliminin bir eskiçağ düşünce biçimine olan ilgisinden çok fazladır (C. H. Kahn, s. 159, 2001). Hatta T. S. Kuhn, Copernicus'un Yeni Platonculuğun Rönesans döneminde yeniden canlandırılması hareketine katıldığını düşünür (T. S. Kuhn, s. 230, 2007).

Fakat dostlarım, uzunca bir süre bocalayan ve hatta konuya ilgisini bile yitiren beni yeniden harekete geçirdi: Bu dostlarımın arasında önceliği, ilmin her sahasında şöhrete sahip Capua Kardinali Nicolaus Schonbergius alır. Onun ardından beni içtenlikle seven, edebiyatın tümünde olduğu gibi kutsal metinler konusunda da dikkatli bir öğrenci olan, Chelmno Piskoposu Tidemannus Gisius gelir. O da beni çoğu kere cesaretlendirmiştir; hatta bazen kızarak sadece dokuz yıl değil, bunun dört katı kadar bir zaman daha kendime saklamış olduğum bu kitabımı yayınlamayı, ışığa çıkarmayı düşünmem için üstelemiştir. Benzer şekilde hiç de az kişiden oluşmayan, pek seçkin ve eğitimli bir kesimse, korkularımdan ötürü çalışmamı matematikle ilgilenenlerin ortak kullanımına sunmayı daha fazla geciktirmememe için beni yüreklendirmiştir. Onlara göre, birçoklarına Dünya'nın devindiğine dair kuramım o anda ne kadar saçma görünüyor idiyse kitaplarımın yayınlanmasıyla bir o kadar beğeni ve takdirle karşılanacak, pek açık kanıtlarımla birlikte tuhaflık sisi de dağılacaktı. En nihayetinde bu ikna edici sözlerle ve söz konusu ümitle kamçılanarak uzun zamandan beri benden beklenen çalışmamın dostlarım tarafından basılmasına izin verdim.

Daha önceden bir araya getirmekte binbir güçlük çektiğim Dünya'nın hareketine dair görüşlerimi kaleme almakta tereddüt etmediğimden ötürü[10] gece çalışmalarımı[11] gündüz

---

10 Copernicus bu eserin yayınlanmasından önce 1510 civarında, Güneş merkezli astronomisinin önceki biçimini betimleyen ve gezegenlerin görünen hareketlerini Dünya'nın gerçek hareketiyle ilişkilendiren Commentariolus adındaki kısa bir müsveddeyi arkadaşları arasında dolaştırmıştı. Bu çalışma ilk defa, 19. yy'da "Nicolai Copernici De Hypothesibus Motuum Coelestium A Se Constitutis Commentariolus" başlığı altında yayınlanmıştır (T. S. Kuhn, s. 231, 2007; J. Evans, s. 414-415, 1998; N. S. Hetherington, s. 95-96, 2006).

11 Latincede *lucubratio*, "mum ışığında yapılan gece çalışması" anlamında kullanılır.

ışığına çıkarma cesaretini göstermiş olmamı Kutsal Makamınız çok garipsemeyecekse de; –matematikçilere ait geleneksel görüşün ve yaygın kanaatin aksine– Dünya'ya bir hareket yakıştıran hayalin zihnimde nasıl hâsıl olduğunu benden duymak isteyecektir. Kutsal Makamınızın; matematikçilerin araştırmalarında birbirleriyle olan tutarsızlıklarını görmüş olmam dışında, evrendeki kürelerin hareketlerini hesaplamaya yönelik farklı bir yöntem aramaya beni iten bir şeyin olmadığını bilmesini isterim. Evvela Güneş'in ve Ay'ın hareketine dair öyle belirsiz ifadeler kullanıyorlar ki bir dönencel yılın daimi büyüklüğünü gösteremiyor ve gözlemleyemiyorlar. Sonra, Güneş ve Ay ile birlikte diğer beş gezici yıldızın hareketlerini belirlemede aynı prensiplerden, hesaplamalardan ya da devinimlerle görünen hareketler için aynı kanıtlardan yararlanmıyorlar. Öyle ki, kimileri sadece eş merkezli çemberleri[12], kimileri de dış merkezli çemberleri ve dış tekerleme eğrilerini kullandığından aradıklarına da doğru dürüst ulaşamıyorlar. Eş merkezli çemberlere güvenenler, farklı devinimlerin onlar sayesinde saptanabileceğini gösterebiliyorlarsa da buradan tümüyle olaya özgü kesin bir sonuç çıkaramıyorlar. Buna karşılık dış merkezliliği göz önünde tutanların bu çemberler sayesinde görünen hareketlerin büyük bir bölümünü hesaplayabildiği görülüyorsa da hareketin düzenliliğine dair ilk kaidelerle büyük ölçüde çeliştikleri de gözden kaçmıyor. Ayrıca meselenin özünü –yani evrenin biçimini ya da bir dereceye kadar kesin simetrisini– belirleyemiyor, kabullerinden çıkaramıyorlar. Böylelerinin durumu şuna benzer: Bir kişi, her biri güzel olmakla birlikte tek bir vücuda ait olmayan ve birbirine uymayan ellerini, ayaklarını, kafasını ve diğer organlarını başka başka yerlerden alırsa, bedeni –bu

12 Burada, Aristoteles'in Eudoxus ve Callippus'tan türettiği ve Avrupa'da Copernicus öncesi dönemde İtalyan Fracastoro ve Arnici'nin yeniden canlandırdığı evren sistemi kastediliyor (T. S. Kuhn, s. 132, 2007). Eudoxus için bkz. N. S. Hetherington, s. 21vd, 2006; M. J. Crowe, s. 21vd, 2001.

parçalardan ötürü– bir insandan ziyade bir canavara benzer. Öyle ki, μέθοδον dedikleri kanıtlama sürecinde ya gerekli bir unsuru atlamış ya da asla konuya ait olmayan farklı bir unsuru eklemiş görünüyorlar. Kesin prensipleri izlemiş olsalardı, belki de bu durum başlarına gelmezdi. Zaten öne sürdükleri hipotezler yanlış olmasaydı, hipotezlerden çıkan her sonuç hatasız bir şekilde onaylanırdı. Söylediklerim şu an biraz karışıksa da yeri geldiğinde daha da anlaşılır olacaktır.[13]

Evrendeki kürelere özgü hareketlerin yapısına dair geleneksel matematikteki kesinlikten yoksunluğun üzerinde uzunca bir süre durunca, bu dünyadaki en değersiz konularda bile gereğinden fazla düşünmüş olan filozofların, en iyi ve en düzenli Sanatçı'nın bizim için yaratmış olduğu Dünya'nın işleyişine özgü hareketlere dair ortaya kesin bir şema koyamaması beni rahatsız etmeye başlamıştı. Bu yüzden içlerinde evrendeki kürelere, okullarda matematik ilmini öğretenlerinkinden farklı hareketler atfedenin olup olmadığını öğrenmek için, ulaşabildiğim ölçüde bütün filozofların kitaplarını yeniden gözden geçirmeyi kendime bir görev bildim. Bu sayede evvela Cicero'da[14], Nicetas'ın Dünya'nın devindiği düşüncesinde olduğunu öğrendim. Daha sonra Plutarchus'ta[15] baş-

---

13 T. S. Kuhn'a göre Copernicus burada, Ptolemaeusçu astronominin geleneksel tekniklerinin gezegenler problemini çözemediğini düşünmektedir. Bu da Copernicus'u, zamanın taçlandırdığı bilimsel geleneği, kendi biliminden kaynaklanan gerekçelerle, yani teknik açıdan reddeden ilk gökbilimci yapar (T. S. Kuhn, s. 233, 2007).

14 Marcus Tullius Cicero (MÖ 106-43): Roma'nın en büyük devlet adamı ve hatiplerindendi. Kızının ölümünün ardından kendisini felsefe çalışmalarına vermiş, bu sayede Yunan felsefesine dair kapsamlı bilgilerin, eserleri yoluyla günümüze ulaşabilmesinde önemli bir rol oynamıştır. Burada Nicetas diye geçen isim aslında, Cicero'nun da kullandığı gibi Hicetas olmalıdır: Cicero, Academica Priora II.39.123. Bu konuya dair önemli değerlendirmelerden birine C. B. Schmitt'in *Cicero Scepticus* adlı eserinde rastlarız (C. B. Schmitt, s. 128, 1972). Ayrıca bkz. E. Grant, s. 67, 1974; H. Dingle, s. 72, 1970; T. Young, s. 456, 1845.

15 Lucius Mestrius Plutarchus (MS 46-119/127): Yunan kökenli Romalı tarihçi, biyografi yazarı.

kalarının da bu görüşü paylaştığını gördüm. Bu noktada, herkese faydası olması açısından, Plutarchus'un sözlerini aktarmak istiyorum: *"Bazıları Dünya'nın hareketsiz durduğunu düşünüyor. Fakat Pythagorasçı Philolaus Dünya'nın, Güneş ve Ay gibi, eğik bir çember içinde ateşin etrafında döndüğüne inanıyor. Pontuslu Heraclides ve Pythagorasçı Ecphantus da Dünya'nın ileri doğru değil de bir tekerlek gibi, kendi merkezi etrafında batıdan doğuya doğru hareket ettiğini düşünüyor."*[16]

Bu kaynaklardan yararlanma fırsatını bulduktan sonra Dünya'nın hareketliliğini düşünmeye başladım. Ve bu düşünce ilk başta tuhaf gelmesine rağmen; benden önce başkalarının da gezegenlere özgü fenomeni açıklamak için çemberleri istedikleri gibi hayal etme özgürlüğüne sahip olduklarını gördüm. Bunun üzerine Dünya'ya bir devinim atfedince, göksel kürelerin devinimlerine dair eldeki kanıtların eskilerin kanıtlarından daha sağlam olup olmayacağını denemenin işimi kolaylaştıracağını düşündüm.

Nitekim çalışmanın ilerleyen kısımlarında Dünya'ya atfettiğim hareketler üzerinde dururken, çok sayıda uzun gözlemin yardımıyla en sonunda; diğer beş gezici yıldızın hareketlerinin Dünya'nın dairesel hareketiyle alakalı olduğunu ve yine hareketlerin her bir gezegenin devinimiyle hesaplanabileceğini; dahası bütün fenomenlerin sadece bu duruma

---

16 De Placitis Philosophorum III.13. Copernicus buradaki aktarımı Yunanca yapmaktadır. Ayrıca E. Rosen'ın yorumuna göre, Copernicus'un daha sonradan "Antikçağın Copernicus'u" unvanıyla anılmış olan Aristarchus'un (T. L. Heath, s. 2vd, 1981; B. Russell, s. 205, 2004; M. J. Crowe, s. 28, 2001), tıpkı Copernicus gibi Güneş-merkezli evren düşüncesini savunmuş olduğunu bilmediği burada kendisinden söz etmemesinden anlaşılmaktadır (E. Rosen, s. 3, 1995). E. A. Burtt'un yorumuna göre Copernicus burada eskilerin bu konudaki uzlaşmazlığını göstermeye çalışmaktadır; benzer bir vurguya yine Copernicus'ta, Commentariolus, Fol. 1a, b, 2a'da da rastlanır (A. Burtt, s. 49-50, 2003). Ayrıca bkz. W. K. C. Guthrie, s. 327, 1979; D. Knox, s. 401, 2002.

uymakla kalmadığını, ayrıca bu bağıntının bütün gezegenlerin ve kürelerinin ya da yörünge çemberlerinin düzenini, büyüklüğünü ve hatta bizzat gökleri yakından ilgilendirdiğini; ondaki hiçbir parçanın, geri kalan parçaları ve bütün olarak evreni bozmadan yön değiştiremeyeceğini keşfettim.[17] Buna uygun olarak çalışmamı düzenlerken şu sırayı izledim: İlk kitapta kürelerin ve yörünge çemberlerinin tüm konumlarını Dünya'ya atfettiğim hareketlerle birlikte anlatıyorum; böylece bu kitap evrenin genel yapısını içermiş oluyor. Fakat sonraki kitaplarda diğer gezegenlerin ve kürelerinin ya da yörünge çemberlerinin bütün hareketlerini Dünya'nın hareketliliğiyle ilişkilendiriyorum; böylece diğer gezegenlerin ve yörünge dairelerinin görünen hareketlerinin Dünya'nın hareketleriyle ilişkilendirilmesi sonucunda kayda geçirilebileceği aktarılmış oluyor. İyi eğitimli, hünerli matematikçilerin bana katılacağından şüphem yok; zira matematikçiler, evvela felsefenin gerektirdiği gibi, benim bu çalışmada bütün bunları gösterirken naklettiklerime dair yüzeysel değil derin bir düşünce ve çaba göstermeye istekliler. Kimsenin yargısından kaçmadığımı eğitimliler kadar eğitimsizler de görsün diye, gece çalışmalarıma ait bu ürünleri başkasına değil de sizin Kutsal Makamınıza adamayı tercih ettim; zira dünyanın yaşadığım bu köşesinde de, hem mevkiinizin saygınlığından hem de matematiğe ve edebiyata olan sevginizden dolayı en seçkin kişi olarak kabul ediliyorsunuz; her ne kadar bir atasözü "dalkavuğun ısırığına çare yoktur" dese de otoritenizin yargısıyla iftiracıların ısırıklarına karşı kolayca kalkan olabilirsiniz.

Aslında onlara ait yargıları çılgınlık olarak görüp küçümseyeceğim için, tümüyle matematik cahili olmasına rağ-

---

17 T. S. Kuhn'a göre, Copernicus burada kendi sistemi ile Ptolemaeus sistemi arasındaki çok çarpıcı bir farklılığa işaret etmektedir. Copernicus'un sisteminde artık diğerlerini sabit tutup bir gezegenin yörüngesini keyfi olarak daraltmak ya da genişletmek mümkün değildir (T. S. Kuhn, s. 238, 2007).

men yargısını sunmaya yeltenecek ματαιόλογοι[18] çıkar da Kutsal Söz'ün bir yerini kendi amaçlarına göre çirkince bozup çalışmama saldırmaya ve beni paylamaya kalkışır diye pek de endişeleniyor değilim. Öyle ki, yazarlığıyla tanınan fakat matematikçiler arasında sayılmayan Lactantius'un[19], Dünya'nın küre şeklinde olduğunu söyleyenlerle çocukça alay etmesi bilinmeyen bir şey değildir. Yani demem o ki, benimle bu şekilde alay edecek birileri çıkarsa âlimler hiç şaşırmasın. Matematik, matematikçiler için yazılır[20]; düşüncem beni yanıltmıyorsa, çalışmalarımın, şu anda başında sizin Kutsal Makamınızın bulunduğu Kilise Devleti'ne de hizmet ettiği görülecek. Kısa süre önce X. Leo başkanlığında düzenlenen Laterano Konsülü'nde Kilise Takvimi'nin yeniden düzenlenmesi konusu ele alınmış, ancak yıl ve ay uzunluğu ile Güneş ve Ay'ın hareketleri birbirini tutacak şekilde

---

18 Gevezeler, boş konuşanlar.

19 Lucius Caelius Firmianus Lactantius (MS 240-320 arası): İmparator Constantinus'un oğlunun özel eğitmeniydi. *Divinarum Institutionum* adlı eserinin üçüncü cildini filozofların yanlış bilgeliğine adamış; bu kitabın bir bölümünü küresel Dünya kavramıyla alay etmeye ayırmıştı. Lactantius'a göre insanların baş aşağı asılı durduğu bir bölge olmasının bir saçmalık, göklerin Dünya'nın altında olmasının olanaksız olduğunu göstermek yeterliydi (T. S. Kuhn, s. 185, 2007).

20 *"Matematik, matematikçiler için yazılır"* (*"Mathemata mathematicis scribuntur"*) ifadesi meşhur özdeyişler arasına girmiştir. T. S. Kuhn'un yorumuna göre, bu özdeyişin gösterdiği yaklaşım eserin ilk temel uyumsuzluğudur. Zira bu özdeyişin temelde aktardığı düşünce, bu kitabın teknik ve mesleki bir niteliğinin olduğu üzerinedir. Copernicus'u izlemek isteyen çağdaşları, gezegenlerin konumlarına ilişkin ayrıntılı matematik hesaplarını bilmek durumundaydı; dahası bu hesaplamalar duyularıyla elde ettikleri kanıtlardan da önce gelmekteydi (T. S. Kuhn, s. 240, 2007). Bir yoruma göreyse Copernicus'un bu ifadesi ve bunun etrafında dönen genel yaklaşımı, şöyle bir sonucu doğurmak durumundaydı: Kiliseye bağlı olup çok iyi matematik bilen din adamları sadece Copernicus'un kuramını değil, aynı zamanda bu kuramı değerlendirecek yeni standartları da kabul etmiş olacaklardı (D. C. Lindberg – R. S. Westman, s. 183, 1990). A. Mosley ise bu ifadeyi ortaya koyduktan sonra Copernicus'u, Tycho Brahe ve benzer matematikçilerin aksine, elit bir grubun temsilcisi kılar (A. Mosley, s. 37, 2007).

hesaplanamadığından konu muallâk kalmıştı.[21] O zamandan beri bu konuyla ilgilenen pek seçkin Fossombrone Piskoposu Paulus'un önerisiyle kendimi bu konular üzerinde daha dikkatli bir şekilde çalışmaya adadım. Fakat bu hususta elimden ne gelmişse, tümünü başta sizin Kutsal Makamınız olmak üzere, diğer bütün iyi eğitimli matematikçilerin değerlendirmesine sunarım. Ve bu kitabın yararlılığına dair gerçekleştirebileceğimden daha fazlasını vaat etmemek adına, artık çalışmanın kendisine geçiyorum.

---

[21] Papa, daha uygun bir takvim geliştirilmesi ve mevsimlere dair mevcut problemlerin üstesinden gelinmesi için 1512 yılında bütün uzmanları beş yıl sürecek olan 5. Laterano Konsili'ne davet etti. Birçok uzman bu davete olumlu yanıt verdi; buna karşılık Copernicus'un bu Konsil'e katılıp katılmadığı henüz netleşmemişse de, genel kanaat katıldığı yönündedir (E. Rosen, s. 531, 1975).

Nicolaus Copernicus'un Göksel Kürelerin Devinimleri'nin Birinci Kitabı

1. Evrenin Küre Şeklinde Olması

Evvela evrenin küre şeklinde olduğunu kabul etmeliyiz. Bu, ya tüm şekiller içinde en kusursuzu, yapısında hiçbir noksanlık taşımayan, tam anlamıyla eksiksiz olan kürenin biçiminden; ya tüm şekiller içinde en uygununun küre olmasından ve doğal olarak her şeyi içine alıp muhafaza edebileceğinden; ya evrendeki bütün kütlelerin –Güneş'i, Ay'ı, gezegenleri ve yıldızları kastediyorum– tümüyle küre şeklinde olmasından; su damlalarında ve diğer akışkan maddelerde görüldüğü gibi kendi başlarına hareket etmek istediklerinde küreye dönüşmeye meyilli olmalarından ötürü böyledir. Böyle bir şeklin göksel cisimlere yakıştırılmış olmasından kimse kuşku duymaz.

2. Dünya'nın da Küre Şeklinde Olması

Her tarafından merkeze doğru eğimli olduğundan Dünya da küre şeklindedir. Her ne kadar tepelerin yükseltileri ve vadilerin derinlikleri içinde küreymiş gibi görünmese de bunlar Dünya'nın yuvarlaklığına pek etki etmez. Bu durum şöyle açıklanabilir: Bir noktadan kuzeye

doğru gidildiğinde, günlük devinim doğrultusunun kuzey ucu yavaş yavaş yükselir, ötekiyse aşağıya doğru aynı şekilde hareket eder. Kuzeyde yer alan birçok yıldızın hiç batmadığı; güneydeki birçok yıldızınsa artık hiç yükselmediği görülür. Bu yüzden Canopus[22], İtalya'da görünmezken, Mısır'da açık seçik ortadadır. İtalya Fluvius'un son yıldızını[23] bilirken, soğuk bölgemiz onu tanımaz bile. Güneye gidildiğindeyse bunun aksine, kuzeye gidenlerin artık göremediği yıldızlar yükselirken, bizim yüksekte gördüklerimiz alçalır. Dahası kutupların eğimleri, Dünya'nın kutuplara eşit mesafedeki her noktasında aynı orana sahiptir ve bu durum, küre dışındaki başka hiçbir şekil için geçerli değildir. O halde Dünya'nın bu uç noktalar arasında yer aldığı ve bu yüzden küre şeklinde olduğu açıktır. Şunu da ekleyin: Akşama doğru meydana gelen Güneş ve Ay tutulmalarını doğudakiler, sabah tutulmalarını ise batıdakiler görmez. Arada meydana gelen tutulmaları ise doğudakiler daha erken, batıdakiler daha geç görür. Su yüzeyinde de durumun aynı olduğu gemiciler tarafından tespit edilir. Örneğin kara parçası geminin güvertesinden henüz görülmemişken gemi direğinden görülebilir. Yine gemi kıyıdan ayrılırken karada kalanlar, gemi direğinin tepesinde asılı duran bir şeyin, tümüyle gözden yitene kadar yavaş yavaş alçaldığına şahit olur. Su da doğası gereği –tıpkı toprak gibi– her daim alçak yerlere meyleder; kıyının dışbükeyliğinin müsaade ettiğinden daha yukarı çıkamaz. Bu da karaların okyanus sularından çok daha yüksek olmasının sebebidir.

---

22 Yunancası Κάνωπος olan bu yıldız, literatürde Kral Menelaos'un gemisinin Mısır'daki kılavuzu olarak geçer. Adgır, Yıldırak, Suhail adlarıyla da anılır (M. Pultar, s. 23; 116, 2007). Karina takımyıldızında yer alan Canopus, gökyüzünün en parlak ikinci yıldızıdır.

23 Nehir takımyıldızındaki son yıldız.

3. Karalar ve Denizler Nasıl Tek Bir Küre Oluşturur?

Sularını fark gözetmeksizin her tarafa akıtan okyanuslar derin çukurları da doldurur. Su yeryüzünü tümüyle yutmasın ve canlıların esenliği için karaların bir kısmı kalsın da buralarda adalar oluşabilsin diye, her biri kendi ağırlığıyla aynı merkeze yönelen suların karalardan daha az olması gerekiyordu. En nihayetinde bir kıta –hatta bütün anakaralar– geniş bir adadan başka nedir ki?[24] Dünya'daki tüm suların, karalardan on kat daha fazla hacimli olduğunu söyleyen kimi Peripatetikleri de[25] dinlememek lazım. Elementlerin dönüşümü sırasında bir parça topraktan on parça su oluştuğunu tahmin eden Peripatetikler, bunu şöyle izah ediyor: Toprak ağırlığı her yerde aynı değildir, onun oluşturduğu yüksek yerlerin içinde büyük boşluklar da olabileceğinden, ağırlığın merkezi başka, büyüklüğün merkezi başkadır. Fakat geometri cahili oldukları için yanılıyorlar; toprağın yedi katı kadar su olduğunda karaların bir parçasının bile kuru kalmasının mümkün olamayacağından habersizler. Bunun mümkün olabilmesi için toprağın ağırlık merkezini terk etmesi ve –sanki o kendisinden daha ağırmış gibi– suya yer açması gerekir. Zira kürelerin hacimleri çaplarının küpüyle orantılıdır. O halde yedi parça su ve bir parça toprak olsaydı, karaların çapı suyun oluşturduğu kürenin yarıçapından daha fazla olamazdı; bu yüzden su hacminin on kat daha

---

24 T. S. Kuhn'un değerlendirmesine göre, Copernicus burada Dünya'nın ağırlıklı olarak toprak ve sudan oluştuğunu; yine Dünya'nın bir küre olmasının hem toprağın hem de suyun varlığını gerektirdiğini göstermek ister. Toprak devindiğinde, sudan daha zor dağılır; katı bir kürenin devinimi sıvı bir kürenin deviniminden daha akla yatkındır (T. S. Kuhn, s. 244, 2007).

25 Peripatetikler (Yun. περιπατητικοί): Eski Yunan'da bir felsefe okulunun üyeleri. Eğitimlerini gezerek sürdürdüklerinden kendilerine "gezginciler/gezenler" anlamındaki bu isim verilmiştir. Ayrıca bkz. L. Thorndike, s. 427, 2003.

fazla olması hiç akla yatkın değildir. Yerin ağırlık merkeziyle çekim merkezi arasında bir fark olmadığı, okyanuslardan dışa doğru yükselen karaların sürekli olarak genişlememesinden de anlaşılabilir. Yoksa deniz suları toprakla kaplanır ve içdenizlerle büyük körfezlerin oluşumuna müsaade etmezdi. Dahası, kıyılardan okyanusun derinliklerine doğru gidildikçe artış durmaz; gemiciler uzun yolculukları sonunda ne bir adaya, ne bir kayalığa ne de herhangi bir toprak parçasına varabilirdi. Oysa gayet iyi biliyoruz ki Mısır Denizi'yle Kızıldeniz arasında neredeyse 15 stadium[26] kadar bir toprak parçası vardır. Oysa bunun tam aksine, Ptolemaeus[27] *Cosmographia*'sında üzerinde yerleşimin olduğu karaları –bilinmeyen bir kara parçasını da içine alarak– orta çembere kadar genişletiyor; son keşiflerin Kuzey Çin'i ve 60° boylamına kadar olan toprakları içine alarak kapsadıkları bölgeleri dışarıda bırakıyordu. Oysa yaşanabilir topraklar artık okyanusun geri kalanının ulaştığı boylamdan da öteye genişlemiş durumda. Bunlara İspanya ve Portekiz krallarının zamanımızda keşfettiği adaları, özellikle de onu bulan geminin kaptanının adının verildiği, ölçülemez büyüklüğünden ötürü kendisine ikinci bir *orbis terrarum*[28] de-

---

26 Stadium: Bir milin sekizde biri.

27 Claudius Ptolemaeus (Yun. Κλαύδιος Πτολεμαίος - MS 90-168): Romalı matematikçi, gökbilimci, coğrafyacı ve astrolog. Bir yoruma göre Euclides geometride ne yapmış ve nasıl bir ün kazanmışsa, Ptolemaeus da astronomide aynı şeyi yapmış ve aynı derecede ün kazanmıştır. Antikçağın en büyük gökbilimcisidir (N. S. Hetherington, s. 51, 2006). Ptolemaeus'un en büyük astronomi eseri çok geçmeden Yunancada "en büyük" anlamına gelen "megiste" adını almış; daha sonradan Arapçaya çevrildiğinde başına "al-" ekinin getirilmesiyle "Al-megiste" olmuş, ünü ise MS 1175 yılında Latinceye çevrilmesiyle daha da yayılmıştı (N. S. Hetherington, s. 51, 2006). Ptolemaeus, çağının gökbilim düşüncelerini geliştirmiş, dizgenin öğelerini hayranlığa değer bir biçimde düzenlemişti (A. Koyre, s. 114, 2008). Savunduğu yer-merkezli (geocentric) evren görüşü, Copernicus'a gelinceye değin yüzyıllar boyunca –özellikle de dini kavramlarla örtüşmesinden ötürü Kilise tarafından– kabul görmüştür.

28 Orbis terrarum: Yeryüzü yuvarlağı, yeryuvarlağı.

nen Amerika'yı[29] ve bugüne kadar hâlâ bulunamamış olan diğer birçok adayı da eklediğinizde; bu kara parçalarının da karşı tarafında bulunan karaların ve karşıt ülkelerin ortaya çıkmasına pek şaşırmamalıyız. Zaten geometrik akıl yürütme bizi Amerika'nın Hindistan'daki Ganj Havzası'nın tam karşıt konumunda bulunduğuna inanmaya mecbur kılıyor. Bütün bunlardan hareketle karaların ve denizlerin aynı ağırlık merkezine tabi olduğu kanaatini taşıyorum. Bu aynı zamanda yeryüzünün büyüklük merkezidir, zira toprak daha ağır olup, içindeki yarıklar da suyla dolmuştur. Bu sebeple de yüzeyde sular daha fazlaymış gibi görünse de karalarla karşılaştırıldığında denizler daha azdır. Bu yüzden karalar, bünyesindeki suyla beraber, gölgesinin de gösterdiği şekli taşıyor olmalıdır; zaten Ay tutulması sırasında tam da böyle bir çember ortaya çıkıyor. Dolayısıyla Dünya, Empedocles[30] ve Anaximenes'in[31] düşün-

---

29 A. Mattelart şöyle diyor: 1507'de Vosges'deki Saint-Die Manastırı'nın haritacı keşişi Martin Waldseemüller Dünya'nın kadim çağlardan miras bakış açısını değiştirmeye kalkışır. Amerigo Vespucci tarafından Yeni Dünya'dan (Mundus Novus) getirilmiş verilerin yardımıyla bir mapa mundi (Dünya haritası) hazırlar ve bu haritada Mundus Novus için "Amerika" der. Bu yeryuvarlağı haritasının üst bölümünde, solda, MS II. yüzyılın coğrafyacısı ve astronomu Claudius Ptolemaeus'un resmi ve Eski Dünya, sağda ise Mundus Novus ve Vespucci vardır. Demek ki yavaş yavaş Amerika adını kabul ettiren, Vespucci'nin yolculuk öykülerinin Latince baskısına da ekinde yer veren Lorrainli keşişin *Cosmographiae Introductio*'sudur (A. Mattelart, s. 27, 2005).

30 Empedocles (MÖ 490-430): Sicilya'da bir Yunan kolonisi olan Agrigentum vatandaşı olan presokratik filozof. Copernicus'un burada aktardığının aksine Empedocles'in daire şeklinde bir Dünya tasarladığı düşünülmektedir. Empedoclesçi düşüncede, sevgi –felsefi anlamda– yeryüzündeki her bir noktaya eşit uzaklıktadır; bu yüzden Dünya küre şeklinde olmalıdır (D. O'brien, s. 144, 1969).

31 Anaximenes (MÖ 585-525): Miletoslu presokratik filozof. Aristoteles'in aktardığına göre (De Caelo 294b13) Anaximenes, Dünya'nın düz olduğunu düşünmekteydi; bu düşünce aynı zamanda Dünya'nın durağanlığının da nedenidir. Bkz. W. K. C. Guthrie, s. 133, 1979.

düğü gibi düz, Leucippus'un[32] ileri sürdüğü gibi davul şeklinde, Heracleitus'un[33] iddia ettiği gibi kâse şeklinde, Democritus'un[34] söylediği gibi ortası delik bir biçimde değildir. Ayrıca Anaximander'in[35] dediği gibi silindir veya Xenophanes'in[36] dediği gibi tabana doğru yoğunluğu artan bir koni şeklinde de değildir. Dünya, filozofların da düşündüğü gibi, kusursuz bir küredir.

4. Göksel Cisimlerin Hareketleri Düzenli, Daimi ve Daireseldir ya da Dairesel Hareketlerden Oluşur

Bütün bunlardan sonra, göksel cisimlerin hareketinin dairesel olduğunu aktaracağız. Zira kürenin hareketi daire-

---

32 Leucippus (MÖ 5. yüzyılın ilk yarısı): Atomcu düşünceyi ilk geliştiren filozof. Diogenes Laertius, Leucippus'un Dünya'yı davul şeklinde düşündüğünü söylemektedir (IX.30-3). Ayrıca bkz. Stobaeus I.22.1e; Hippolytus, Refutatio I.12-13; C. C. W. Taylor, s. 95, 1999.

33 Heracleitus (MÖ 535-475): Ephesuslu presokratik filozof. Copernicus'un, Dünya'nın şekline dair Empedocles'te olduğu gibi Heraclitus'un fikrini de yanlış aktardığı düşünülmektedir. D. Knox'un bir makalesine göre, Pseudo-Plutarchus'a ait bir görüş (Placita Philosophorum II.26, 89) Copernicus'un buradaki ifadesini yanlış çıkarmaktadır: Buna göre Heracleitus ve Empedocles, Ay'ın düz bir disk ve kâse şeklinde olduğunu düşünmektedir (D. Knox, s. 401, 2002; G. C. Lewis, s. 97, 1862). Copernicus'un Plutarchus referansları için bkz. A. Birkenmajer, "Kopernik jako filozof", Studia i Materialy z Dziejow Nauki Polskeij, Seria C, fasc. 7 (1963), s. 31-33, s. 43-44. Başka bir yoruma göreyse Heraclitus Güneş'in kâse şeklinde olduğunu düşünüyordu (G. C. Lewis, p.96, 1862).

34 Democritus (MÖ 460-370): Leucippus'un öğrencisi, Abderalı atomcu filozof. Aristoteles'in bildirdiğine göre (De Caelo 294b13) Democritus, Dünya'nın durağan olmasının nedenini düz olmasına bağlamıştır. Ayrıca bkz. C. W. Taylor, p.100, 1999.

35 Anaximander (MÖ 610-546): Miletoslu presokratik filozof. Anaximander, bir bildirime (G. Naddaf, s. 75, 2005) göre Dünya'nın küre şeklinde; başka bir bildirime (J. Burnet, s. 23, 2008) göreyse Thales'in diskiyle Pythagoras'ın küresi arasında bir şekilde olduğunu düşünüyordu.

36 Xenophanes (MÖ 570-480): Kolophonlu Yunan filozof ve şair. Bir görüşe göre Xenophanes Dünya'nın küre şeklinde olduğunu düşünmüştü (C. C. W. Taylor, s. 19, 1999). E. Rosen'ın yorumuna göre Xenophanes'in Dünya'yı koni şeklinde düşündüğünü söyleyen tek kişi Copernicus'tur (E. Rosen, s. 140, 1995).

sel dönme şeklindedir; gerçekleştirdiği bu eylem onun yalın ve olabilecek en basit biçimini ortaya koyar, hepsi birbirine benzeyen noktaları üzerinde ilerlerken ne başı ve sonu anlaşılabilir, ne de bunlar ayırt edilebilir. Fakat kürelerin veya yörünge çemberlerinin büyüklüğüne bağlı birçok hareket vardır. En bilineni de Yunanların νυχθήμερον dediği, gündüzle gecenin toplam süresi kadar olan günlük devinimdir. Bu hareket sebebiyle Dünya'nın dışında kalan tüm evrenin doğudan batıya doğru döndüğü farz edilir. Günlerin sayısıyla zamanın ta kendisini hesaplayabildiğimiz için bu devinim, tüm hareketlerin genel ölçüsü olarak alınmıştır. Daha sonra Güneş'in, Ay'ın ve gezici yıldızların tam ters yöndeki, yani batıdan doğuya doğru olan devinimlerini görürüz. Böylece Güneş bize yılı; Ay ise en yaygın zaman dilimleri olan ayları verir; diğer beş gezegenin her biriyse kendi döngülerini takip eder. Ne var ki bu hareketler birçok yönden ilk hareketten farklıdır. İlk olarak bu gezegenler ilk hareketle aynı eksen etrafında dönmez; eğik ekliptiği takip eder. Sonra bu gezegenler kendi yörüngelerinde düzenli bir şekilde dönüyor gibi de görünmez. Güneş ve Ay'ın kimi zaman daha yavaş, kimi zaman daha hızlı hareket ettiği görülür. Beş gezici yıldızınsa bu iki hareket arasında bazen geriye doğru gittiğini bazen de durmaya yaklaştığını fark ederiz. Güneş'in her daim kendi rotasında dümdüz ilerlemesinin aksine, bunlar bazen güneye, bazen kuzeye saparak farklı yollarda hareketini sürdürür; zaten onlara bu yüzden "gezegenler" denmiştir. Şunu da eklemek gerekir ki Dünya'ya daha yakın olduklarında "yerberide", uzaklaştıklarında ise "yerötede" oldukları söylenir. Yine bu hareketlerin dairesel olduğunu ya da birçok dairesel hareketin birleşiminden oluştuğunu kabul etmeliyiz; hareketlerindeki düzensizlikler de kesin bir yasaya bağlı olup belli zamanlarda yinelenir. Zaten bu durum, gezegenlerin hareketleri dairesel olmasaydı söz konusu olamazdı. Öyle ki,

geçmişteki konumuna geri dönebilen tek şekil çemberdir; örneğin Güneş, dairesel hareketlerden oluşan devinimiyle bize günlerle gecelerin eşitsizliğini ve yılın dört mevsimini sürekli geri getirir. Birçok devinim bu hareketle anlaşılabilir; zira basit yapılı göksel bir cismin düzensiz bir şekilde hareket edebilmesini tek bir küre sağlayamaz. Zira bu durum –ister cismin kendi doğasından isterse bir dış nedenden kaynaklansın– ya taşıyıcı gücün değişkenliğinden ya da kendisiyle taşınan cisim arasındaki eşitsizlikten meydana gelir. Her iki duruma da akıl sır erdirilemediğinden ve olabilecek en iyi sistem içindeki bu nesneler arasında böyle bir durumun söz konusu olduğunu düşünmek manasız olduğundan; –ya yörüngeleri farklı eksenlerden geçtiği için ya da Dünya, gezegenlerin yörünge çemberlerinin merkezinde yer almadığı için– göksel cisimlerin düzenli hareketlerinin bize düzensiz göründüğü kabul edilmiştir. Dünya'dan izleyen bizlere göründüğü kadarıyla, *Optik*'te de gösterildiği gibi, Dünya'dan farklı uzaklıklarda bulundukları için gezegenler yakın geçişlerde daha büyük, uzak geçişlerdeyse daha küçük görünür: Bu yüzden farklı uzaklıklarda görülen yörünge çemberinin birbirine eş yayları, aynı sürede kat edilse de eşit değilmiş gibi görünecektir. Bu nedenle her şeyden evvel yeryüzünün gökyüzüyle bağlantısı üzerinde dikkatle durmamız gerektiğini düşünüyorum; zira en yüksekteki nesneleri incelerken bize daha yakın olan nesneler hakkında cahil kalmamak ya da benzer şekilde Dünya'ya ait nitelikleri göksel cisimlere yüklememek gerekir.[37]

---

37 T. S. Kuhn'un yorumuna göre, Copernicus'un buraya kadarki uslamlamalarının tümü ya Arıstotelesçi ya da skolastiktir; evreni de geleneksel kozmolojinin evreninden ayırt edilemez. Hatta bazı noktalarda çağdaşlarının çoğundan daha Aristotelesçidir. Buraya kadar görünen Copernicus daha gelenekçidir. Dünya'nın devindiğini öne sürmeyi artık geciktirmeyip gelenekten koptuğunu gösterecektir (T. S. Kuhn, s. 247, 2007).

5. Dünya'nın Deviniminin Dairesel Olup Olmadığı ve Konumu Üzerine

Dünya'nın da küre şeklinde olduğunu gösterdikten sonra hareketinin de şekline uygun olup olmadığının ve evrendeki konumunun ne olduğu üzerinde durulması gerektiğini düşünüyorum. Bunlar bilinmeden göklerdeki işleyişe dair kesin bir çıkarım yapmak da mümkün değildir. Dünya'yı evrenin merkezine yerleştirme düşüncesi öyle hâkimdir ki, birçok düşünür aksi bir görüşün düşünülemez, hatta saçma olduğuna kati bir şekilde inanır. Bununla birlikte meseleyi dikkatle ele alırsak, sorunun henüz çözülmediğini ve bundan dolayı da hor görülmemesi gerektiğini göreceğiz. Konumda görünen her değişiklik, görünen nesnenin ya da görenin hareketine bağlı olarak veyahut kaçınılmaz bir biçimde her ikisinin eşit olmayan hareketiyle meydana gelir. Zira aynı yöne doğru eşit bir biçimde devinen nesneler arasında –yani görülen ile gören arasında– hareket algılanamaz. Dünya göksel devinimlerin gözlendiği, bakış açımızın şekillendiği yerin kendisidir. O halde Dünya'ya bir hareket atfediliyorsa, o hareket bizzat Dünya'nın dışındaki evrenden de görülmelidir; ancak bu, özellikle günlük devinimde olduğu üzere, ters istikametteymiş gibi görünecektir. Bu yüzden Dünya ve etrafındakiler dışında tüm evren dönüyormuş gibi görünür. Kaldı ki bu devinimle ilgili olarak gökyüzünün hiçbir hareketinin olmadığını, sadece Dünya'nın batıdan doğuya doğru döndüğünü kabul ederseniz; ciddi bir incelemeden sonra Güneş'teki, Ay'daki ve yıldızlardaki doğuş ve batışın da aynen bu şekilde gerçekleştiğini görebilirsiniz. Her şeyi kapsayan ve kaplayan, evrenin ortak mekânı olan gökyüzü söz konusu olduğundaysa; niçin kapsananlara değil de kapsayana ya da yer kaplayan nesnelere değil de onlara yer sağlayana hareket atfedildiğini kavramak kolay olmaz. Cicero'dan[38] öğrendiğimiz kadarıyla Pyhtago-

[38] Cicero, Academica Priora II.39.123.

rasçı Heraclides[39] ve Ecphantus[40] ile Syracusalı Hicetas[41]; Dünya'nın evrenin merkezinde dönmekte olduğunu düşünmüş; yıldızların, Dünya'nın araya girmesiyle battığına, aradan çekilmesiyle de doğduğuna inanmıştı. Bu kabulle birlikte neredeyse herkes Dünya'nın evrenin merkezi olduğu savına sahip çıkmış ve buna inanmışsa da Dünya'nın konumuna dair aslında hiç de küçük olmayan başka bir problem de ortaya çıkmıştır. Biri çıkıp da Dünya'nın evrenin merkezinde veyahut ortasında bulunduğunu inkâr etse bile, yine de Dünya'nın sabit yıldızlar küresiyle olan mesafesinin karşılaştırma götürmeyecek kadar büyük olduğunu, ancak Güneş'in ve diğer gezegenlerin yörünge çemberleriyle karşılaştırılabilir bir mesafede bulunduğunu kabul etmek durumundadır. Nitekim aynı kişi, hareketlerin Dünya'nın değil de başka bir merkezin etrafında konumlandıkları için düzensiz göründüğünü düşünerek belki de düzensiz görünen harekete dair kusursuz bir neden de ortaya koyabilir. Bu yüzden gezici yıldızların bazen Dünya'ya yakın, bazen de ondan uzak görünmesi kaçınılmaz olarak Dünya'nın merkezinin yörünge çemberlerinin merkezi olmadığı sonucunu doğurur. Gezegenlerin mi Dünya'ya, yoksa Dünya'nın mı gezegenlere yakınlaşıp uzaklaştığıysa henüz belli değildir. Biri çıkıp da Dünya'nın günlük dönüşüne ilave olarak başka bir devinimden söz ederse bu hiç de şaşırtıcı olmayacaktır. Zira –Platon'un[42] yaşamını yazanlardan öğrenildiği kadarıyla– Platon'un onu görmek amacıyla İtalya'ya kadar gittiği, hiç de sıradan sayılamayacak bir matematikçi olan

---

39 Heraclides (MÖ 387-312): Herakleides diye de bilinen, Pontuslu filozof.

40 Ecphantus (MÖ 4. yy.): Hakkında çok fazla bilgiye sahip olmadığımız Ecphantus'un Syracusalı ve Pythagorasçı olduğunu biliyoruz.

41 Hicetas (MÖ 400-335): Pythagorasçı disipline bağlı Yunan filozof. Heraclides ve Ecphantus gibi, o da sabit yıldızların günlük hareketinin Dünya'nın ekseni etrafında dönüşüyle ilişkili olduğunu düşünüyordu. Bkz. C. H. Kahn, s. 160, 2001.

42 Platon (MÖ 428-348): Büyük Yunan filozofu.

Pythagorasçı Philolaus'un,[43] Dünya'nın bir çember çizdiği ve başka birtakım hareketlerde de bulunduğunu düşündüğü dile getirilir. Buna karşın pek çok kişi, evrenin merkezinin sabit kalmasından ve ona en yakın cisimlerin de çok yavaş dönüyor olmasından hareketle, Dünya'nın aslında evrenin merkezi olduğunun ve tıpkı bir nokta gibi göklerin uçsuz bucaksızlığında merkezi teşkil ettiğinin geometrik bir akıl yürütmeyle kanıtlanabileceğine inanmıştır.[44]

6. Dünya'nın Büyüklüğüyle Karşılaştırıldığında Göklerin Uçsuz Bucaksızlığı Üzerine

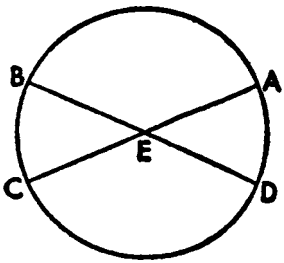
Dünya'ya ait büyük kütlenin göklerin büyüklüğüyle karşılaştırılamayacağı ufuk çemberinin[45] (Yunanlar bunun için ὁρίζοντες tabirini kullanmıştır) bütün gökküreyi ikiye bölmüş olmasından anlaşılabilir; öyle ki Dünya'nın büyüklüğü göklerle karşılaştırılabilir ya da Dünya'nın evrenin merkezine mesafesi anlaşılabilir olsaydı, bu durum gerçekleşmezdi.

---

43 Philolaus (MÖ 480-385): Pythagorasçı presokratik filozof. Bir bildirime göre Copernicus, devrim niteliğindeki kozmoloji sistemini eski kaynaklardan canlandırdığını söylüyordu. Bu nedenle astronomisi bir süre *astronomia Pythagorica*, yani "Pythagoras astronomisi" ya da *astronomia Philolaica*, yani "Philolaus astronomisi" şeklinde anılmıştı (W. Burkert, s. 337, 1972). Ayrıca bkz. Aristoteles, De Caelo 2.13-14; M. R. Wright, s. 155, 1995; D. Knox, s. 401, 2002.

44 T. S. Kuhn'un yorumuna göre, Copernicus burada devinen Dünya kavramının gökbilimciler açısından en dolaysız biçimde yararlı olduğunu anlatmaktadır. Copernicus'un sisteminde gezegen devinimlerindeki belli başlı düzensizlikler yalnızca görünüştedir. Devinen bir Dünya'dan bakıldığında, aslında düzenli bir şekilde devinen bir gezegen, düzensiz bir şekilde deviniyor gibi görünecektir; Copernicus bu yüzden Dünya'nın bir yörünge devinimi olduğuna inanmamız gerektiğini düşünür. Yine T. S. Kuhn'un yorumuna göre Copernicus'un bu noktayı hiçbir surette yukarıda olduğu gibi açık bir şekilde kanıtlamaması ilginçtir. Çalışmasının başka bölümlerinde değindiği diğer astronomik yararlara da kanıt getirmez (T. S. Kuhn, s. 249-250, 2007).

45 Ufuk çemberi: Yer küresine gözlemcinin bulunduğu noktadan çizilen teğet düzleme ufuk denir. Bu düzlemin gök kubbesini kestiği noktaların meydana getirdiği arakesit ufuk çemberidir (A. Kızılırmak, s. 54-55, 1964).



Bir küreyi kesen ve kürenin merkezinden geçen daire, bu küreyi çevreleyebilecek en büyük dairedir. ABCD, ufuk çemberi olarak alınsın; E, bizim görüş alanımızı temsilen Dünya ve sayesinde görülebilen yıldızların görülmeyen yıldızlardan ayırt edileceği ufkun merkezi olsun. E'ye yerleştirilmiş olan bir dioptra[46], horoskop[47] ya da mercek[48] sayesinde C noktasında doğan Yengeç'in başlangıcı ve tam o anda A noktasında Oğlak'ın batışının başlangıcı tespit edilsin. Dioptra yardımıyla AEC düz bir çizgi üzerinde yer aldığından, bu çizginin ekliptiğin çapı olduğu açıktır; zira altı burç, merkezi ufkunkiyle aynı olan –E olan– bir yarım çember çizer. Buna karşılık bir devinim meydana geldiğinde ve Oğlak'ın başlangıcı B'de yükseldiğinde; Yengeç'in batışı D'de

---

46 Dioptra ya da iki delikli araç (Lat. dioptra): Zat el-Sakbeteyn. Güneş'in ve Ay'ın çaplarını, Güneş ve Ay tutulmalarının miktarlarını hesaplamakta ve gökcisimlerinin görünen büyüklüklerini ölçmekte kullanılır (Y. Unat, "Eski Astronomi Metinlerinde Karşılaşılan Astronomi Terimlerine İlişkin Bir Sözlük Denemesi"; http://getir.net/43o : Nisan 2009). Archimedes *Psammites* (Kum Sayan) adlı eserinin bir yerinde (I.II.224.2ff) Güneş'in açısal çapını bulmak için bu aleti kullandığından bahseder. Ptolemaeus (Syntaxis V 14, I i 417. Iff) ise Hipparchus'un bu aleti daha da geliştirdiğini söyler, zaten daha sonradan bu alet Hipparchus dioptrası olarak anılmıştır (J. Barnes, s. 137, 2005). Bkz. C. J. Tuplin – T. E. Rihll, s. 153, 2002; M. Clagett, s. 97, 2001.

47 Horoskop (Lat. horoscopus): Zayiçe. Yıldızların belli bir zamandaki yerlerini, durumlarını gösteren tablo.

48 Lat. chorobates.

görünecek; BED düz bir çizgi ve ekliptiğin[49] çapı olacak. Fakat AEC çizgisinin de aynı dairenin çapı olduğu görülmüştür; bu yüzden ortak kesitte E noktası bu ortak kesitin merkezi olacaktır. Böylelikle ufuk çizgisi, küredeki en büyük daire olan ekliptiği daima ikiye böler. Bir kürede bir çember, en büyük çemberlerden birini ikiye bölerse, bölen çemberin bizzat kendisi de en büyük çemberlerden biri olur; o halde ufuk çemberi de en büyük çemberlerden biridir. Her ne kadar Dünya'nın yüzeyinden çekilen çizgiyle Dünya'nın merkezinden geçen çizginin birbirinden farklı olması gerekiyorsa da Dünya'ya ilişkin bu çizgiler hesap edilemez ölçüde büyük olduğundan, sanki paralellermiş gibi görünür. Çünkü sonlandıkları noktaların pek uzakta olması, onları sanki tek çizgiymiş gibi gösterir ve aralarındaki mesafe –*Optik*'te de gösterildiği gibi– bu çizgilerin uzunluklarından ötürü anlaşılmaz düzeydedir. Kuşkusuz bu veri de Dünya'yla karşılaştırıldığında göklerin uçsuz bucaksızlığını ya da sınırsız büyüklüğünü, duyularımıza göre söyleyecek olursak Dünya'nın göklere kıyasla bir cismin tek noktası kadar olduğunu veyahut sınırsız büyüklükteki bir nesnedeki sınırlıyı temsil ettiğini ortaya koyar. Fakat bundan başka bir şeyin gösterilemediğini ve bunun da Dünya'nın evrenin merkezinde yer aldığını kanıtlamadığını görüyoruz. O halde, sadece kü-

---

49 Ekliptik ya da Burçlar Kuşağı (Lat. signifer): Felek el-burûc. Güneş'in bir yıl boyunca üzerinde dolandığı çember. "Çevreleyen kürelerin adedi, yıldızların bütün hareketleri ile birlikte, sekizdir. Bunlardan yedisi yedi gezegen için, en yüksek olan sekizincisi ise sabit yıldızlar içindir ve burçlar kuşağı olarak adlandırılır." [Fergânî, 12, 125: El-Fergânî, The Elements of Astronomy, Harvard 1998] (Y. Unat; http://getir.net/430: Nisan 2009). A. Kızılırmak'ın bildirdiğine göre ekliptik ya da tutulma dairesi olarak anılan çember ilk olarak MÖ 2000 yıllarında bulunmuştu. Hatta tutulmaların bu daire ile ilgili olduğu, yani tutulmaların ancak Ay ve Güneş'in bu daire yakınlarında bulunması halinde mümkün olduğu o zaman anlaşılmıştı. Tutulma dairesi adı da o zamandan kalmadır (A. Kızılırmak, s. 59, 1964).

çük bir parçası olan Dünya döneceğine, böylesine büyük bir evrenin 24 saatlik bir zaman diliminde dönüyor olmasına daha fazla şaşırmamız gerekmez mi? Ayrıca merkezin hareketsiz olduğunu ve merkeze en yakın olanların en az hareket ettiğini söylemek de Dünya'yı evrenin merkezinde konumlandırmak anlamına gelmez. Bu, göklerin döndüğünün fakat kutup noktalarının durağan olduğunun ve onlara yakın yerlerin çok az devindiğinin söylenmesinden başka bir şey olmaz. Kutba daha yakın olduğu için küçük bir çember çizen Küçük Ayı takımyıldızının Kartal ve Köpek takımyıldızlarından çok daha yavaş hareket ettiği görülür. Bütün bu takımyıldızlar, devinme hızı kendi eksenine yaklaştıkça azalan ve böylece bütün parçalarının aynı hızla hareket etmesi mümkün olmayan tek bir küre üzerinde bulunur. Fakat yine de bu küreyi oluşturan parçalar, dönüşleri boyunca aynı mesafeyi kat etmeseler de aynı sürede turlarını tamamlar. O halde Dünya'nın, göksel kürenin bir parçası olarak merkeze yakın olanın daha az devinmesi hususunda göksel küreyle aynı biçimde ve hareket tarzında olduğuna dair iddianın kanıtı buradan kaynaklanmaktadır. Yani bir merkez değil de bir kütle olarak, göksel bir çembere göre daha küçük fakat onunkine benzer yaylar çizecektir. Bunun yanlışlığı gün gibi ortadadır; zira bu şekilde bir yerde sürekli geceyken, başka bir yerde sürekli gündüz olması gerekirdi; ayrıca bütünün ve parçanın hareketi bir ve birbirinden ayrılmaz olduğundan günlük doğuşlar ve batışlar da hiç gerçekleşmezdi. Tabiatın çeşitliliğiyle birbirinden ayrılan nesneler arasındaki oran o kadar farklıdır ki daha küçük bir yörüngeye kısılmış olanlar, daha büyük bir çember çizenlerden daha hızlı döner. Nitekim en uzak gezegen olan Satürn 30 yılda döner; Dünya'ya hiç şüphesiz en yakın olan Ay dönüşünü bir ayda tamamlar ve Dünya da bir gün ve bir gecelik bir sürede döner. Günlük devinim konusunda da benzer bir kuşku kendini gösterir. Yukarıda söylenenlerden sonra Dünya'nın

pek kesin olmayan konumu da bir tartışma konusudur. Gerçekten de Dünya'nın büyüklüğüyle karşılaştırıldığında elimizde göklerin sonsuz olmasından başka hiçbir veri yoktur; bu enginliğin nereye kadar uzandığı neredeyse hiç belli değildir.

7. Eskiler Niçin Dünya'nın Evrenin Ortasında Bir Merkez Gibi Durduğunu Düşünmüştü?

Eski filozoflar farklı muhakemelerden hareketle Dünya'yı evrenin merkezine yerleştirme gayreti içine girdiler. En temel dayanakları da ağırlık ve hafiflik konusuyla ilgiliydi: Buna göre en ağır element topraktı ve ağırlığı olan her şey ona, yani en içteki merkeze doğru yönelirdi. Dünya, ağır nesnelerin –doğalarından ötürü– her yönden ve dik açıyla yüzeyine doğru düştüğü bir küre olduğundan; bu ağır nesneler yüzeyde durdurulmasalardı merkezde üst üste düşeceklerdi. Zira bir küreye teğet olan düzlemle dik açı yapan düz bir çizgi merkeze yönelir. Merkeze doğru yönelmiş bu nesnelerin orada durması gerekir. Böylelikle Dünya bütünüyle merkezde kalır ve üzerine düşen nesneleri tutarak ağırlığından ötürü hareketsiz durur. Bunu, devinmeyle ve devinimin doğasıyla alakalı başka bir muhakemeyle de kanıtlamaya girişmişlerdir. Aristoteles tek ve basit bir yapıya ait olan devinimin de basit olacağını; basit devinimlerin kiminin doğrusal, kiminin de dairesel olduğunu söylüyordu. Doğrusal olanlar da ya yukarıya, ya da aşağıya yönelikti. Bu yüzden basit yapıdaki devinim, ya merkeze –yani aşağıya– doğrudur, ya merkezden dışa –yani yukarıya– doğrudur, ya da merkezin çevresindedir –yani daireseldir. Ağır kabul edilen toprak ve suyun merkeze doğru, hafif kabul edilen hava ve ateşin merkezden dışa doğru hareket etmesi beklenir. O halde bu dört elemente doğrusal devinim, göksel cisimlereyse merkez etrafında dönme hareketinin

yakıştırılması makul görülüyor. Aristoteles işte bunları söylüyordu. Ptolemaeus Alexandrinus ise, Dünya en azından günlük devinimini dönerek tamamlıyorsa, yukarıda söylenenlerin tam tersinin olması gerektiğini söylemişti. Dünya'nın çevresini 24 saatte kat edecek bu dönüşün aşırı ve karşı durulamaz hızda olması gerekirdi. Ancak ani bir devirle sarsılan nesnelerin bir araya gelmeye uygun nitelikte olmadığı; üstelik sıkıca bir arada tutulmuyorlarsa oluşturdukları birliğin de dağıldığı görülür. Şunu da söylemektedir: Bu şekilde dönen Dünya çok uzun zaman önce saçılarak göklerin de ötesine geçmiş olurdu ki bu kesinlikle saçmadır; bunun sonucunda canlılar ve diğer nesneler de kati suretle sabit kalamazdı. Dahası, dikey olarak düşmekte olan nesneler de inecekleri yere varamaz, kendilerinden beklenen doğrultuda da hareket edemezlerdi. Buna mukabil bulutların ve havada uçuşan her türlü nesnenin de her daim batıya doğru gittiğini görürdük.

8. Öne Sürülen İddiaların Yetersizliği ve Çürütülmesi Üzerine

Kuşkusuz bu ve benzeri gerekçelerle Dünya'nın evrenin merkezinde hareketsiz durduğunu ve bunun da kuşku götürmez olduğunu söyleyip duruyorlar. Biri çıkıp da Dünya'nın dönmekte olduğunu düşünse bile söz konusu devinimin şiddetli değil de doğal olduğunu söyleyebilecektir. Doğaya uygun olan nesneler, zorla meydana gelmiş nesnelerin tam tersi tepkiler verir. Zira üzerinde zor veya güç kullanılan nesneler uzun süre dayanamayıp mutlaka bozulmak durumundadır. Buna karşılık doğal olarak meydana gelen nesnelerse tümüyle düzgün ve olabilecek en iyi durumda korunurlar. Bu yüzden Ptolemaeus, Dünya'nın ve yeryüzündeki her nesnenin söz konusu devinim esnasında, sanattan veya insan zekâsının ürünü olan düşüncelerden çok farklı yapıdaki doğanın etkisiyle dağılıp gitmesinden

boş yere endişe etmiştir. Mademki gökler Dünya'dan çok daha büyük ve buna mukabil çok daha hızlı hareket ediyor, o halde neden evrenle ilgili de aynı korkuya kapılmıyor? Acaba tarifi mümkün olmayan bir devinimin merkezden çekip aldığı uçsuz bucaksız gökler, eğer durursa yıkılacak şekilde yaratılmış olduğu için mi? Bu mantık geçerliyse, göklerin büyüklüğü sonsuzluğa uzanıyor olmalıdır. Zira ateşli bir güç sayesinde oluşan ve yukarıya gidildikçe hızı artan bu hareket sebebiyle gittikçe genişleyen gökler, 24 saat içinde dönüşü tamamlamak için daha hızlı dönmek durumundadır. Böylece sürat büyüklüğü, büyüklük de sürati sonsuza dek artırır. Oysa fizikçilerin genel kabulü, sonsuz olan bir şeyin kat edilemeyeceği veya hareket ettirilemeyeceği yönündeydi: Yani gökler mecburen hareketsiz kalacaktır. Fakat göklerin ötesinde başka bir kütlenin, bir yerin ya da bir boşluğun, yani hiçbir şeyin olmadığını; bu yüzden göklerin genişlemesinin de mümkün olamayacağını söylerler. O halde bir şeyin hiçlik tarafından sarılabiliyor olması gerçekten şaşırtıcıdır. Gökler sonsuz olsa ve sadece içindeki bir boşlukla sınırlansa, belki ötesinde hiçbir şey olmadığı daha kolay kabul edilebilir; çünkü büyüklüğü ne olursa olsun, yer kaplayan bir şey onun içinde olacak, buna karşılık kendisi hareketsiz kalacaktır. Zira evrenin sonlu olduğunu göstermeye çalıştıkları en temel kanıt devinimin kendisidir. Evrenin sonlu mu yoksa sonsuz mu olduğu tartışmasını fizikçilere bırakalım ve Dünya'nın iki kutup noktası arasında, küre şeklinde olduğunu kesinkes kabul edelim. O halde sınırları bilinmeyen ve bilinemeyecek olan evrenin tümünün Dünya'nın çevresinde kaymakta olduğunu düşünmek yerine Dünya'ya, küresel şekline uygun olarak bir devinim atfetmekten neden imtina edelim; neden onun günlük dönüşünün göklerde sadece bir görüntü, yeryüzündeyse bir hakikat olduğunu açığa vurmayalım? Bu durum benzer şekilde Vergilius'un Aeneas'ının sözlerinde

de karşımıza çıkar: *Ayrılıyoruz limandan; karalar, kentler çekiliyor ardımızdan.*[50] Gemi dingin bir şekilde ilerlerken dışarıdaki her nesne, hareketin imgesinden ötürü gemidekilere hareket ediyormuş gibi görünür; hatta gemideki her şeyin öylece durduğunu düşünürler. Aynı şey Dünya'nın deviniminde de olur, sanki tüm evren onun etrafında dönüyor zannedilebilir. O halde havada uçuşan ya da yükselip alçalan bulutlar ve başka nesneler hakkında ne diyebiliriz? Kuşkusuz yeryüzü sadece kendisine bağlı olan su elementiyle değil aynı zamanda hatırı sayılır ölçüde hava parçasıyla ve kendisiyle yakından ilişkili nesnelerle birlikte aynı yere doğru hareket etmektedir. Çünkü Dünya'ya bitişik olan hava topraklı ve sulu bir karışımı içerdiğinden ya bizzat Dünya'nın da bağlı olduğu yasaya bağlıdır ya da sürekli olarak dönmekte olan Dünya'ya yakınlığından veyahut buna direnç gösterememesinden ötürü devinim gücü kazanmıştır. Yine şaşırtıcı bir biçimde havanın üst bölümünün de göksel devinimi izlemekte olduğunu söylüyorlar; zira Yunanlıların Cometae[51] veya Pogonia[52] adını verdikleri ve aniden beliren bu göksel nesneleri kanıt olarak gösterip bunların da tıpkı diğerleri gibi havanın en üst katmanında yer aldığını ileri sürüyorlar. Biz ise yeryüzüyle arasındaki uzak mesafeden ötürü havanın bu katmanının yeryüzüne özgü hareketin dışında kaldığını söyleyebiliriz. Bu nedenle toprağa yakın olan hava ve onda asılı olan nesneler, bir rüzgâr ya da başka bir kuvvetle oraya buraya itilmediği müddetçe durgun görünecektir. Zaten havadaki rüzgâr, de-

---

50 Vergilius, Aeneis III.72. Burada şu ayrıntıya dikkat etmemiz gerekiyor: Roma'nın en büyük şairlerinden Vergilius, bu dizesiyle hareket eden gemi olmasına rağmen; gemidekilerin, geride kalan kara parçasının hareket ettiğini düşündüğünü aktarıyor. Bu da Copernicus'un bulduğu yerinde bir örnektir. Bkz. S. Burder, p.361, 1812.

51 Cometae (tek. cometes): Kuyrukluyıldızlar.

52 Pogoniae (tek. pogonia): Sakallı yıldızlar.

nizdeki dalgadan başka nedir ki? Fakat alçalan ve yükselen nesnelerin hareketinin, evreninkiyle karşılaştırıldığında ikili yapıda olduğunu, yani düz ve dairesel bir kompozisyondan oluştuğunu kabul etmemiz gerekir.[53] Ağırlıklarından ötürü düşen nesneler, toprak içerdikleri için, kuşkusuz parçası oldukları bütünün niteliğini taşır. Benzer şekilde ateş içeren nesneler de yukarıya doğru bir güçle itilirler. Zira dünyaya özgü olan ateş bizzat dünyadaki nesnelerden beslenir ve alev de yükselen dumandan başka bir şey değildir. Ateşin özünde yayılacağı ortamı işgal etmek vardır ve bunu öyle bir güçle yapar ki hiçbir güç veya buluş, onun zincirinden kurtulup işini tamamlamasının önüne geçemez. Ateşin ilerleyişi merkezden dairenin çevresine doğru olur; bu yüzden herhangi bir kara parçası tutuştuğunda alevler ortadan kenarlara doğru hareket eder. Buna binaen doğal konumunu ve bütünlüğünü koruduğu müddetçe basit bir yapıya ait hareketin de basit olacağını söylüyorlar – bu ilk olarak dairesel harekette kanıtlanmıştı. Gerçekten de bu noktada, bütünüyle kendi içinde kalan dairesel bir hareket yapar ve duruyormuş gibi gözükür. Doğal konumundan ayrılan, itilen ya da bir şekilde kendisi olmaktan çıkan nesnelere bir de doğrusal hareket eklenir. Bütünün düzeninde ve evrenin biçiminde kendi konumunun dışına çıkacak kadar tutarsız hiçbir şey yoktur. O halde doğrusal hareket, olması gerektiği yerde olmayan ve doğaya kusursuz bir biçimde uymayan –bütünden ayrılmış ve birliğini yitirmiş– nesnelere aittir. Özellikle de aşağı veya yukarı doğru hareket ettirilen nesnelerin –dairesel hareketi göz ardı etsek bile– basit, sıradan ve düzenli bir hareketi olmaz. Zira hafifliklerinden ya da ağırlıklarının etkisinden ötürü dengede kalamazlar. Düşmekte olan nesnelerse başlangıçta yavaş

---

53 T. S. Kuhn'un da belirttiği gibi Copernicus'un kullandığı bu çözümlemeyi kendisinden önce Oresmus kullanmıştı (T. S. Kuhn, s. 254, 2007).

hareket ederken, düşme esnasında iyiden iyiye hızlanır. Buna karşılık dünyaya özgü olan ateşin –bundan başka bir şey bilmiyoruz– yukarıya doğru yükseldikçe, sanki dünyaya özgü maddenin gücünden etkilenerek zayıfladığını fark ederiz. Dairesel devinim sürekli devam eder, çünkü bitmez tükenmez bir kaynağı vardır; doğrusal devinimse ivmesini kaybeder, çünkü nesneler yerlerine ulaşınca ağırlıkları ya da hafiflikleri kalmaz, hareketleri sona erer. O halde, dairesel devinim bütüne özgüyken parçaların devinimi doğrusal olduğundan, dairesel devinimin doğrusal devinime tahammül ettiğini söyleyebiliriz. Kuşkusuz Aristoteles'in merkezden kaynaklanan, merkeze yönelen ve merkezin etrafında dönen olmak üzere üç farklı türe ayırdığı basit yapılı devinim düşüncesini olanca sadeliğiyle değerlendirmek gerekir. Tıpkı biri olmadan diğerinin varlığı da mümkün olmayan çizgi, nokta ve düzlemi birbirinden ayırabildiğimiz gibi. Bunlara ek olarak hareketsizlik durumu, değişim ve hareketlilikten daha soylu ve daha kutsal sayıldığı için, evrenden ziyade Dünya'ya yakıştırılır. Ancak bunun, sarılana ve kuşatılana –yani Dünya'ya– değil de her tarafı sarana ve kuşatana –yani evrene– bir devinim atfetmenin yeteri kadar saçma olduğunu eklemek istiyorum. Son olarak gezegenler Dünya'ya bazen yakın bazen uzak oldukları için, kimilerinin[54] Dünya olarak görmek istediği merkezin çevresindeki onlara ait devinimlerle merkezden çevreye ve çevreden merkeze doğru olan devinimler hep tek bir kütleye aittir. Bu yüzden merkezin çevresindeki devinimi daha genel olarak kabul etmek ve her devinimin kendine özgü bir merkezi varsa bunu yeterli görmek gerekir. Bütün bunlardan sonra –özellikle de Dünya'ya özgü olan günlük devinim yüzünden– Dünya'nın hareketsiz durmak yerine hareket ediyor olmasının daha makul olduğunu görüyorsunuz.

---

54 Aristotelesçiler.

9. Dünya'ya Çeşitli Devinimlerin Atfedilmesine ve Evrenin Merkezine Dair

O halde Dünya'nın hareketliliğini engelleyen bir şey olmadığına göre Dünya'nın gezegenlerden biri olarak değerlendirilebilmesi için ona çok sayıda devinim yakıştırılıp yakıştırılamayacağını incelememiz gerektiğini düşünüyorum. Gezegenlerin görünen düzensiz hareketleri ve Dünya'dan farklı uzaklıklarda, merkezi Dünya olmayan çemberlerde geziniyor oluşları, gezegenlerin dairesel hareketlerinin merkezinin Dünya olmadığını ortaya koymaktadır. O halde birçok merkez bulunduğundan, bir kişinin evrenin merkezinin Dünya'nın çekim merkezi olup olmadığına dair kuşkuya kapılması hiç de çılgınca değildir. Kanımca çekim veya ağırlık, bir birlik ve bütünlük içinde kalabilsinler ve kürenin şekline uygun olabilsinler diye, evrenin tanrısal iradesi tarafından nesnelere bahşedilen doğal bir eğilimden başka bir şey değildir. Bu eğilimin Güneş, Ay ve diğer parlak gezegenler için de geçerli olduğuna inanılabilir; her ne kadar dairesel hareketlerini farklı yollarla tamamlıyorlarsa da bu eğilimin etkisiyle görülebildiği kadarıyla küre şeklinde kalabiliyorlar. O halde yeryüzü de tabi olduğu merkeze göre farklı hareketler yapıyorsa; bu hareketler bizim başka göksel kürelerde gördüklerimiz gibi, yıllık dönüşü de içinde barındıran hareketler olmalıdır. Yıllık devinim Güneş'ten alınıp Dünya'ya atfedilse ve Güneş'in hareketsiz olduğu düşünülse; burçların ve –aynı zamanda sabah ve akşam yıldızları olarak görünen– sabit yıldızların doğuş ve batışları yine aynı şekilde görünecektir. Gezici yıldızların duruşları, gerileyişleri ve ilerleyişleri kendilerinden değil Dünya'dan kaynaklanacak; görünümlerini bu hareketten edineceklerdir. Sonuç olarak Güneş, evrenin merkezi olarak düşünülecektir. Bunun yanında her şey tabi olduğu sistemin mantığına uygun olarak işler ve tüm evrenin uyumu

her şeyi önümüze koyar; yeter ki –dedikleri gibi– meseleye iki gözümüzle bakalım.[55]

10. Göksel Kürelerin Düzeni Üzerine

Görünen tüm nesnelerin en üstünde sabit yıldızlar küresinin bulunduğundan kimsenin kuşkusunun olmadığını biliyorum. Eski filozofların, gezegenlerin düzenini devinimlerinin büyüklüğüne göre ayarlamak istediklerini gördük; burada işletilen mantığa göre, eşit hızda devinen nesnelerden daha uzakta olanlar daha yavaş deviniyor gibi görünür, tıpkı Euclides'in[56] *Optik*'te gösterdiği gibi. Buna bağlı olarak Ay'ın çok kısa bir zaman aralığında döndüğünü de düşünüyorlardı; zira onlara göre Ay, Dünya'ya en yakın cisim olarak en küçük yörünge çemberinde dolanmaktaydı. En uzun sürede en büyük çemberi çizen Satürn ise en uzaktaydı. Onun altında Jüpiter ve devamında da Mars vardı. Venüs ve Merkür hakkındaysa farklı görüşler dile getirilmişti; zira on-

---

55 T. S. Kuhn'un da belirttiği gibi Copernicus'un burada anlattığı devinim kuramının temelinde Aristotelesçi evreni bozmadan Dünya ile Güneş'in yerlerini değiştirme düşüncesi vardır. Copernicus fiziğine göre bütün özdek, ister göklere ister Dünya'ya ait olsun, doğası gereği küre biçimini alacak bir biçimde toplanır ve bu küreler kendi doğaları gereğince dönerler. Doğal yerinden ayrılan bir özdek parçası, doğrusal bir devinimle doğal yerine doğru dönerken aynı zamanda kendi küresiyle birlikte dönmeyi de sürdürecektir. Bu kuramı Copernicus'un kendisi bulmuş olabilir; ancak Aristoteles'e yönelttiği eleştirilerin temel öğeleri de kendi devinim kuramının birçok temel öğesi de kendisinden önceki skolastik yazarlarda, özellikle de Oresmus'ta bulunabilecektir. Kısacası Dünya'nın devinimi kabaca Güneş'e aktarılmıştır. Güneş hâlâ bir yıldız değildir; çevresinde evrenin kurulmuş olduğu, eşi benzeri olmayan merkezi bir cisimdir; bazı yeni işlevlerle birlikte, eskiden Dünya'ya ait olan işlevleri üstlenmiştir (T. S. Kuhn, s. 256-258, 2007).

56 Euclides ya da Eukleides (MÖ 430-360): Megaralı Yunan fizikçi, filozof. Geometrinin babası olarak bilinir. Copernicus eserinde Euclides'in, çağlar boyunca etkisini sürdürmüş olan Στοιχεῖα (Elementler) adlı eserine birçok yerde atıfta bulunur.

ların Güneş'ten açısal uzanımları diğer gezegenlerinkinden farklılık gösteriyordu.[57] Bu yüzden bu gezegenleri kimileri Platon'un Timaeus'unda[58] olduğu gibi Güneş'in üstüne; kimileri de Ptolemaeus[59] ve çağdaşlarının büyük bir bölümünün yaptığı gibi Güneş'in altına yerleştiriyordu. Alpetragius[60] Venüs'ü Güneş'in üstüne, Merkür'ü ise altına koyuyordu. Bu sebeple Platon'un izinden gidenler, aslında karanlık cisimler olan gezegenlerin Güneş'in ışığını yansıttığını düşünmüştür; bu gezegenler Güneş'in altında yer alsaydı, onun kadar olmayan büyüklükleri yüzünden yarım ya da kısmi daireler olarak görünürdü. Öyle ki yeniayda ve dolunayda gördüğümüz gibi, gezegenler aldıkları ışığı yukarıya, yani Güneş'e doğru yansıtırlar. Ayrıca bu gezegenlerin araya girmesiyle Güneş tutulmasının muhakkak gerçekleşeceğini ve büyüklükleri nispetinde de Güneş ışığını keseceklerini söylüyorlar. Fakat bu durum hiç gerçekleşmediğinden bu gezegenlerin asla Güneş'in altında bulunamayacağını düşünüyorlar.[61] Buna karşılık Venüs ve Merkür'ü Güneş'in altına yerleştirenler, Güneş ile Ay arasındaki mesafenin büyüklüğünü iddialarına kanıt olarak görüyor. Onlara göre Dünya'nın yarıçapı bir birim ve Güneş ile Dünya arasındaki en kısa mesafe bunun 18 katı kadarken, Ay'ın Dünya'dan en uzak mesafesini 64 1/6 birim olarak hesaplıyorlar. Bu durumda Güneş'le Dünya arasındaki mesafe 1160 birim ve Güneş'le Ay

---

57 Venüs'ün Güneş'ten en büyük açısal uzanımı yaklaşık 45°; Merkür'ünki 24°ydi; Satürn, Jüpiter ve Mars'ınkiler ise 180°ye varıyordu (C. G. Wallis, s. 19, 1995).

58 Platon, Timaeus 38D.

59 Ptolemaeus, Syntaxis IX.1.

60 Alpetragius: Nur ad-Din al-Betrugi ya da Ebû İshak Nûreddîn Bitruci olarak anılan İslam filozofu ve matematikçisinin Batı dünyasındaki adı Alpetragius'tur. *Kitâbu'l-Hey* adlı eseri 1217'de Latinceye, 1259'da İbraniceye çevrilmişti (A. G. Chejne, s. 308, 1980). Bkz. J. L. E. Dreyer, s. 325, 2007.

61 Venüs'ün, Güneş'in önünden geçişi ilk defa 1639 yılında teleskopla gözlemlenmiştir (C. G. Wallis, s. 20, 1995).

arasındaki mesafe de 1096 birimdir. Sonuçta bu kadar büyük bir mesafenin boş kalmaması adına, kürelerin kalınlığından ötürü yeröteler ile yerberiler arasındaki sürelerin de aynı toplamı verdiğini söylüyorlar. Bu yüzden Ay'ın yerötesini Merkür'ün yerberisi, Merkür'ün yerötesini Venüs'ün yerberisi izliyor ve son olarak Venüs'ün yerötesi de neredeyse Güneş'in yerberisine dokunuyor. Merkür'ün yerberisiyle yerötesi arasında yaklaşık 177 1/2 birimlik bir mesafe olduğunu hesaplıyorlar ve geri kalan boşluğu da neredeyse tümüyle Venüs'ün yerberisiyle yerötesi arasındaki 910 birimle dolduruyorlar. Bu yüzden bu gezegenlerin Ay gibi saydam olmadığını, her birinin ya kendisine ait bir ışıkla ya da Güneş'ten aldığı ışıkla dolup taştığını, bu sebeple Güneş'in önüne de geçmediklerini, çünkü Güneş'in hizasından uzakta durdukları için Güneş'le görüş açımızın arasına girmelerinin pek sık görülebilecek bir olay olmadığını kabul ediyorlar. Dahası, bunlar Güneş'e kıyasla daha küçük cisimlerdir ve tıpkı Güneş'in çapının Venüs'ünkinden on kat daha büyük olduğunu düşünen Machometus Arecensis'in[62] söylediği gibi, Venüs Merkür'den daha büyük olmasına rağmen Güneş'in 1/100'ünü bile kapatamaz. Bu yüzden böylesine görkemli bir ışık bütünü içinde zayıf bir lekenin görünmesi kolay değildir. Yine de Averroes,[63] Ptolemaeus kayıtları üzerine yapmış olduğu bir çalışmasında, önceden hesapladığı Güneş ve Merkür kavuşumunu gözlemlerken bir kararma gördüğünden bahseder. Bütün bunlardan sonra bu iki gezegenin Güneş küresinin altında hareket ettiği sonucuna varırlar. Oysa bu temellendir-

---

62 Machometus Arecensis (858-929): Bu isimle kastedilen İslam filozofu ve gökbilimcisi, Harranlı Abu Abdallah Muhammad ibn Jabir ibn Sinan ar-Raqqi al-Harrani ya da kısa haliyle Al Battani'dir (T. Glick - S. J. Livesey - F. Wallis, s. 79, 2005). Copernicus'un önemli kaynaklarından biri olduğunu, eserinde kendisinden sık bahsetmesinden anlıyoruz.

63 Averroes (1126-1198): Abu l-Walid Muhammad ibn Ahmad ibn Rushd ya da kısa haliyle Ibn Rüşd'ün Batı dünyasında Latince ismi.

menin zayıf ve güvenilmez olduğu, Dünya'nın yarıçapı 1 birim alınırsa Ay'ın en kısa uzaklığının 38 birim olmasından da anlaşılabilir. Fakat Ptolemaeus'un daha gerçekçi bir değerlendirmesine göreyse bu uzaklık –aşağıda gösterileceği gibi– 49 birimden fazladır. Ancak bu büyük boşluğun havadan –ya da dilerseniz buna ateşsi element de denebilir– başka bir şey içerip içermediğini bilmiyoruz. Yeri geldiğinde de gösterileceği gibi, Venüs'ün Güneş'in her iki yanında yaklaşık 45° açı yapması nedeniyle, dış tekerleme eğrisinin çapının Dünya'nın merkeziyle yerberideki Venüs arasındaki mesafeden altı kat daha büyük olması gerekir.[64] O halde Dünya'yı, havayı, eteri, Ay'ı ve Merkür'ü içinde barındıran alandan daha büyük olan, muazzam uzay boşluğuna dair ne diyecekler? Yine hareketsiz bir Dünya'nın etrafında dönmekteyse, Venüs'ün o koca dış tekerleme eğrisi nerede yer alacak? Ptolemaeus'un, Güneş'e yaklaşan ve Güneş'ten uzaklaşan yıldızların arasında devinmesinin gerekliliğine dair söz konusu temellendirmesi pek ikna edici değil; zira Ay çeşitli biçimlerde devinerek bu temellendirmenin yanlışlığını ortaya koymaktadır. Fakat Venüs'ü ve Merkür'ü Güneş'in altına yerleştirenler ya da bunları Güneş'ten başka bir düzenle ayıranlar, hızlılıkları veya yavaşlıkları da düzeni bozmadıkça diğer gezegenler gibi ayrı ve Güneş'ten farklı çemberler çizmeyen bu gezegenlerin durumunu ortaya koyabilmek adına

---

64 Ptolemaeus'a göre Venüs'ün dış tekerleme eğrisinin yarıçapının, dış merkezli dairesinin yarıçapına oranı 2/3 ila 3/4 arasındaydı; yani yaklaşık olarak 43 1/6 – 60 kadardı. Bu durumda yerberide dış tekerleme eğrisi, ortalama mesafeden çıkarılırsa ya da yerötede dış merkezli dairenin yarıçapı ortalama mesafeye eklenirse Venüs'ün yerberideki mesafesinin yerötedeki mesafesine oranı yaklaşık 1/6 olur. Yani görünen büyüklük, mesafenin karesinin oranında tersine farklılık gösterirken; yeröteden yerberiye geçişte, gezegenin görünen büyüklüğündeki artış oranı 36 kat olmalıdır. Görünüm ile hipotezin gerektirdiği sonuçlar arasındaki zıtlık, Copernicus'un kendi şemasında başka bir görünümü ortaya çıkarır (C. G. Wallis, s. 21, 1995).

acaba hangi nedene sarılacak?[65] Buna göre Dünya'nın ya yıldızların ve onların yörüngelerinin merkezi olmaması, ya kesin olarak böylesi bir dizilim mantığının olmaması, ya da Satürn'e Jüpiter'den daha yüksek bir konum verilmemesi gerekecektir. Bu yüzden Encyclopaedia'nın yazarı Martianus Capella[66] ve başka Latin yazarlarının söylediklerinin es geçilmemesi gerektiğini düşünüyorum. Venüs ile Merkür'ün merkezde bulunan Güneş'in çevresinde dönmekte olduğunu, bu yüzden bu iki gezegenin Güneş'ten uzanımlarının yörünge çemberlerinin eğriliğinin sağladığından daha fazla olmadığını belirtiyorlar. Dahası diğerlerinin yaptığı gibi Dünya'nın etrafında çember çizmiyorlar, aksine sabit yıldızlar küresinde yer değiştiren yerötelere ve yerberilere sahipler. Bu yazarlar bu gezegenlere ait kürelerin merkezinin Güneş'in etrafında olduğundan başka neyi anlatmaya çalışıyor? Buna göre Merkür'ün çemberi, kendisinin iki katından daha büyük olduğu düşünülen Venüs'ün çemberinin içinde kendisine yetecek kadar bir alan bulacaktır. Birisi bunu fırsat bilip, Satürn'ü, Jüpiter'i ve Mars'ı da aynı merkezle ilişkilendirip onlara ait çemberlerin büyüklüğünü bu yıldızlarla birlikte içerideki Dünya'yı da kapsayacak kadar büyük düşünürse yanılmış olmayacak. Devinimlerinin düzenli ardışıklığının gösterdiği de tam budur. Gerçekten de bu yıldızlar her daim akşam yükselişi esnasında, yani Güneş'in karşısına geçtiklerinde ve Dünya onlarla Güneş arasına girince Dünya'ya daha yakın görünürler. Akşamki batışlarındaysa, yani Güneş onlarla Dünya arasına girdiğinde ve Güneş'in etrafında gö-

---

[65] Ptolemaeus, Venüs ile Merkür'ün dış tekerleme eğrilerinin merkezlerinin, Dünya'nın etrafında Güneş'le aynı oranda uzunlamasına devindiğini düşünüyordu. Buna göre dış gezegenlere ait dış tekerleme eğrilerinin merkezleri Güneş'le herhangi bir açısal mesafede olabilirken; Güneş ortalama olarak her zaman Dünya'nın merkezinden bu dış tekerleme eğrilerine doğru çizilen doğrunun üzerinde yer alır (C. G. Wallis, s. 21, 1995).

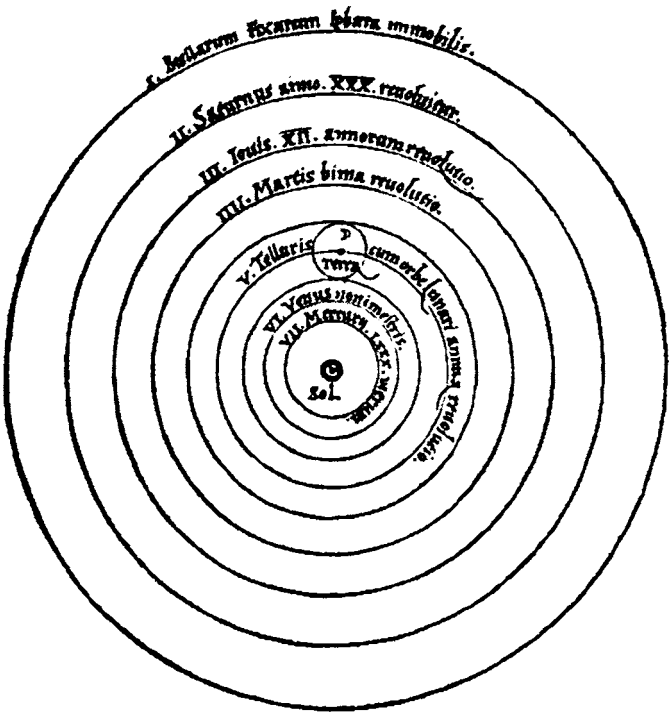
[66] Martianus Minneus Felix Capella (5.yy.): Geç dönem Roma'sında yaşamış pagan yazar.

rünmediklerindeyse Dünya'dan en uzak konumda bulunurlar. Tüm bunlar bu gezegenlerin merkezinin Güneş olduğunu ve yine bunun Venüs ve Merkür'ün bağlandığı merkezle aynı olduğunu ziyadesiyle kanıtlar.[67] Fakat bütün bunların tek bir merkeze bağlı olması yanında Venüs'ün dışbükey yörünge çemberi ile Mars'ın içbükey yörünge çemberi arasındaki boşluğun onlarla eşmerkezli bir yörünge çemberi ile tamamlanması, buraya uydusu Ay ve Ay küresinin altındaki her şeyle birlikte Dünya'nın yerleşmesi gerekir. Kuşkusuz Ay'ı, en yakınında bulunan Dünya'dan hiçbir suretle ayıramayız; zira uzayda ona uygun ve ziyadesiyle yetecek olan yeri biliyoruz. En nihayetinde, Ay'ı da içine alan toplamıyla birlikte Dünya'nın merkezinin de diğer gezici yıldızlar gibi Güneş'in etrafında büyük bir çember çizerek yıllık dönüşünü tamamladığını ve evrenin merkezinin de bizzat Güneş olduğunu hiç çekinmeden söyleyebiliriz. Ayrıca Güneş'in tamamen hareketsiz durduğunu ve onun görünen deviniminin, Dünya'nın deviniminden kaynaklandığını eklemek isterim. Evren öyle büyüktür ki, Dünya'nın Güneş'ten uzaklığı, diğer gezici yıldızlarla karşılaştırıldığında önemsiz değilse de; sabit yıldız kürelerininki yanında fark edilemez ölçüdedir. Öyle ki Dünya'yı merkeze yerleştirip neredeyse sonsuz sayıdaki kürenin çokluğuyla meseleyi karmakarışık bir hale getirmektense bu düşüncenin daha kabul edilebilir olduğu ka-

---

67 T. S. Kuhn'un yorumuna göre, Copernicus'un söyledikleri aslında hiçbir şeyi kanıtlamaz. Ptolemaeus'un sistemi bu fenomenleri Copernicus'un sistemi kadar eksiksiz açıklamaktadır; ancak yine de Copernicus'un açıklaması, alt gezegenlerin sınırlı uzanımına getirdiği açıklama gibi, gezegenlere atfedilen belli yörünge dönemlerine değil, yalnızca Güneş merkezli astronomik sistemin geometrisine dayandığı için daha doğaldır. Bir dış gezegen Dünya onu geçtiğinde geriler; bu durumdayken Dünya'ya en yakın, ekliptikte de Güneş'le karşı konumda olmalıdır. Ptolemaeus sisteminde de gerileyen bir dış gezegen Dünya'ya başka bir zamanda olduğundan daha yakın olmak durumundadır ve gerçekten de aynı zamanda gökte Güneş'le karşı konumdadır (T. S. Kuhn, s. 292-293, 2007).

nısındayım. Fakat ziyadesiyle doğanın bilgeliğini izlemek gerekir; o gereksiz ve yararsız bir şey üretmekten kaçındığı gibi çoğu kere tek bir nedeni birçok etkiyle sonuçlandırır. Her ne kadar bütün bunlar zor, kavranması güç ve hatta pek çoklarının görüşüne aykırı da olsa Tanrı'nın izniyle bunları matematik ilmine yabancı olmayanlar için gün gibi açık hale getireceğiz. İlk yasanın hâlâ geçerli olduğunu düşünürsek –gerçekten de kimse kürelerin büyüklüklerini zamanın fazlalığını geçen süreyle ölçmekten daha uygun bir öneri sunamayacaktır– kürelerin düzeni en dıştakinden itibaren şu şekildedir: Hepsinden önce ve en üstte yer alan, kendisiyle birlikte her şeyi içeren sabit yıldızlar küresidir ve hareketsizdir. Diğer bütün yıldızların konumunun ve hareketinin ona göre belirlendiği, evrenin alanıdır. Kimilerinin niçin onun bir şekilde



hareket ediyormuş gibi göründüğünü düşündüğünü, Dünya'ya özgü hareketin nedenine değinirken açıklayacağız. Ondan sonra dönüşünü 30 yılda tamamlayan, gezegenlerin ilki, yani Satürn gelir. Daha sonra 12 yıllık dönüş süresiyle Jüpiter, sonra da iki yılda bir dönüş yapan Mars gelir. Bir yılda tamamladığı dördüncü dönüş ise, dış tekerleme eğrisine benzediğini söyleyebileceğimiz bir yörünge çemberine sahip Ay küresiyle Dünya'ya aittir. Beşinci sırada, dönüşünü dokuz ayda tamamlayan Venüs vardır. Merkür, altıncı sırayı 80 günlük dönüşüyle alır. En nihayetinde bütün bunların merkezinde Güneş bulunur.

Zaten bu güzeller güzeli tapınaktaki ışığı, her yeri aynı anda böylesine aydınlatabilen buradan başka ve daha iyi bir yere kim yerleştirebilir ki? Gerçekten de evrenin bu aydınlatıcısına kimisinin akıl, kimisinin de kılavuz demesi boşa değildir. Trimegistus[68] onu *görünen Tanrı,* Sophocles'in *Electra*'sı ise *her şeyi gözetleyen*[69] olarak betimlemiştir. Gü-

---

68 Trimegistus ya da Hermes Trimegistus: İsmi "Üç kat büyük Hermes" anlamına gelmekle birlikte Yunan tanrısı Hermes ile Mısır tanrısı Thoth'un bir karışımı olarak düşünülmüştür. Helenistik dönem Mısır'ında iki tanrı arasında bir uyum görülünce ikisine bir tapınak yapılarak birlikte tapınılmış (N. G. Clarck, s. 17vd, 2008).

69 E. Rosen'ın Alexander von Humboldt ve August Böckh'ten aktardığı bir yoruma göre Sophocles'in *Electra*'sında Güneş'e "*her şeyi gözetleyen*" niteliği atfedilmediği için Copernicus'un burada aklında kaldığınca böyle bir ifade kullandığı düşünülebilir; zira söz konusu Güneş betimlemesi yine Sophocles'in *Oedipus Colonus'ta* adlı eserinin 869. satırında geçmektedir. Buna karşılık yine E. Rosen'ın aktardığı gibi, Copernicus'un eserini Almancaya çeviren Carl Ludolf Menzzer Copernicus'un buradaki alıntısının doğru olduğunu savunarak *Electra*'daki 823-826 ve 174-175 aralığındaki satırları kaynak olarak göstermiştir. Oysa ilk aralıkta Güneş'in her şeyi değil sadece özel suçları gözetlediğinden bahsedilir; ikinci aralıkta ise Sophocles'in her şeyi gözetleyen olarak gördüğü Güneş değil baş tanrı Zeus'tur. Ecole Pratique des Hautes Etudes'ten A. Koyre, *Revolutionibus*'un ilk kitabının Fransızca çevirisinin bu bölümünde C. L. Menzzer'in hatalı aktarımını kaynak alıp *Electra*'nın 823-826 dizelerini kaynak göstermiştir. Dahası görkemli *Nikolaus Kopernikus Gesamtausgabe*'ın ikinci cildinin editörleri olan F. Zeller ve K. Zeller de Menzzer'in ha-

neş sanki kral tahtında oturuyormuş gibi etrafında dönen yıldızlar ailesini yönetir.[70] Dünya da Ay'la olan münasebetinde hiç aldatılmaz; aksine Aristoteles'in *Canlılar Üzerine*'de dediği gibi Ay da Dünya'yla çok yakın bir ilişki içindedir. Güneş tarafından yüklenen Dünya her yıl gebe kalır. Böylece bu düzende, evrenin başka hiçbir yerde rastlanamayacak takdir edilesi simetrisini veya kürelerin büyüklüğüyle devinimin kesin uyumunu buluyoruz. Gerçekten de dikkatle inceleyen biri Jüpiter'in ileri ve geri gidişlerinin Satürn'ünkinden daha büyük; Mars'ınkinden daha küçük olmasını ve yine Venüs'te Merkür'ünkinden daha büyük görünmesini anlayabilir. Dahası Satürn'deki bu karşılıklı hareketlerin niçin Jüpiter'dekinden daha sık, Mars ile Venüs'teyse Merkür'dekinden daha ender görüldüğünü; Satürn'ün, Jüpiter'in ve Mars'ın karşı konumlarda, kaybolma ve yeniden doğuşlardakine göre Dünya'ya daha yakın göründüğünü de bilebilir. Özellikle de Mars tüm gece boyunca ışıldadığında sanki Jüpiter'le aynı boyuttaymış gibi görünür; sadece renginin kızıllığıyla ondan ayrılır. Oysa büyüklük bakımından ancak ikinci yıldızlar arasında yer alır ve devinimi dikkatli bir gözlem sayesinde bilinebilir. Bütün bunlar hep aynı nedenden, Dünya'nın deviniyor olmasından kaynaklanır. Bu hareketlerden hiçbirinin sabit yıldızlarda görülmemesinin nedeni, aşırı uzaklıklarından

---

talı aktarımını yorumsuz bir şekilde kullanmıştır. Buna karşılık Varşova Üniversitesi'nden A. Birkenmajer bu hatayı tekrarlamayıp Copernicus'un buradaki Güneş betimlemesinin *Oedipus Colonus'ta* adlı eserin 869. dizesinde geçtiğini söylemiştir (E. Rosen, s. 17-20, 1995). Biz de burada Copernicus'un alıntının kaynağı konusunda yanıldığını düşünüyoruz.

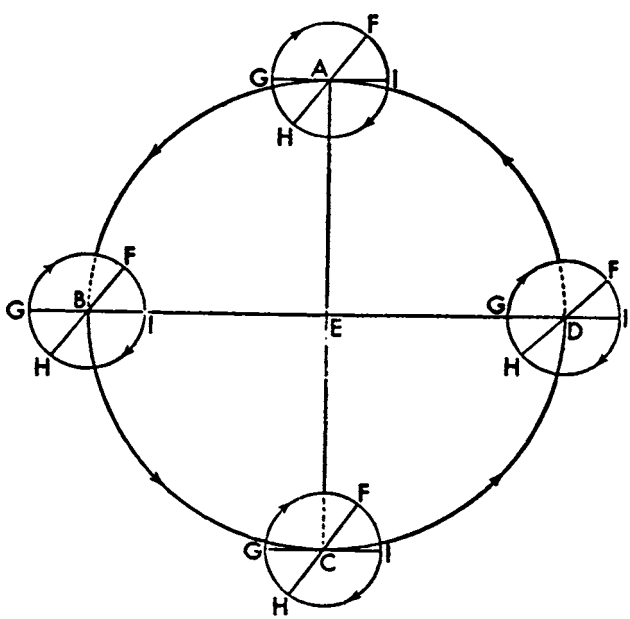
70 F. A. Yates'in yorumuna göre Copernicusçu Güneş anlayışı, uzunca bir süre karanlık mağaralara gömülmüş olan eskiçağın ve hakiki felsefenin doğumunu muştulamaktadır (F. A. Yates, p.238, 1999). Buradaki Güneş betimlemelerini bu gözle değerlendirmek gerekir. Ayrıca Güneş'e diğer göksel cisimlerin yöneticiliğini atfetme teması Yaşlı Plinius'ta, Naturalis Historia II.4.12-13'te de geçer; bu da Copernicus'un esinlendiği bir kaynak olabilir.

ötürü onlara ait devinimlerin gözden kaçmasıdır. Öyle ki optikte de gösterildiği gibi, görülebilir her nesnenin seçilemeyeceği daha uzak bir nokta vardır. Yıldız ışıklarının titremesi, en uzaktaki gezegen olan Satürn'le sabit yıldızlar küresi arasında çok büyük bir mesafe olduğunu gösterir. Bu özellik sayesinde bu yıldızlar gezegenlerden ayrılabilir; zira hareket edenle etmeyen arasındaki fark çok büyük olmalıdır. Kuşkusuz O tanrısal iş öyle yüce, öyle büyük ki!

11. Dünya'nın Üç Devinimine Dair Kanıt

Dünya'nın hareketini, gezici yıldızlara ait bunca kanıt da desteklediği için şimdi bu devinimin bir özetini ortaya koyacağız. Böylelikle bir bütün halinde kabul edilmesi gereken üçlü devinim hipotezi de anlaşılır olacak. Bu hareketlerin birincisi –önceden de belirttiğimiz gibi Yunanlar tarafından νυχθημέριvον denilen– Dünya'nın gece ve gündüz boyunca dönüşüdür. Bu, kendi ekseni etrafında batıdan doğuya doğru gerçekleşir ve bu yüzden evren sanki aksi yönde hareket ediyormuş gibi algılanır. Bu da kimilerinin Yunanların ἰσημέριvος vurgusuna öykünerek *aequadialis* dediği ekvatoru veya ekinoks çemberini açıklar. İkinci hareketse Dünya'nın aynı şekilde Güneş'in çevresinde batıdan doğuya doğru burçlar kuşağını takip ederek çizdiği ve Venüs ile Mars arasında kendine eşlik eden kütlelerle birlikte izlediği, merkezin etrafındaki yıllık devinimdir. Bu yüzden sanki Güneş tutulum çemberini aynı devinimle takip ediyormuş gibi görünür. Örneğin nasıl ki Dünya'nın merkezi Oğlak'tan geçerken sanki Güneş Yengeç'ten geçiyormuş gibi görünüyorsa, Kova'dan geçerken de Aslan'ı geçiyormuş gibi görünür. Dünya'nın ekvatorunun ve dönme ekseninin, tutulum çemberi ve düzlemine göre değişken bir eğime sahip olduğunun anlaşılması gerekir. Eğer sabit olsalardı ve Dünya merkezin çevresinde basitçe hareket etseydi, gündüz ve gece eşitliği

gözlenemez, ya her daim yaz dönümü, ya kış dönümü, ya da ekinoks yaşanırdı veyahut yaz, kış ve diğer mevsimler hep aynı olurdu. Yıllık dönüş kapsamında ters yönde, yani merkezin hareketinin aksi yönünde üçüncü bir devinim daha vardır. Her ikisi de karşılıklı olarak neredeyse eşit ve birbirlerine zıt yönde olduklarından şu durum gerçekleşir: Dünya'nın dönme ekseniyle üstündeki en büyük paralel –yani ekvator– evrenin hemen hemen aynı bölgesine bakmakta olduğundan hareketsizmiş gibi görünür. Buna mukabil Güneş, sanki evrenin merkezi Dünya'ymışçasına Dünya'nın tutulum düzleminin üzerinde deviniyor gibi görünür. Dünya ile Güneş arasındaki mesafenin, sabit yıldızlar küresinin uzaklığıyla karşılaştırıldığında algılanması zor olduğunu da unutmamak gerekir. Bunlar, kendilerinden bahsetmekten ziyade göz önüne serilmesi gereken hususlar; o halde tutulum düzleminde Dünya'nın merkezinin yıllık rotasını gösteren bir ABCD çemberi çizelim ve merkezde Güneş'i

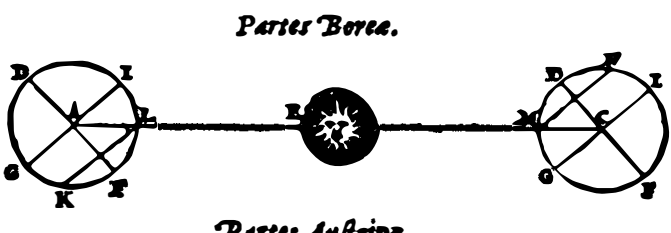


temsilen E noktası olsun. AEC ve BED çaplarını çizerek çemberi dörde bölelim: A, Yengeç'in; B, Terazi'nin; C, Oğlak'ın; D de Koç'un başlangıç noktasını temsil etsin. İlk başta Dünya'nın merkezinin A'da olduğunu kabul edelim. Evvela A'nın etrafında Dünya'nın FGHI ekvatorunu çizeceğim; fakat tutulumla aynı düzlemde yer almayacak; yalnızca GAI çapı çemberlerin, yani ekvator ile tutulumun ortak kesişimi olacak. Bir de GAI'ya dik olarak FAH çapını çizelim; F, ekvatorun güney tarafındaki, H de kuzey tarafındaki eğimi olacak.

Bu durumda Dünya'dakiler, E merkezindeki Güneş'i Oğlak'taki kış gündönümü noktasında görecek; bu, Güneş'e doğru yer alan H'deki en büyük kuzey sapmasından kaynaklanmaktadır. AE çizgisine göre ekvatorun eğimi, EAH eğiminin açısıyla kapsanan mesafede, günlük devinimle ekvatora paralel olan kış dönencesini çizer. Şimdi Dünya'nın merkezi batıdan doğuya doğru ilerlesin; en büyük eğimin sınırı olan F de doğudan batıya doğru, B noktasında çemberlerin çeyrekleri birbirini kesene dek hareket etsin. Ayrıca EAI açısı, eşit devinimden ötürü, AEB'ye eşit olur ve sırasıyla FAH, FBH'ye; GAI da GBI'ya eşitlenir; yani çaplar her daim birbirine paralel kalır. Bunlar, yine sıkça dile getirildiği gibi, göklerin aşırı büyüklüğü sebebiyle eşitmiş gibi görünür. Böylece Terazi'nin başlangıç noktası olan B'den, E'nin Koç'ta olduğu görünecek; çemberlerin kesişim noktası ise tek bir GBI-E düzleminde yer alacaktır. Buna göre günlük devinimin eğimi olmayacak, fakat her eğim ya bir yanda ya da çizginin diğer yanında olacaktır. Böylece Güneş, kısa süre içinde ilkbahar ekinoksunda görünecektir. Dünya'nın merkezinin aynı koşullarda biraz daha ilerlediğini düşünelim; bu hareket C'de yarım çember oluşturunca, Güneş Yengeç'in girişinde görünmüş olacaktır. Fakat ekvatorun güney eğimi olan F, Güneş'e doğru yönlenmiş olur; sonuçta Güneş kuzeyde, ECF eğiminin açısıyla orantılı olarak yaz dönencesine çapraz gö-

rünür. Buna mukabil F buradan hareketle üçüncü çember alanına doğru yönelince ortak GI kesitiyle ED çizgisi yine örtüşecektir; en nihayetinde Güneş, Terazi'de görülecek; sanki sonbahar ekinoksuna ulaşmış gibi olacaktır. Daha sonra HF, aynı süreç içinde yavaş yavaş Güneş'le karşılaşacak; böylelikle yolculuğa başladığımız en baştaki konumuna geri dönmüş olacaktır.

Başka bir yol niyetine, aynı düzlemdeki AEC hem tutulum düzleminin çapı olsun hem de bu düzleme dik çemberin ortak kesiti olsun. Bu çember üzerinde, A ve C'nin etrafında, yani Yengeç ve Oğlak'ta kutuplar boyunca her iki tarafa da Dünya küresini çizelim, bu da DGFI olsun; Dünya'nın ekseni DF, kuzey kutbu D, güney kutbu F, ekinoks çemberinin çapı da GI olsun. Bu durumda F, E'de bulunan Güneş'e döndüğünde ve ekvatorun eğimi IAE'ye göre kuzeye doğru olunca, KL çapında ve LI uzaklığındaki eksen çevresindeki hareket, ekvator çemberine paralel olarak görünür, yani Güneş Oğlak'taymış gibi algılanır.



Daha açık bir biçimde söylersek, eksen çevresindeki bu hareket, AE doğrultusunda, tepesi Dünya'nın merkezinde, tabanı ise ekinoks çemberine paralel bir çember olan konik bir yüzey oluşturacaktır. Karşı taraftaki C'de ise bütünüyle benzer bir seyirle tam tersi durumlar gerçekleşir. Bu nedenle birbirine zıt bu iki devinim, yani merkezle eğimin devini-

mi, Dünya'nın eksenini dengede kalmaya zorlar, hatta bütün bunları Güneş'e ait devinimlermiş gibi gösterir. Merkezin ve eğimin yıllık hareketlerinin neredeyse eşit olduğundan bahsettik; zira tümüyle eşit olsalardı, ekinokslar, gündönümleri ve tutulum düzleminin sabit yıldızlar küresine göre eğimi hiç değişmemek durumunda kalırdı. Fakat aradaki küçük farkın zamanla büyüdüğü görüldü: Ptolemaeus'tan günümüze kadar bu fark neredeyse 21° kadar artmıştır. Buna bağlı olarak kimileri sabit yıldızlar küresinin de hareket ettiğine ve bunun dışında bir de dokuzuncu küre bulunduğuna inanmaktadır. Bu da yetmediğinden daha sonraki yazarlar bir de onuncu küre eklemişse de bizim Dünya'nın devinimiyle varmış olmayı umduğumuz hedefe ulaşabilen olmamıştır. Bu devinimi bir başlangıç noktası ve bir hipotez olarak alıp başka şeyleri de bu sayede göstermeyi amaçlıyoruz.

12. Dairedeki Düz Çizgilerin Büyüklüğü Üzerine

Neredeyse tüm kitap boyunca yararlanacağımız kanıtlar, düz çizgilere ve yaylarla düzlemsel ve küresel üçgenlere dair olduklarından ve her ne kadar bunlar Euclides'in *Elementler*'inde etraflıca ele alınmışsa da yine de burada ihtiyaç duyduklarımızı –yani açılardan kenarların, kenarlardan açıların nasıl bulunacağını– içermediklerinden; açı, bağlayan düz çizgiyi; düz çizgi de açıyı vermezken açı gerekli değeri verebildiği için; bir yayı bağlayan düz çizgilerin bulunabileceği bir yöntem bulunmuştur. Bu çizgiler ya da kirişler sayesinde açıya karşılık gelen yayı veyahut tam tersine yay sayesinde düz çizgiyi –ya da açının belirlediği kirişi– belirlemek mümkündür. Buna göre Ptolemaeus'un az ve dağınık bir şekilde anlattığı bu çizgileri; düzlemsel ve küresel üçgenlerin kenarlarını ve açılarını incelememiz manasız değildir; bu sayede bütün bu sorulara birer cevap bulun-

muş, aktarmaya çalıştığımız konular da daha açık hale getirilmiş olur. Matematikçilerin genel kabulüne uygun olarak dairenin çevresini 360°ye böleriz; eskilerse 120 parçalık bir çap düşünmüştü. Fakat bu çizgilere atfedilen rakamların çarpılmasında ve bölümünde dakikaların ve saniyelerin karmaşasından kurtulmak adına, ayrıca çizgilerin uzunlukları ve kareleri genelde ölçülemez olduğundan –Hint rakamları herkes tarafından kullanılmaya başlandıktan sonra– halefleri 1.200.000, 2.000.000 veya başka bir rasyonel sayıyı çap olarak almış. Bu matematiksel gösterim, Yunanca veya Latince rakamlarla yapılanlar gibi tüm gösterimlere, hesaplamanın her türüne uygun olması ve kullanım kolaylığı açısından kesin bir şekilde üstün gelir. Biz de bundan dolayı açık bir hatanın önüne geçebilmek adına çapı 200.000 birim olarak aldık. Zira bu hesaplamalarda rakamı rakamına hesaplama yapmaktansa yakın bir tahminde bulunmak yeterlidir. Fakat bunu, Ptolemaeus'u neredeyse aynen izleyerek, altı teorem ve bir problemle ortaya koyacağız.

Birinci Teorem

Bir çemberin çapının belirlenmesiyle; aynı çemberin çevrelediği üçgenin, dörtgenin, altıgenin ve ongenin kenarları belirlenir. Euclides'in *Elementler*'inde de gösterildiği gibi, merkezden hareketle yarıçap altıgenin bir kenarına, üçgenin kenarına çizilen kare altıgenin kenarına çizilen karenin üç katına, dörtgenin kenarına çizilen kare altıgenin kenarına çizilen karenin iki katına eşittir.[71] Uzunluk bakımından altıgenin bir kenarı 100.000; dörtgeninki 141.422; üçgeninki 173.205 birim olarak belirlenir.

---

71 Euclides, *Elementler*: IV, 15; XIII, 12; IV, 9 ve I, 47.

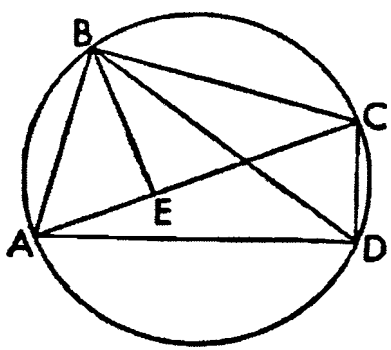
Altıgenin bir kenarı AB olsun ve Euclides'in ikinci kitabının XI. veya altıncı kitabının XXX. bölümünde de geçtiği gibi C ortada ve en uç bir noktada AB'yi kessin ve en büyük parça, BD ile eşit uzunluktaki CB olsun. Bu durumda bütün ABD, en uçta ortalama oranla kesilecek; daha küçük BD kesiti ise çemberde çizilen ongenin kenarı; AB ise Euclides'in on üçüncü kitabının V. ve IX. bölümünde açıklandığı şekilde altıgenin kenarı olacaktır. Fakat BD şu şekilde verilir: AB, E'de ikiye bölünmüş olsun. Euclides'in aynı kitabının üçüncü bölümünden anlaşılabileceği gibi, EBD'nin karesi EB'nin karesinin 5 katına eşittir. EB'nin 50.000 birim olmasından hareketle EB'nin karesinin 5 katı bulunur. Buna göre EBD 111.803 birimdir. BD ise EBD'nin EB'den farkına, yani 111.803'ün 50.000'den farkına; yani 61.803 birime eşittir; bu da ongenin aranan kenarıdır. O halde gösterildiği gibi çemberin çapı verilince, aynı çemberde çizilen üçgenin, dörtgenin, beşgenin, altıgenin ve ongenin kenarları da bulunur.

Çıkarım

En nihayetinde bir yayı ayıran kiriş bulunduğunda, yarım çemberin geri kalan kısmını ayıran kirişin de bulunabileceği açıktır. Yarım çemberdeki açı dik olduğundan ve dik üçgenlerde dik açının gördüğü kirişteki kare –yani çapın üzerine çizilen kare– dik açıyı oluşturan kenarlardaki karelerin toplamına eşittir; o halde yayın 36°sini ayıran ongenin bir kenarının, çap 200.000 birimken, 61.803 birim; yarım çemberin geri kalan 144°sini ayıran kenarın ise 190.211 birim olduğu gösterilmiş olur. Çapın 117.557 birimine eşit olan ve 72°lik yayı ayıran beşgenin kenarıysa 161.803 birimlik bir düz çizgidir ve çemberin geri kalan 108°sini ayırır.

İkinci Teorem

Bir çember içine bir dörtgen çizilirse; köşegenler tarafından oluşturulan dikdörtgen, karşıt kenarlar çiftinin oluşturduğu iki dikdörtgene eşit olur. Bir çemberin içine ABCD dörtgenini çizelim; burada AC ile DB köşegenleri tarafından oluşturulan dikdörtgenin alanı, AB ile CD'nin ve AD ile BC'nin oluşturduğu dikdörtgenlerin alanına eşittir, demek istiyorum.[72]



Buna göre ABE açısı CBD açısına eşit olsun. O halde EBD açısının her ikisinde de ortak olduğu ABD açısı ile EBC açısı eşit olur. Dahası, ACB açısı da BDA açısına eşittir; zira çemberin aynı kesitindedirler ve böylece iki benzer üçgen olan BCE ile BDA'nın orantılı kenarları ortaya çıkar. Buna göre BC'nin BD'ye oranı, EC'nin AD'ye oranına eşittir ve EC, BD çarpımı BC, AD çarpımına eşittir. Fakat ABE ve CBD üçgenleri de benzerdir; zira ABE açısı da CBD açısına eşittir. BAC açısı BDC açısına eşittir; zira çemberin aynı yayını keserler.

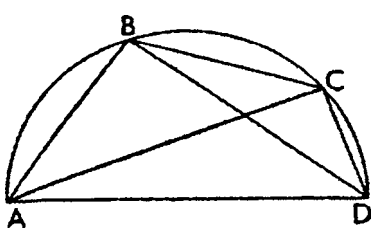
---

72 Bu ifadeyle, kenar uzunlukları köşegenler kadar olan dikdörtgenin alanının, kenar uzunlukları karşılıklı kenarlar kadar olan iki dikdörtgenin alanları toplamına eşit olduğu vurgulanıyor. Başka bir deyişle, köşegenlerin uzunlukları çarpımı, karşıt kenar çiftlerinin oluşturduğu ikililerin çarpımının toplamına eşit olur.

Yine AB'nin BD'ye oranı, AE'nin CD'ye oranına ve AB, DC çarpımı da AE, BD çarpımına eşittir. Fakat AD, BC çarpımının BD, EC çarpımına eşit olduğu da gösterilmişti. Buna göre bir bütün olarak alındığında, BD, AC çarpımı, AD, BC çarpımıyla AB, CD çarpımının toplamına eşittir.

Üçüncü Teorem

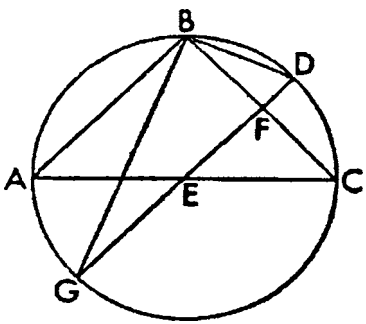
Buradan hareketle bir yarım çemberde eşit olmayan yayları ayıran doğru parçaları varsa, büyük olan yayın küçük olandan farkıyla yayı ayıran kiriş de bulunur. Çapı AD olarak belirlenen ABCD yarım çemberinde eşit olmayan yaylardaki kirişler AB ve AC olsun. BC kirişini bulmaya çalışan bizler için yarım çemberin diğer yaylarını birleştiren, BD ve CD kirişleri pek faydalıdır: Bu kirişler yarım çemberde ABCD dörtgeninin de sınırlarını belirler. AC ve BD köşegenleri üç kenarla; AB, AD ve CD ile birlikte verilir. Daha önce gösterildiği gibi, AC, BD toplamı, AB, CD ve AD, BC toplamına eşittir.



O halde AD, BC toplamı da AC, BD toplamından AB, CD toplamının farkına eşittir. Buna uygun olarak şu bölme işlemi gerçekleştirilebilir: AC-BD farkından AB-CD farkını çıkarınca kalanın AD'ye oranı aradığımız BC'yi verir. Örneğin, beşgenin ve altıgenin kenarları yukarıdaki işlemle bulunabilir. Bu hesaplamayla yayların farkına eşit olan ve çapın 20.905 birimine eşit 12°lik bir düz çizgi çizilmiş olur.

Dördüncü Teorem

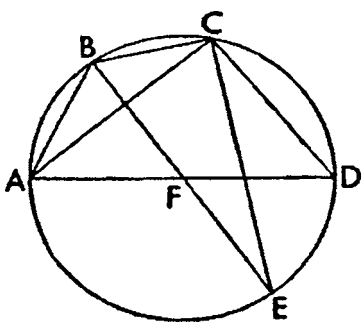
Herhangi bir yayı ayıran bir kiriş verildiğinde yayın yarısını ayıran kiriş bulunabilir. Çapı AC olan bir ABC çemberi çizelim. Kirişiyle birlikte BC yayı verilsin; EF kenarı E merkez olmak üzere BC'yi dik açıyla kessin.



Buna uygun olarak Euclides tarafından üçüncü kitabın III. bölümünde de anlatıldığı gibi bu kesit, BC kirişini ikiye bölerek yayda D noktasını oluşturur. AB ve BD yaylarının kirişlerini çizelim. ABC ve EFC üçgenleri dik ve benzerdir; zira ECF açısı her iki üçgen için ortaktır. O halde CF, BFC'nin yarısına; EF de AB'nin yarısına eşittir. AB kirişi belirlenmiş olur ve bu yarım çemberin geri kalan yayını ayırır. Böylelikle EF de ortaya çıkar ve buna uygun olarak yarıçapın diğer tarafındaki DF düz çizgisi de belirir. Buna uygun olarak DEG çapını tamamlayarak BG'yi de çizelim. Böylelikle BDG üçgeninde BF düz çizgisi tabanı B'de dik keser. Buna uygun olarak GD, DF çarpımı; BD'nin karesine eşittir. O halde BD uzunluk olarak bulunur ve BDC yayının yarısını ayırır. 12°lik bir yayı ayıran kiriş belirlendiğinde 6°lik yayı ayıran kiriş için 10.467; 3°lik yayı ayıran kiriş için 5235; 1,5°lik yayı ayıran kiriş için 2618 birim; 45'lık yayı ayıran kiriş içinse 1309 birim bulunur.

Beşinci Teorem

İki yayı ayıran kirişler verilirse, bütün yayı ayıran kiriş de belirlenmiş olur. Başka bir deyişle, verilen çemberde AB ve BC aynı adlı yayları ayıran iki kiriş olsun. Bu durumda ABC yayının bütünü ayıran AC kirişi bulunabilir, demek istiyorum.

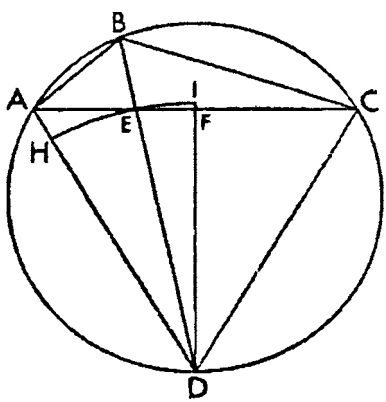


Buna göre AFD ve BFE çapları çizilsin; ayrıca BD ve CE kirişleri önceki teoreme göre, verilen AB ve BC kirişlerinden hareketle verilmiş olur. Buna bağlı olarak DE kirişi AB kirişine eşit olur. CD'nin de eklenmesiyle dörtkenarlı BCDE tamamlanmış olur: BD ve CE köşegenleri, üç kenar, yani BC, DE ve BE ile birlikte belirlenir. Geri kalan CD kenarı da ikinci teoremle belirlenecektir. Buna göre yarım çemberin geri kalan kısmını ayıran CA da belirlenmiş olacak ve bu kiriş aradığımız ABC yayının bütününü ayıracaktır. Ayrıca daha önce 3°, 1,5° ve 0,75°lik yayları ayıran kirişler hesaplandığı için, bu aralıklarda kesin oranlara sahip bir tablo oluşturulabilir. Bundan başka, dereceleri artırırsak ve ikiye bölerek ya da başka bir yolla bir yaya başka bir yay eklersek –bunları gösterebileceğimiz grafiksel oranlara gereksinimimiz olduğu için– bu yayları ayıran kirişlerle ilgili kanıtlanmamış bir durum kalmamış olur. Böylece, düşünülen sayıyla en az ölçüde uyumsuz olan ve somut bir hatayı duyularımızla fark

etmemizi sağlayan bir yoldan hiçbir şey bizi alıkoyamaz. Zaten Ptolemaeus da 1°lik veya 0,5°lik yayları ayıran kirişlerle ilgili inceleme yapmış ve bizi en baştan tembihlemişti.

Altıncı Teorem

Yayların oranı, kirişlerin en büyüğünün en küçüğüne oranından daha büyüktür. Bir çemberde birbirinden farklı ve ardışık AB ve BC yayları olsun ve BC diğerinden daha büyük olsun. Yani BC yayının AB yayına oranı BC kirişinin AB kirişine oranından daha büyüktür. Bu kirişler B açısını kapsar ve bu açı, BD düz çizgisiyle ikiye bölünsün. Buna bir de BD'yi E noktasında kesen AC eklensin. Benzer şekilde AD ve CD de birbirine eşit olsun. Dolayısıyla, eş yayları gördükleri için AD, CD'ye eşit olur.



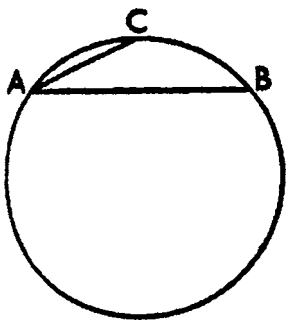
Buna uygun olarak ABC üçgeninde açıyı ikiye bölen doğru, aynı zamanda AC'yi E noktasında keser; o halde EC'nin AE'ye oranı, BC'nin AB'ye oranına eşit olur[73] ve BC, AB'den büyük olduğu için EC de EA'dan büyüktür. DF, AC'ye dik olsun; bu, F noktasında AC'yi ikiye bölecektir. Ve F, zorunlu

[73] Euclides, *Elementler*, VI, 3.

olarak daha büyük olan EC parçasında bulunmak durumundadır. Her üçgende daha büyük açı daha büyük kenarın karşısında olacağından DEF üçgeninde DE kenarı, DF kenarından; dolayısıyla AD de DE'den büyük olmalıdır. Merkezi D, yarıçapı DE olan yay, AD'yi kesecek; DF'nin ötesine geçecektir. O halde AD'yi H noktasında kessin ve DFI doğrusu ortaya çıkmış olsun. EDI dilimi, EDF üçgeninden büyük olduğundan ve DEA üçgeni de DEH diliminden büyük olduğundan DEF üçgeninin DEA üçgenine oranı, DEI diliminin DEH dilimine oranından küçük olur. Fakat bu dilimler yaylarıyla veya merkez açılarıyla orantılıyken aynı tepe noktasına sahip üçgenler tabanlarıyla orantılıdır. Buna uygun olarak EDF açısının ADE açısına oranı, EF tabanının AE tabanına oranından büyüktür; o halde tamamlayıcı olarak FDA açısının ADE'ye oranı, AF'nin AE'ye oranından büyüktür. Aynı şekilde CDA açısının ADE açısına oranı, AC'nin AE'ye oranından büyüktür. Fakat ayırt edici olarak CDE açısının EDA açısına oranı, CE'nin EA'ya oranından büyüktür. Ayrıca CDE açısının EDA açısına oranı, CB yayının AB yayına oranına eşittir. Ve CE tabanının AE tabanına oranı, CB kirişinin AB kirişine oranına eşittir; o halde CB yayının AB yayına oranı da gösterilmek istendiği gibi BC kirişinin AB kirişine oranından büyüktür.

Problem

Fakat yay her zaman, iki ucunu birleştirdiği aynı hedefe yönelen çizgilerin en kısası olan düz çizgiden daha büyük olduğundan, çemberin daha büyük parçalarından daha küçüklerine gittikçe eşitsizlik eşitliğe dönüşür. En nihayetinde dairesel ve düz çizgi, teğet noktasında aynı anda kaybolur. O halde birleşme anından hemen önce ayırt edilemez bir ayrımla birbirlerinden ayrılırlar. Örneğin AB yayı 3° ve AC de 1,5° olsun. Çap 200.000 birimken, AB kirişinin 5235 birime tekabül ettiği gösterilmişti; o halde AC kirişi de 2618 birim olur.



AB yayı, AC yayının 2 katı olmasına rağmen AB kirişi, AC kirişinin 2 katından küçüktür ve AC kirişinin 2617'den farkı 1'e eşittir. Fakat biz AB yayını 1,5°, AC yayını da 0,75° olarak belirlersek; bu durumda AB kirişi 2618'e, AC kirişi de 1309'a eşit olur; AC kirişinin AD kirişinin yarısından daha büyük olması gerekse de onun yarısı kadar olduğu görülür. Yayların ve kirişlerin oranı artık açıkça aynı olmuş olur. O halde şuraya vardığımızı görüyoruz: Düz ile dairesel çizgi arasındaki fark, sanki tek bir çizgilermiş gibi duyusal kavrayışımızdan kaçar; 0,75°lik kirişi 1309 birim olarak almakta ve aynı mantıkla kirişi dereceye ve derecenin geri kalan kısımlarına uyarlamakta tereddüt etmeyiz. 0,25°yi 0,75°ye ekleyerek 1°yi 1745; 0,5°yi 872 1/2 ve 1/3°yi de yaklaşık olarak 582 birim olarak buluruz. Bununla birlikte sadece, yayın iki katını ayıran kirişlerin yarısını verdiğimiz tablonun da yeterli olacağı kanısındayım; bu tablo sayesinde yarım çembere ulaşmakta gerekli olan çeyrek çemberi tam anlamıyla kavrayabiliriz; öyle ki bu yarımlar, kanıtlamada ve hesaplamada bütün olarak kirişlerin kendisinden çoğu kez daha uygundur. Şimdi 1/6°lik artış gösteren üç sütunlu bir tablo hazırlayalım: İlk sütunda dereceler ve bir derecenin 1/6'sı yer alsın. İkinci sütunda yayın iki katını ayıran kirişin yarısının sayısal uzunluğu olsun. Üçüncü sütun ise her bir yarım kirişin sayısal karşılıkları arasındaki farkı içersin; bu farklar sayesinde hususi dakikaların yarım kirişlerini belirlerken orantılı eklemeleri yapabiliriz. Tablo şöyle:

Canon subtensarum in circulo rectarum linearum.

Circumferentiae.		Semisses dupl. circumferen.	Differentiae.
pt.	sc.		
0	10	291	291
0	20	582	
0	30	873	
0	40	1163	
0	50	1454	
1	0	1745	
1	10	2036	
1	20	2327	
1	30	2617	
1	40	2908	
1	50	3199	
2	0	3490	
2	10	3781	
2	20	4071	
2	30	4362	
2	40	4653	291
2	50	4943	290
3	0	5234	
3	10	5524	290
3	20	5814	
3	30	6105	
3	40	6395	
3	50	6685	
4	0	6975	
4	10	7265	
4	20	7555	
4	30	7845	
4	40	8135	
4	50	8425	
5	0	8715	
5	10	9005	
5	20	9295	
5	30	9585	
5	40	9874	290
5	50	10164	289
6	0	10453	289
6	10	10742	289
	20	11031	
	30	11320	
	40	11609	
	50	11898	
7	0	12187	
	10	12476	
	20	12764	
	30	13053	288
	40	13341	
	50	13629	
8	0	13917	
	10	14205	
	20	14493	
	30	14781	
	40	15069	
	50	15356	287
9	0	15643	
	10	15931	
	20	16218	
	30	16505	
	40	16792	
	50	17078	
10	0	17365	
	10	17651	286
	20	17937	
	30	18223	
	40	18509	
	50	18795	
11	0	19081	
	10	19366	285
	20	19652	
	30	19937	
	40	20222	
	50	20507	
12	0	20791	

Canon subtensarum in circulo rectarum linearum: Çemberdeki kirişler tablosu

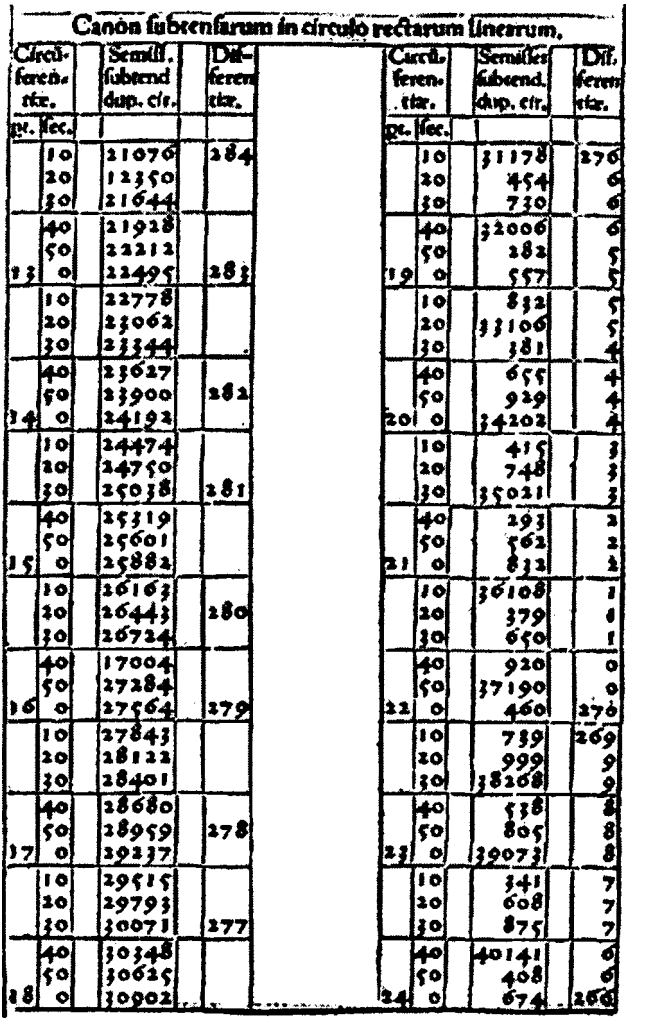
Circumferentiae: Yaylar

Semisses dupl. circumferen.: Yayın iki katını ayıran kirişin yarısı

Differentiae: Farklar

pt.: Derece

sc.: Dakika



Canon subtensarum in circulo rectarum linearum.

Circū-ferentiæ.		Semiſſ. ſubtend dup. ctr.	Dif-ferentiæ.	Circū-ferentiæ.		Semiſſes ſubtend. dup. ctr.	Dif-ferentiæ.
gr.	ſec.			gr.	ſec.		
	10	21070	284		10	31178	276
	20	21350			20	454	6
	30	21644			30	730	6
	40	21928			40	32006	6
	50	22212			50	282	5
13	0	22495	283	19	0	557	5
	10	22778			10	832	5
	20	23062			20	33106	5
	30	23344			30	381	4
	40	23627			40	655	4
	50	23900	282		50	929	4
14	0	24192		20	0	34202	4
	10	24474			10	415	3
	20	24750			20	748	3
	30	25038	281		30	35021	3
	40	25319			40	293	2
	50	25601			50	562	2
15	0	25882		21	0	832	2
	10	26163			10	36108	1
	20	26443	280		20	379	1
	30	26724			30	650	1
	40	17004			40	920	0
	50	27284			50	37190	0
16	0	27564	279	22	0	460	276
	10	27843			10	739	269
	20	28122			20	999	9
	30	28401			30	38268	9
	40	28680			40	538	8
	50	28959	278		50	805	8
17	0	29237		23	0	39073	8
	10	29515			10	341	7
	20	29793			20	608	7
	30	30071	277		30	875	7
	40	30348			40	40141	6
	50	30625			50	408	6
18	0	30902		24	0	674	266

Canon subtensarum in circulo rectarum linearum: Çemberdeki kirişler tablosu

Circumferentiae: Yaylar

Semisses dupl. circumferen.: Yayın iki katını ayıran kirişin yarısı

Differentiae: Farklar

pt.: Derece

sec.: Dakika

Canon subtensarum in circulo rectarum linearum.

Circū-ferentiæ. gr.	sec.	Semiss. subtend. dup. circ.	Differentiæ.
	10	40939	265
	20	41204	5
	30	469	5
	40	734	4
	50	998	4
25	0	42262	4
	10	125	3
	20	788	3
	30	43351	3
	40	393	2
	50	555	2
26	0	837	2
	10	44098	1
	20	359	1
	30	620	0
	40	880	0
	50	45140	260
27	0	399	259
	10	658	9
	20	916	8
	30	46175	8
	40	433	8
	50	690	7
28	0	947	7
	10	47204	6
	20	460	6
	30	716	5
	40	971	5
	50	48226	5
29	0	481	4
	10	735	4
	20	989	3
	30	49242	3
	40	495	2
	50	748	2
30	0	50000	252

Circū-ferentiæ. gr.	sec.	Semiſſis ſubtend. dup. circ.	Differentiæ.
	10	50252	251
	20	503	1
	30	754	0
	40	51004	0
	50	254	250
31	0	504	249
	10	753	9
	20	52002	8
	30	250	8
	40	498	7
	50	745	7
32	0	992	6
	10	53238	6
	20	484	6
	30	730	5
	40	975	5
	50	54220	4
33	0	464	4
	10	708	3
	20	951	3
	30	55194	2
	40	436	2
	50	678	1
34	0	919	1
	10	56160	0
	20	400	240
	30	641	239
	40	880	9
	50	57119	8
35	0	358	8
	10	596	8
	20	833	3
	30	58070	0
	40	307	7
	50	543	3
36	0	779	9

Canon subtensarum in circulo rectarum linearum: Çemberdeki kirişler tablosu

Circumferentiae: Yaylar

Semisses dupl. circumferen.: Yayın iki katını ayıran kirişin yarısı

Differentiae: Farklar

pt.: Derece

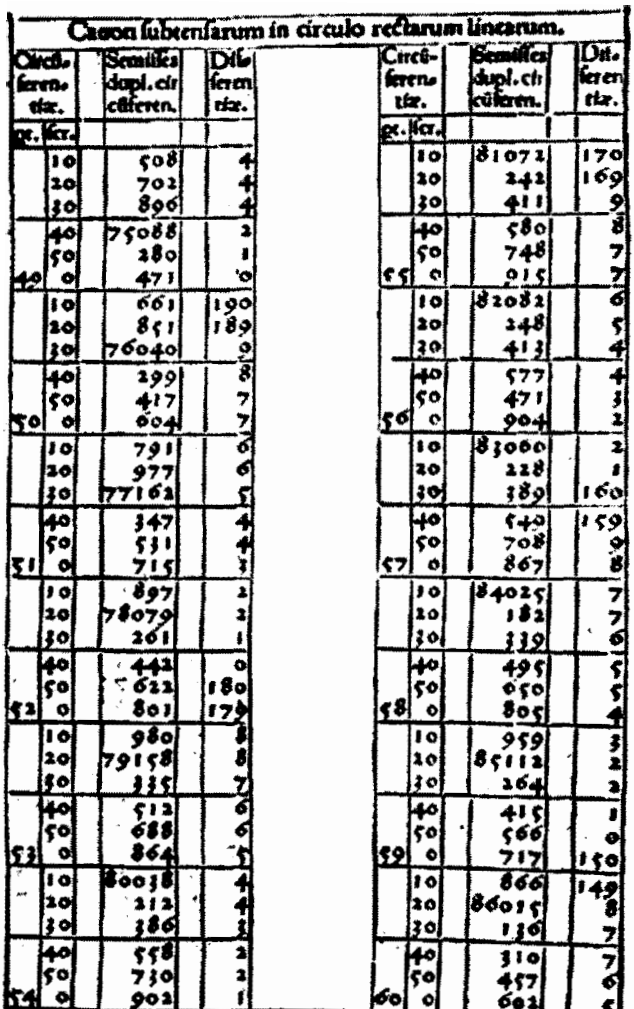
sec.: Dakika

Canon subtensarum in circulo rectarum linearum.

Circū-ferentiæ.		Semiſſ. ſubtend. dup. cir.	Diffe-rentiæ.
gr.	ſcr.		
36	10	59014	235
	20	248	4
	30	482	4
	40	716	3
	50	949	3
37	0	60181	2
	10	414	2
	20	645	1
	30	876	1
	40	61177	0
	50	377	230
38	0	566	229
	10	795	9
	20	62024	9
	30	251	8
	40	479	8
	50	706	7
39	0	932	7
	10	63158	6
	20	383	6
	30	608	5
	40	832	5
	50	056	4
40	0	64279	3
	10	201	2
	20	423	2
	30	645	1
	40	65166	0
	50	386	220
41	0	606	219
	10	825	9
	20	66044	8
	30	262	8
	40	480	7
	50	697	7
42	0	913	6

Circū-ferentiæ.		Semiſſes ſubtend. dup. cir.	Diffe-rentiæ.
pt.	ſcr.		
42	10	67129	215
	20	344	5
	30	559	4
	40	773	4
	50	987	3
43	0	68200	2
	10	412	2
	20	624	1
	30	835	1
	40	69046	0
	50	256	210
44	0	466	209
	10	675	9
	20	883	8
	30	70091	7
	40	298	7
	50	505	6
45	0	711	5
	10	916	5
	20	71121	4
	30	325	4
	40	529	3
	50	732	2
46	0	934	2
	10	72136	1
	20	337	0
	30	537	200
	40	737	199
	50	937	9
47	0	73135	8
	10	333	7
	20	531	7
	30	728	6
	40	924	5
	50	74119	5
48	0	314	4

Canon subtensarum in circulo rectarum linearum: Çemberdeki kirişler tablosu
Circumferentiae: Yaylar
Semisses dupl. circumferen.: Yayın iki katını ayıran kirişin yarısı
Differentiae: Farklar
pt.: Derece
sec.: Dakika



Canon subtensarum in circulo rectarum linearum.

Circumferentiae.		Semisses dupl. circumferen.	Differentiae.
gr.	scr.		
	10	508	4
	20	702	4
	30	896	4
	40	75088	2
	50	280	1
49	0	471	0
	10	661	190
	20	851	189
	30	76040	9
	40	299	8
	50	417	7
50	0	604	7
	10	791	6
	20	977	6
	30	77162	5
	40	347	4
	50	531	4
51	0	715	3
	10	897	2
	20	78079	2
	30	261	1
	40	442	0
	50	622	180
52	0	801	179
	10	980	8
	20	79158	8
	30	335	7
	40	512	6
	50	688	6
53	0	864	5
	10	80038	4
	20	212	4
	30	386	3
	40	558	2
	50	730	2
54	0	902	1
	10	81072	170
	20	242	169
	30	411	9
	40	580	8
	50	748	7
55	0	915	7
	10	82082	6
	20	248	5
	30	413	4
	40	577	4
	50	471	3
56	0	904	2
	10	83060	2
	20	228	1
	30	389	160
	40	549	159
	50	708	9
57	0	867	8
	10	84025	7
	20	182	7
	30	339	6
	40	495	5
	50	650	5
58	0	805	4
	10	959	3
	20	85112	2
	30	264	2
	40	415	1
	50	566	0
59	0	717	150
	10	866	149
	20	86015	8
	30	136	7
	40	310	7
	50	457	6
60	0	602	5

Canon subtensarum in circulo rectarum linearum: Çemberdeki kirişler tablosu

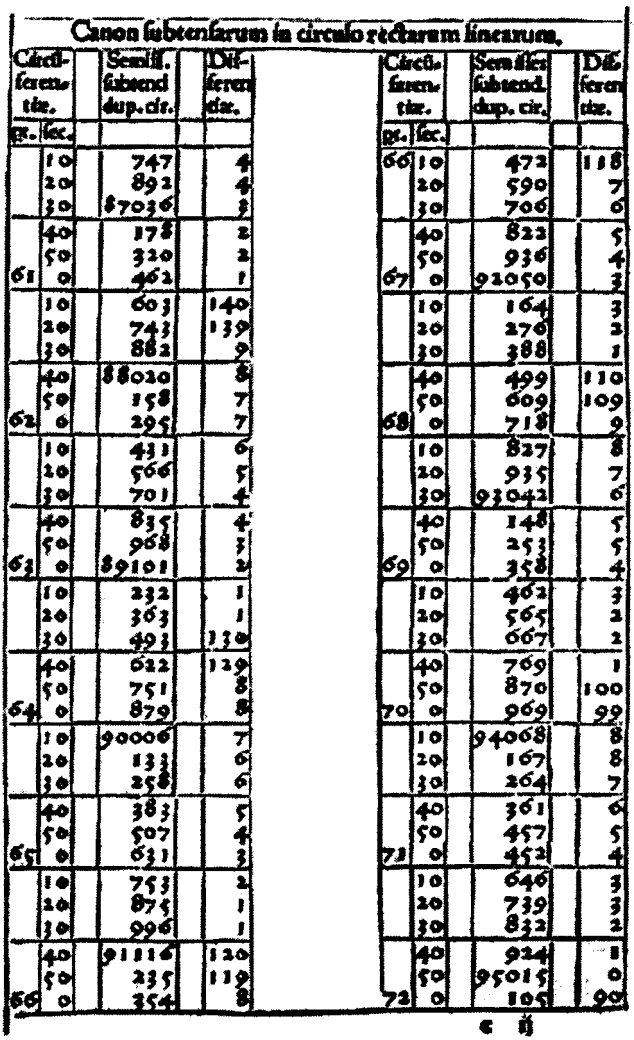
Circumferentiae: Yaylar

Semisses dupl. circumferen.: Yayın iki katını ayıran kirişin yarısı

Differentiae: Farklar

pt.: Derece

sec.: Dakika

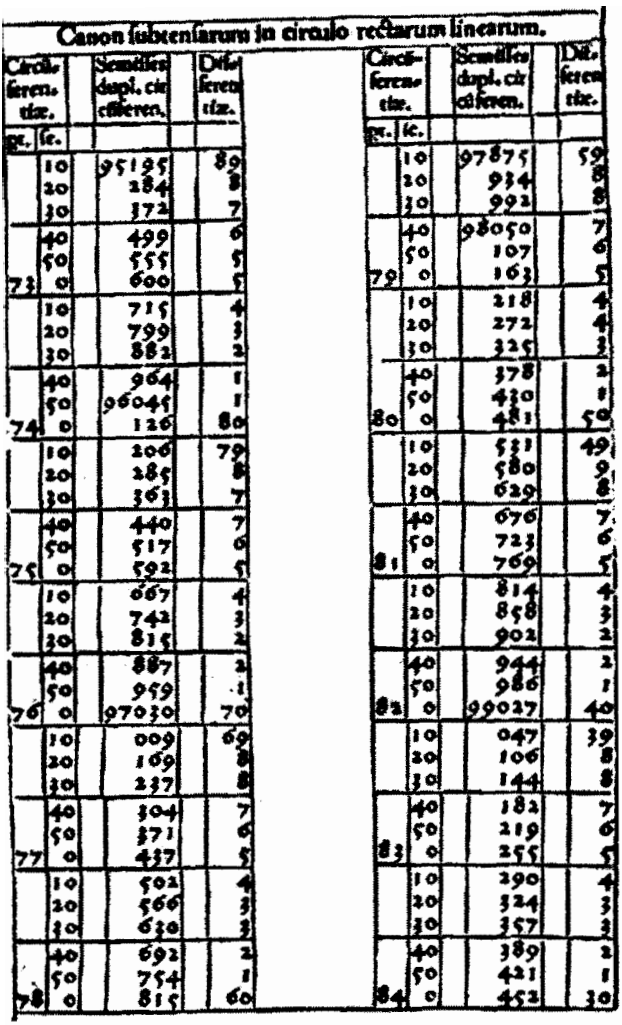


Canon subtensarum in circulo rectarum linearum.

Circũferentiæ.		Semiss. subtend. dup. cir.	Differẽtiæ.
gr.	sec.		
	10	747	4
	20	892	4
	30	87036	3
	40	178	2
	50	320	2
61	0	462	1
	10	603	140
	20	743	139
	30	882	9
	40	88020	8
	50	158	7
62	0	295	7
	10	431	6
	20	566	5
	30	701	4
	40	835	4
	50	968	3
63	0	89101	2
	10	232	1
	20	363	1
	30	493	130
	40	622	129
	50	751	8
64	0	879	8
	10	90006	7
	20	133	6
	30	258	6
	40	383	5
	50	507	4
65	0	631	3
	10	753	2
	20	875	1
	30	996	1
	40	91116	120
	50	235	119
66	0	354	8

Circũferentiæ.		Semiss. subtend. dup. cir.	Differẽtiæ.
gr.	sec.		
66	10	472	118
	20	590	7
	30	706	6
	40	822	5
	50	936	4
67	0	92050	3
	10	164	3
	20	276	2
	30	388	1
	40	499	110
	50	609	109
68	0	718	9
	10	827	8
	20	935	7
	30	93042	6
	40	148	5
	50	253	5
69	0	358	4
	10	462	3
	20	565	2
	30	667	2
	40	769	1
	50	870	100
70	0	969	99
	10	94068	8
	20	167	8
	30	264	7
	40	361	6
	50	457	5
71	0	552	4
	10	646	3
	20	739	3
	30	832	2
	40	924	1
	50	95015	0
72	0	105	90

Canon subtensarum in circulo rectarum linearum: Çemberdeki kirişler tablosu
Circumferentiae: Yaylar
Semisses dupl. circumferen.: Yayın iki katını ayıran kirişin yarısı
Differentiae: Farklar
pt.: Derece
sec.: Dakika

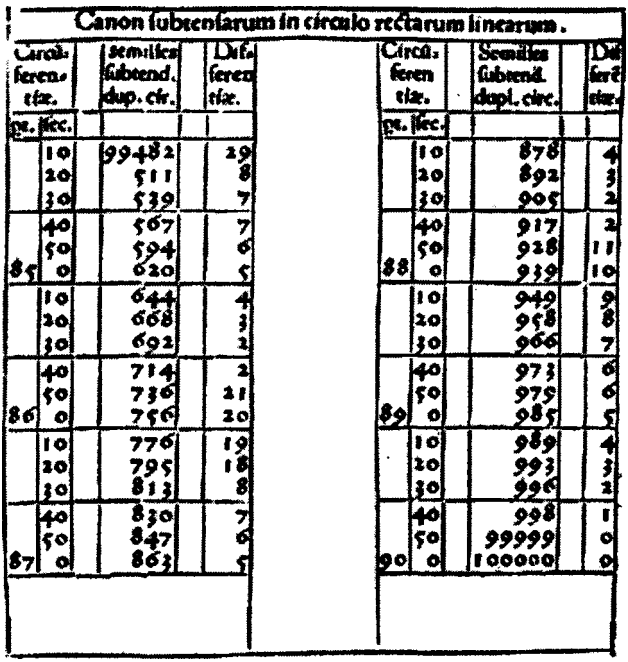


Canon subtensarum in circulo rectarum linearum.

Circuli feren. tiæ.		Semisses dupl. circumferen.	Differentiæ.
gr.	sc.		
	10	95195	89
	20	284	8
	30	372	7
	40	499	6
	50	555	5
73	0	600	5
	10	715	4
	20	799	3
	30	882	2
	40	964	1
	50	96045	1
74	0	126	80
	10	206	79
	20	285	8
	30	363	7
	40	440	7
	50	517	6
75	0	592	5
	10	667	4
	20	742	3
	30	815	2
	40	887	2
	50	959	1
76	0	97030	70
	10	009	69
	20	169	8
	30	237	8
	40	304	7
	50	371	6
77	0	437	5
	10	502	4
	20	566	3
	30	630	3
	40	692	2
	50	754	1
78	0	815	60

Circuli feren. tiæ.		Semisses dupl. circumferen.	Differentiæ.
gr.	sc.		
	10	97875	59
	20	934	8
	30	992	8
	40	98050	7
	50	107	6
79	0	163	5
	10	218	4
	20	272	4
	30	325	3
	40	378	2
	50	430	1
80	0	481	50
	10	531	49
	20	580	9
	30	629	8
	40	676	7
	50	723	6
81	0	769	5
	10	814	4
	20	858	3
	30	902	2
	40	944	2
	50	986	1
82	0	99027	40
	10	047	39
	20	106	8
	30	144	8
	40	182	7
	50	219	6
83	0	255	5
	10	290	4
	20	324	3
	30	357	3
	40	389	2
	50	421	1
84	0	452	30

Canon subtensarum in circulo rectarum linearum: Çemberdeki kirişler tablosu
Circumferentiae: Yaylar
Semisses dupl. circumferen.: Yayın iki katını ayıran kirişin yarısı
Differentiae: Farklar
pt.: Derece
sec.: Dakika



Canon subtensarum in circulo rectarum linearum.

Circũ. feren. tiæ.		semisses subtend. dup. circ.	Dif. feren tiæ.	Circũ. feren tiæ.		Semisses subtend. dupl. circ.	Dif. feren tiæ.
gr.	sec.			gr.	sec.		
	10	99482	29		10	878	4
	20	511	8		20	892	3
	30	539	7		30	905	2
	40	567	7		40	917	2
	50	594	6		50	928	11
85	0	620	5	88	0	939	10
	10	644	4		10	949	9
	20	668	3		20	958	8
	30	692	2		30	966	7
	40	714	2		40	973	6
	50	736	21		50	979	6
86	0	756	20	89	0	985	5
	10	776	19		10	989	4
	20	795	18		20	993	3
	30	813	8		30	996	2
	40	830	7		40	998	1
	50	847	6		50	99999	0
87	0	863	5	90	0	100000	0

Canon subtensarum in circulo rectarum linearum: Çemberdeki kirişler tablosu

Circumferentiae: Yaylar

Semisses dupl. circumferen.: Yayın iki katını ayıran kirişin yarısı

Differentiae: Farklar

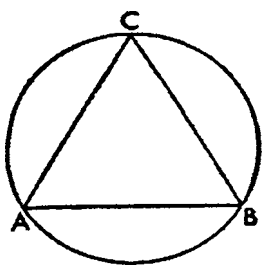
pt.: Derece

sec.: Dakika

13. Düzlemdeki Doğrusal Üçgenlerin Kenarları ve Açıları Üzerine

I.

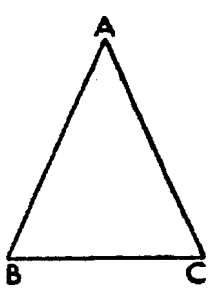
Açıları verilen bir üçgenin kenarları da verilmiş olur. Euclides'in dördüncü kitabının V. bölümünde de geçtiği gibi bir çember içindeki ABC üçgenini çizelim. Buna göre AB, BC ve CA yayları derece cinsinden verilmiş olacak ve burada iki dik açı 360°ye eşit olacak.



Çapı 200.000 birime eşit olduğu varsayılan çemberdeki yayların verilmesiyle, oluşturulan tablo sayesinde üçgenin ilgili kenarları da bulunur.

II.

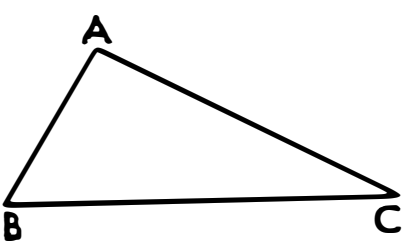
Üçgenin iki kenarı, bir açıyla birlikte verilirse diğer kenar ve açılar da bulunabilir. Verilen kenarlar birbirine eşit olabilir ya da olmayabilir. Fakat verilen açı ya dik, ya dar ya da geniş olur.



Yine, bulunan kenarlar açıyı kapsayabilir ya da kapsamaz. Buna göre verilen ABC üçgeninde evvela AB ve AC kenarları eşit olsun ve A açısını oluştursun. Bu durumda BC tabanındaki diğer açılar da –geri kalanın yarısı olarak– eşit olacağından A diğer iki açıdan çıkarılır. Evvela tabandaki açı verilirse, bu durumda hemen eşiti bulunarak bu iki açı yardımıyla onları tamamlayan diğer açı elde edilir. Fakat bir üçgenin açıları verilirse kenarları da bulunur: Dahası BC tabanı, AB'nin ve AC'nin yarıçap olarak 100.000 birim ya da çap olarak 200.000 birim olduğu tablonun ilgili bölümlerinden bulunmuş olur.

III.

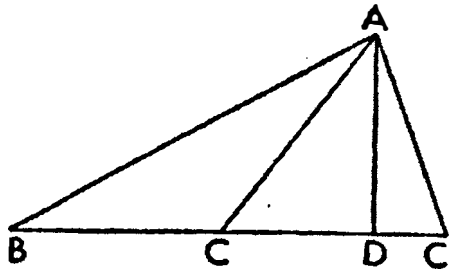
Buna karşılık verilen kenarların oluşturduğu BAC bir dik açıysa, yine aynı sonuca ulaşılır. AB'nin karesiyle AC'nin karesinin toplamı BC'nin karesini verdiğinden, BC uzunluk olarak bulunur ve birbirlerine oranından diğer kenarlar da belirlenir. Ancak dik üçgeni kapsayan çemberin parçası yarım çember olduğundan BC tabanı da çap olur.



Buna göre, BC 200.000 birimken, C ve B açılarının gördüğü AB ve AC de bulunacaktır. Ve tablodaki oranlar, iki dik açı 180° olmak üzere, açıları derece cinsinden ortaya çıkaracaktır. Açıkça anlaşıldığını sanıyorum ki BC, dik açıyı oluşturan kenarlardan biriyle birlikte bulunursa, aynı sonuç ortaya çıkar.

IV.

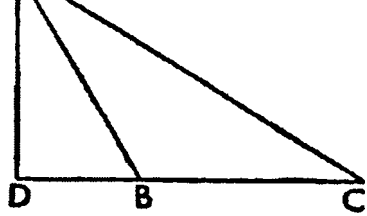
Şimdi ABC bir dar açı olsun ve AB ile BC kenarları tarafından oluşturulsun. A noktasından BC'ye bir dikme indirelim; gerekirse –üçgenin içinde veya dışında olmasına göre– buna da AD diyelim.



Bu dikme sayesinde ABD ve ADC dik üçgenleri ayırt edilir ve ABD'de açılar verilmiş olduğundan D bir dik açıdır ve B de hipoteze göre bulunmuş olur. O halde çemberin AB olan çapı 200.000 birimken, A ve B açılarının gördüğü AD ve BD tablo sayesinde belirlenmiş olur. AB'nin uzunluk olarak verildiği mantıkla AD ve BD de benzer şekilde tespit edilir. O halde yukarıda gösterildiği gibi, ADC dik üçgeninde AD ve CD kenarları bulunarak aranan AC kenarı ve ACD açısı bulunur.

V.

B geniş açı olduğunda ortaya farklı bir sonuç çıkmaz. Zira A'dan BC'ye indirilen AD dikmesi, ABD üçgenini oluşturur. Bu sayede ABC'nin dış açısı olan ABD bulunur ve D açısı 90°dir.



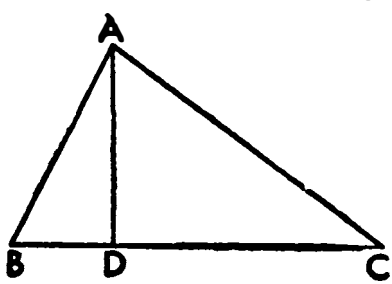
O halde AB 200.000 birim iken BD ve AD kenarları bulunur. BA ve BC'nin birbirine oranı verildiği için BD ve bütün olarak CBD verilince AB aynı uzunlukta bulunur. ADC dik üçgeninde AD ve CD kenarları bilindiğinden aranan AC kenarıyla BAC ve ACB açıları da bulunmuş olur.

VI.

Verilen AC ve AB kenarlarından biri, verilen B açısının gördüğü bir kenar olsun. Buna göre ABC üçgenini içine alan çemberin çapının 200.000 birim olduğu durumda tablo sayesinde AC, AC'nin AB'ye oranının belirlenmesiyle bulunmuş olur. Aynı şekilde AB de elde edilir ve tablo sayesinde BAC açısıyla birlikte ACB açısı; bu açı sayesinde de CB kirişi belirlenir. Bu mantığa göre herhangi bir büyüklükte olabilirler.

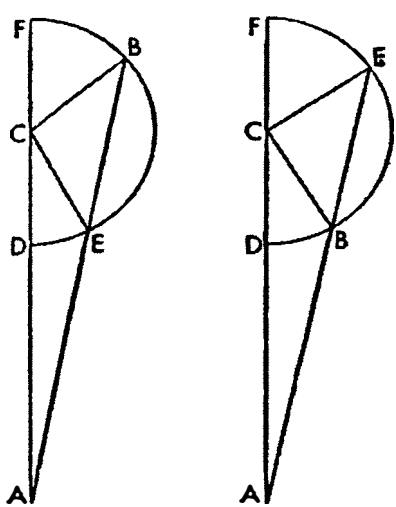
VII.

Tüm kenarları verilen üçgenin açıları da verilmiş olur. Bir eşkenar üçgenin her bir açısının, iki dik açının üçte birine eşit olduğu çok iyi bilinen bir kuraldır. Bir ikizkenar üçgende de bu açıkça böyledir. Zira merkezin etrafındaki 360° dört dik açıya denk geldiğinden ve tabloya göre üçüncü kenar, yani eşit kenarlar tarafından oluşturulan açının bulunduğu yayı ayıran ve çapın yarısı kadar olan kenara eşit olduğundan, eşit kenarlardan her biri üçüncü kenara eşittir. O halde tabandaki iki açının, bütünler açının yarısı kadar olduğu bulunur.



Öyleyse şimdi bunu, aynı yolla dik üçgenlere ayırabileceğimiz eşkenar olmayan üçgenler üzerinde gösterelim. Buna göre ABC, eşkenar olmayan, kenarları bilinen bir üçgen olsun. En uzun kenar olan BC üzerine AD dikmesini indirelim. Bu durumda Euclides'in ikinci kitabının XIII. bölümünde bize aktardığı gibi dar açının AB'yi görmesi durumunda, AC'nin karesiyle BC'nin karesinin toplamının AB'nin karesinden farkı, BC ile CD'nin çarpımının iki katına eşittir. Bu durumda C'nin dar açı olması gerekir; aksi halde AB, Euclides'in birinci kitabının XVII. bölümündeki hipotezlere ters düşerek en uzun kenar olur. O halde BD ve DC bulunur ve daha evvel de pek çok kere olduğu gibi, ABC ile ADC dik üçgenleri kenarları ve açılarıyla elde edilir; böylece üzerinde durulan ABC üçgeninin açıları ortaya çıkmış olur.

Bir diğer yol: Benzer şekilde Euclides'in üçüncü kitabının XXXVI. bölümü, belki de bize kolay bir yöntem sunacak. Daha kısa olan BC'nin yarıçap, C noktasının merkez olduğu ve geri kalan kenarlardan birini ya da ikisini kesen bir çember çizelim. Evvela, E noktasında AB'yi ve F noktasında AC'yi olmak üzere ikisini de kessin. DCF çapını tamamlamak üzere ADC doğrusunu F noktasına kadar uzatalım. Bu



durumda Euclides'in ifade ettiği gibi şu açık hale gelir: FA, AD çarpımı BA, AE çarpımına eşittir; zira her biri çembere A'dan çizilen teğetlerdeki kareye eşittir.

Buna karşılık bütün parçaları bilinen AF de bulunmuş olur, çünkü CF yarıçapı, CD yarıçapına; o da BC'ye eşittir; ayrıca AD de CA'nın CD'den farkına eşittir. BA, AE çarpımı bulunduğundan AE uzunluğu da bilinir; dolayısıyla BE yayını ayıran BE kirişi de bulunmuş olur. EC'nin de katılımıyla BCE ikizkenar üçgenini tüm kenarları bulunmuş olarak elde ederiz. O halde EBC açısı da bulunur. Böylece ABC üçgenindeki geri kalan C ve A açıları yukarıda gösterilenler sayesinde bilinir hale gelir. Bundan farklı olarak, diğer şekildeki gibi AB'nin içbükey çemberin üzerinde yer aldığı ve AB'yi kesmeyen bir çember çizelim. Bununla beraber BE de bulunmuş olur ve BCE ikizkenar üçgeninde CBE açısıyla ABC dış açısı da bulunur. Aynı yöntemle geri kalan açılar da elde edilir. Böylece yerölçüm biliminin büyük oranda içinde barındırdığı doğrusal üçgenlerden yeteri kadar bahsetmiş olduk. Şimdi küresel üçgenlere geçelim.

14. Küresel Üçgenler Üzerine

Burada, küresel bir yüzeydeki büyük çemberlerin üç yayı tarafından oluşturulan küresel üçgeni ele alıyoruz. Fakat bir kutup şeklindeki kesit noktasıyla belirlenen büyük çemberin yayından oluşan açıların farkını ve büyüklüğünü inceleyeceğiz; bu yay, açıyı oluşturan çemberlerin çeyrekleri tarafından kesilen yaydır. Yayın sınırları çemberin bütün çevresine göre belirlendiğinden, toplamının 360°yi verdiğini söylediğimiz dört eş dik açıya göre kesitin açısı ortaya çıkar.

I.

Bir küredeki büyük dairelerin üç yayı varsa ve bunlardan ikisinin birleşimi üçüncüsünden daha uzunsa bunların bir

küresel üçgen oluşturduğu açıktır. Euclides'in on birinci kitabının XXIII. bölümü, burada yaylara ilişkin tasarlanan şeyi açılarla ilgili olarak göstermektedir. Açıların arasında olduğu kadar yayların arasında da aynı mantık işlediğinden ve büyük daireler kürenin merkezinden geçen daireler olduğundan, dairelerin bu üç dilimi açıkça ortaya çıkar; yani üç yayın ait olduğu dilimler kürenin merkezinde bir katı açı oluşturur. Böylelikle önerilen şey gerçekleşmiş olur.

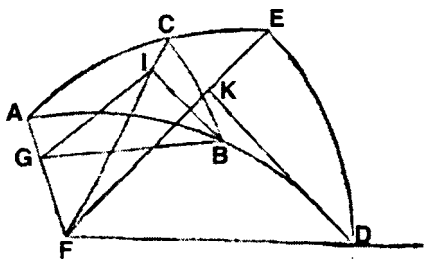
II.

Bir küresel üçgenin herhangi bir yayı bir yarım çemberden daha küçük olmalıdır. Zira yarım daire merkezde bir açı oluşturmaz, fakat merkeze bir düz çizgi olarak iner. Yayların sınırlarını belirleyen diğer açılar merkezde bir katı açı oluşturmaz ve bu yüzden bir küresel üçgen meydana getiremez. Ptolemaeus'un bu türden üçgenlere dair yapmış olduğu açıklamanın nedeninin bu olduğunu düşünüyorum; özellikle de küresel dilimin şekliyle ilgili olarak, bir araya getirilen yaylardan hiçbirinin bir yarım çemberden büyük olmaması gerektiğini iddia etmiştir.

III.

Dik açılı küresel üçgenlerde kürenin çapı, büyük dairede ilk ve diğer kenarın oluşturduğu açının gördüğü kirişe eşit olduğu için, dik açının karşısındaki kenarın iki katı olan kiriş, dik açıyı oluşturan kenarlardan birinin iki katı olan kirişe eşittir. C noktasındaki açının dik olduğu bir ABC küresel üçgeni olsun. Buna göre AB kirişinin iki katının BC kirişinin iki katına oranı; kürenin çapının büyük dairedeki BAC açısının kirişinin iki katına oranına eşittir. A'yı kutup olarak alıp büyük bir çemberin DE yayını çizelim ve ABD ile ACE çeyrek çemberleri tamamlansın. Kürenin F merkezinden dairelerin

ortak kesitlerini çizelim: ABD ve ACE dairelerinin ortak kesiti FA; ACE ve DE dairelerinin FE; ABD ve DE dairelerinin FD; AC ve BC dairelerinin de FC olsun. Daha sonra FA'ya dik olarak BG'yi; FC'ye dik olarak BI'yı; FE'ye dik olarak da DK'yi çizelim ve GI'yı da ekleyelim.

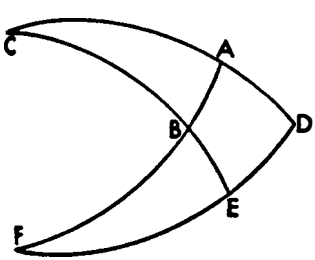


Bir daire, kutbu boyunca çizilen bir başka daireyi ancak dik açıyla kestiğine göre AED açısı dik olacaktır. Bu hipoteze göre, ACB açısı da dik olacaktır. EDF ve BCF düzlemlerinin her biri AEF düzlemine dik iner. Bundan dolayı ortak kesitte AFE'nin temel düzleminde K noktasına dik açıyla bir dikme indirilirse bu dikme ve KD, birinin diğerine dik olduğu düzlemlerin tanımına göre bir dik açı oluşturur. Bu yüzden Euclides tarafından on birinci kitabın IV. bölümünde, KD doğrusu AEF dairesine diktir. Fakat BI da aynı düzleme dikti. Bundan ötürü Euclides'in on birinci kitabının VI. bölümünde de gösterildiği gibi, DK BI'ya; FD de GB'ye paraleldir; zira FGB açısı, GFD açısına; o da 90°ye eşittir. Euclides'in on birinci kitabının X. bölümünde gösterildiği gibi, FDK açısı GBI açısına eşittir. Fakat FKD açısı 90°dir ve bu açıklamaya göre; GI, IB'ye diktir. Bu durumda benzer üçgenlerin kenarları orantılıdır ve DF'nin BG'ye oranı, DK'nin BI'ya oranına eşittir. Fakat BI, iki CB yayını ayıran kirişin yarısına eşittir, çünkü BI, F merkezinden yarıçapa dik açıyla iner. Aynı sebeple BG, BA yayının iki katını ayıran kirişin yarısına; DK, DE yayının iki katını ayıran kirişin yarısına ya da

DAE'nin iki katını ayıran kirişin yarısına eşittir. Ve yukarıda da gösterildiği gibi, DF, kürenin çapının yarısına eşittir; buna göre AB'nin iki katını ayıran kirişin BC'nin iki katını ayıran kirişe oranı, çapın DAE'nin iki katını ayıran kirişe (ya da DE'nin iki katını ayıran kirişe) oranına eşittir.

IV.

Dik açılı herhangi bir üçgende başka bir açı ve kenar verilirse geri kalan açı ve kenarlar da bulunur. ABC, dik açısı A ve diğer iki açısından biri –B açısı– verilen bir üçgen olsun. Verilen kenarın üç durumunu ele alalım. Bu kenar ya verilen açılara AB şeklinde bitişik, ya sadece dik açıya AC şeklinde bitişik, ya da BC şeklinde dik açının karşısında olur. Evvela verilen kenarı AB olarak çizelim. C noktası kutup olarak ve büyük dairenin yayı DE olarak çizilsin. CAD ve CBE çeyrekleri tamamlansın; AB ve DE, F noktasında birbirlerini kesene kadar uzatılsın. Buna göre diğer taraftan CAD'nin kutbu F noktasında olacaktır; zira A açısı D açısına, o da 90°ye eşittir. Ve bir kürede büyük daireler birbirlerini dik açıyla keserse biri diğerini ortadan ikiye ayırarak onun kutbundan geçer; buna göre ABF ve DEF, dairelerin çeyrekleri olur.



AB verildiği için BF, çeyreğin diğer kısmı olarak bulunur; ayrıca dik EBF açısı, bulunan ABC açısına eşittir. Fa-

kat yukarıda da gösterildiği gibi, BF yayının iki katını ayıran kirişin EF yayının iki katını ayıran kirişe oranı, kürenin çapının EBF'nin iki katını ayıran kirişe oranına eşittir. Ancak kirişlerden üçü biliniyordu: Kürenin çapı, BF'nin iki katını ayıran kiriş, EBF'nin iki katını ayıran kiriş. Ya da yarım kirişler ve buna bağlı olarak –Euclides tarafından altıncı kitabın XV. bölümünde gösterildiği üzere– EF'nin iki katını ayıran kirişin yarısı ve tablo sayesinde EF yayının kendisi ve çeyreğin kalanı DE ya da aranan C'deki açı. Benzer şekilde DE yayının iki katını ayıran kirişin AB yayının iki katını ayıran kirişe oranı, EBC'nin iki katını ayıran kirişin CB'nin iki katını ayıran kirişe oranına eşittir. Fakat dairenin DE, AB ve CE çeyrekleri zaten bulunmuştu ve bu yüzden CB'nin iki katını ayıran dördüncü kiriş ve aranan CB kenarı da bulunacaktır. Ve CB yayının iki katını ayıran kirişin CA yayının iki katını ayıran kirişe oranı, BF yayının iki katını ayıran kirişin EF yayının iki katını ayıran kirişe oranına eşit olduğundan ikisi de kürenin çapının CBA'nın iki katını ayıran kirişe oranına sahiptir; zira birisi için geçerli olan oranlar diğeri için de geçerlidir. Bu yüzden BF, EF ve CB kirişlerinin bulunmasıyla dördüncü kiriş olan CA da bulunur; CA yayı da ABC üçgeninin üçüncü kenarıdır. Fakat bu sefer AC verilen kenar olsun ve problemimiz geri kalan C açısıyla AB ve BC kenarlarını bulmak olsun. Yine benzer şekilde CA yayının iki katını ayıran kirişin CB yayının iki katını ayıran kirişe oranı, ABC'nin iki katını ayıran kirişin çapa oranına eşittir. Buradan hareketle CB kenarı ve çeyrek dairelerin geri kalanları AD ve BE de bulunur. Ve böylece yine, AD'nin iki katını ayıran kirişin BE'nin iki katını ayıran kirişe oranı, ABF'nin iki katını ayıran kirişe, yani çapın BF'nin iki katını ayıran kirişe oranına eşittir. Böylece BF yayıyla birlikte geri kalan AB kenarı da bulunur. Benzer şekilde BC'nin iki katını ayıran kirişin AB'nin iki katını ayıran kirişe oranı,

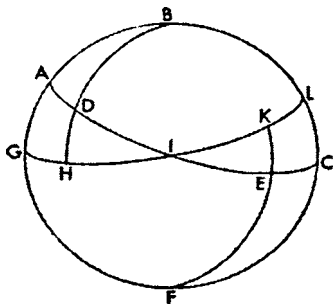
CBE'nin iki katını ayıran kirişin DE'nin iki katını ayıran kirişe oranına eşittir. Buradan hareketle DE yayı veya geri kalan C açısı da bulunmuş olacaktır. Önceki gibi ele alınan BC olursa; AC ve geri kalan AD ve BE bulunur. Bu yüzden sıkça tekrarlandığı gibi, BF yayı ve geri kalan AB kenarı da onları ayıran kirişler ve çap sayesinde bulunur. Teoremin öngördüğü üzere; BC, AB ve CBE yaylarının bulunmasıyla ED yayı, yani aradığımız C'deki açı da bulunur. Yine ABC üçgeninde bulunan A dik olmak üzere A ve B açılarıyla üç kenardan birinin verilmesiyle üçüncü açı ve geri kalan kenarlar da gösterildiği gibi bulunur.

V.

Açıları verilen bir dik üçgenin kenarları da bulunur. Önceki şekli düşünelim. C açısının bulunmasıyla çeyreğin geri kalanı EF ve DE yayı da bulunur. BE, DEF yayının kutbundan geçtiği için BEF bir dik açı olduğundan ve EBF açısı verilen tepe açısına eşit olduğundan; dik açısı E olan BEF üçgeninin EF kenarıyla birlikte B'deki açısı da verilince önceki teorem sayesinde açıları ve kenarları da bulunmuş olur. Bu yüzden BF verilirse çeyreğin geri kalanı AB bulunur. Ve benzer şekilde, ABC üçgeninde geri kalan AC ve BC kenarları da yukarıdaki gibi gösterilmiş olur.

VI.

Aynı küredeki iki üçgenin dik açıları varsa ve bir açı diğerine, bir kenar da ötekine eşitse –kenarlar eş açılara bitişik veya eşit açılardan birinin karşısında olsa da– geri kalan kenarlar diğer kenarlara, geri kalan açı da diğer açıya eşit olacaktır. İçindeki ABD ve CEF üçgenleriyle birlikte bir ABC yarım küresi verilsin. A'daki ve C'deki açılar dik; ADB açısı, CEF açısına; bir kenar da diğer kenara eşit olsun.

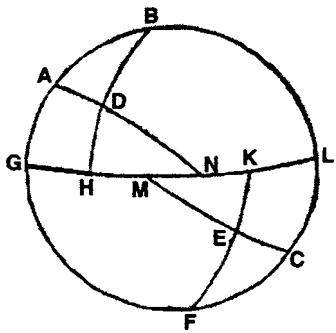


Evvela eş kenarlar eş açılara bitişik olsun, yani AD, CE'ye eşit olsun. AB kenarının CF kenarına; BD kenarının EF kenarına ve geri kalan ABD açısının da kalan CFE açısına eşit olduğunu söylüyorum. Kutup olarak B ve F'yi alarak büyük çemberlerin çeyreklerini GHI ve IKL olarak çizelim. ADI ile CEI çeyrek çemberleri de tamamlanmış olsun. Bunlar kaçınılmaz olarak birbirini yarım kürenin kutbunda, yani I noktasında keserler; zira A açısı C açısına, o da 90°ye eşittir. Ve GHI ile CEI çeyrek çemberleri, ABC çemberinin kutupları boyunca çizilmiş olur. O halde AD kenarını CE kenarına eşit olarak aldığımıza göre DI yayının EI yayına eşit olduğu çıkarımı yapılır. Ve IDH açısının IHK açısına eşittir, çünkü eşit olduğu düşünülen açıların tepe noktalarında yer alırlar. Ve H açısı K açısına, o da 90°ye eşittir. Aynı orana sahip olanların oranları da aynı olacağından ve bu bölümdeki üçüncü teoremde de gösterildiği gibi, ID'nin iki katını ayıran kirişin HI'nın iki katını ayıran kirişe oranı, çemberin çapının IDH'nin iki katını ayıran kirişe oranına eşittir. Ve EI kirişinin KI'nın iki katını ayıran kirişe oranı çemberin çapının IEK'nin iki katını ayıran kirişe oranına eşittir. O halde ID'nin iki katını ayıran kirişin HI'nın iki katını ayıran oranı, EI'nın iki katını ayıran kirişin IK'nin iki katını ayıran kirişe oranına eşittir. Euclides'in *Elementler*'inin beşinci kitabının XIV. bölümünde de gösterildiği gibi, DI'nın iki katını ayıran kiriş IE'nin iki katını ayıran kirişe eşittir. O halde HI'nın iki katı-

nı ayıran kiriş de IK'nin iki katını ayıran kirişe eşittir. Eşit çemberlerde eşit kirişler eşit yayları kestiğinden ve katların parçaları –tıpkı katlar gibi– aynı oranda olduğundan; IH ve IK yayları eşit olacaktır; bu yüzden çeyrek çemberlerin kalanları GH ve KL de eşit olacaktır. Bu nedenle B açısının F açısına eşit olduğu açıktır. Üçüncü teoremin aksine AD'nin iki katını ayıran kirişin BD'nin iki katını ayıran kirişe oranı, HG'nin iki katını ayıran kirişin BDH'nin iki katını ayıran kirişe oranına ya da çapa eşit olduğu ve EC'nin iki katını ayıran kirişin EF'nin iki katını ayıran kirişe oranı, KL'nin iki katını ayıran kirişin FEK'nin iki katını ayıran kirişe oranına ya da çapa eşit olduğu için AD'nin iki katını ayıran kirişin BD'nin iki katını ayıran kirişe oranı, EC'nin iki katını ayıran kirişin EF'nin iki katını ayıran kirişe oranına eşittir ve AD de CE'ye eşittir. Bu yüzden Euclides'in *Elementler*'inin beşinci kitabının XIV. bölümünde gösterildiği gibi BD yayı EF yayına eşittir; zira yayların iki katını ayıran kirişler eşittir. Aynı şekilde BD ve EF'nin de eşit olmasıyla geri kalan kenarların ve açıların da eşit olduğunu göstereceğiz. Buna mukabil AB ve CF kenarlarının eşit olduğu farz edilirse, sonuçlar aynı orana uygun olarak bulunacaktır.

VII.

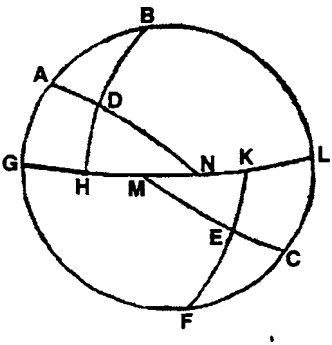
Şimdi de dik açı olmadığında, eş açılara bitişik olan kenarların birbirine eşit olması koşuluyla, aynı şey gösterilecek. Bu yolla ABD ve CEF üçgenlerinde B açısı F açısına, D açısı da E açısına eşitse; bunun yanında BD kenarı da eş açılara bitişik ve BD kenarı EF kenarına eşitse bu üçgenlerin eşkenar ve eşit açılı olduğunu söylerim. Bir kez daha B ve F kutup olmak üzere büyük çemberlerin GH ve KL yaylarını çizelim. AD ve GH'nin uzantıları N noktasında kesişsin ve benzer şekilde EC ve LK'nin uzantıları da M noktasında kesişsin.



Bu durumda HDN ve EKM üçgenlerinde HDN açısı KEM açısına eşittir. Zira eşit oldukları varsayılan açıların tepe noktasında yer alırlar. Ayrıca çemberlerin kutup noktalarındaki kesişimlerinden ötürü H açısı K açısına, o da 90°ye eşit olur. DH kenarı EK kenarına eşit olduğundan bu üçgenler önceki kanıta göre eşit açılı ve eş kenarlıdır. Ve yine B açısının F açısına eşit olduğu düşünülmesine binaen GH yayı KL yayına eşit olduğu için, toplamayla GHL yayının MKL yayına eşitliği de eşitlerin eklenişine dayanan aksiyomdan ötürü gösterilmiş olur. Ve böylelikle GN kenarının ML kenarına; ANG açısının CML açısına ve G açısının L açısına, onun da 90°ye eşit olduğu AGN ve MCL üçgenleri oluşur. O halde üçgenlerin kenarları ve açıları eştir. Bu yüzden eşitlerden eşitler çıkarılırsa geri kalanlar da eşit olur: Gösterildiği gibi, AD, CE'ye; AB, CF'ye ve BAD de ECF'ye eşit olur.

VIII.

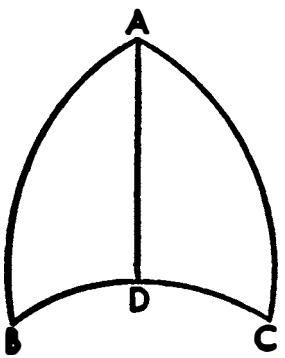
İki üçgenin iki kenarı diğerinin iki kenarına, –eş kenarların arasındaki ya da tabandaki– bir açısı diğerinin bir açısına eşitse; bu üçgenlerin tabanları ve geri kalan açıları da birbirine eşittir. Önceki şekilde olduğu gibi, AB kenarı CF kenarına ve AD kenarı CE kenarına eşit olsun. Evvela A açısını eş kenarlar arasındaki C açısına eşitleyelim. Yani BD tabanını EF tabanına; B açısını F açısına ve BDA açısını CEF açısına eşitleyelim.



Böylece G açısının L açısına, onun da 90°ye eşit olduğu AGN ve CLM üçgenlerini elde etmiş olacağız. GAN açısı, 180°nin BAD açısından farkına; MCL açısı da 180°nin ECF açısından farkına eşittir. O halde GAN açısı, MCL açısına eşittir. Bu durumda üçgenler eşkenarlı ve eşit açılıdır. AN yayı CM yayına; AD yayı da CE yayına eşit olduğundan, çıkarma işlemiyle DN yayının ME yayına eşit olduğu bulunur. Fakat açıklandığı üzere, DNH açısı EMK açısına eşittir ve H açısı K açısına, o da 90°ye eşittir. Bu durumda DHN ve EMK, eşit açılı ve eş kenarlı üçgenlerdir. Buradan da BD yayının EF yayına ve GH yayının KL yayına eşit olduğu çıkar. Buna göre B açısı F açısına, ADB açısı da FCB açısına eşittir. Fakat AD ve CE kenarları yerine BD tabanının EF tabanına eşit olduğu düşünülebilir. Bunlar eşit açıların karşısında bulunurlar. Geri kalanlar da aynı şekilde alınırsa ispat benzer şekilde yapılabilir. Buna göre GAN dış açısı MCL dış açısına, G açısı L açısına, o da 90°ye ve AG kenarı CL kenarına eşit olduğundan, aynı şekilde eşit açılı ve eş kenarlı AGN ve MCL üçgenlerini elde etmiş oluruz. Dahası, bunların parçalarından DNH üçgeni MEK üçgenine eşittir. Çünkü H açısı K açısına, o da 90°ye, DNH açısıysa KME açısına eşittir. Çeyrek çemberlerde yapılacak çıkarma işlemiyle de DH kenarı, EK kenarına eşit olduğu görülür. Bu nedenle seyir önceki gibi devam eder.

IX.

Dahası küresel ikizkenar üçgenlerde tabandaki açılar birbirine eşittir. AB kenarının AC kenarına eşit olduğu bir ABC üçgeni alalım. Tabandaki ABC açısının ACB açısına eşit olduğunu düşünüyoruz. A tepe noktasından tabanı dik açıyla kesen büyük bir daire indirelim; başka bir deyişle bu, tabandaki kutup noktaları boyunca bir AD çemberi olsun.



Buna göre ABD ve ADC üçgenlerinde BA kenarıyla AC kenarı ve iki üçgendeki AD kenarları birbirine eşit; BDA açısı CDA açısına, o da 90°ye eşit olduğundan, yukarıda gösterilen eşitliklerden de anlaşılacağı gibi, ABC açısı ACB açısına eşit olur.

Çıkarım

Buradan hareketle, ikizkenar üçgenin tepe noktasından çizilen ve tabanına dik inen yayın, aynı zamanda tabanı ve eşit kenarlar arasında kalan açıyı ikiye böldüğü sonucu çıkar. Yukarıda gösterilenler sebebiyle sonuç açıkça ortadadır.

X.

Aynı küredeki iki üçgenin bütün kenarları eşitse, bu üçgenlerden birinin her bir açısı diğerinin her bir açısına eşit olacaktır. Her bir üçgende büyük dairelerin üç dilimi, tepe noktalarını kürenin merkezinin oluşturduğu ve tabanlarında dışbükey üçgenlerin yaylarını ayıran düz çizgilerin oluşturduğu düzlemsel üçgenlerin yer aldığı piramitleri meydana getirir. Ve bu piramitler benzer ve eşit katı cisimler tanımına göre benzer ve eşittir.[74] O halde benzerlik oranı, söz konusu açılar hangi dereceden seçilirse seçilsin her birinin birbirine eşit olur. Buna göre üçgenlerde açılardan her biri birbirine eşittir. Özellikle de şekil benzerliğini tanımlayanlar genelde benzer eğimlere sahip olan ve karşılıklı açıları birbirine eşit şekillerin denk olduğunu söyler. Bu nedenle düzlemsel üçgenlerde olduğu gibi, bir küredeki eş kenarlı üçgenlerin birbirine benzerliğinin açıkça ortada olduğunu düşünüyorum.

XI.

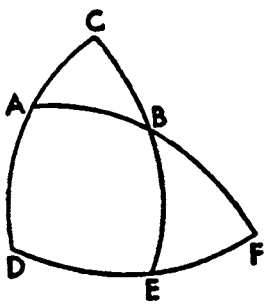
İki kenarı ve bir açısı bilinen her üçgenin geri kalan kenarları ve açıları da bulunacaktır. Buna göre iki kenarın eşit olduğu verilirse tabandaki açılar eşit olacak; tepe noktasından tabana dik bir yay çizilerek ve dokuzuncu teoremdeki çıkarım sayesinde arananlar kolayca bulunabilecektir.

Fakat iki kenarla birlikte A açısının verildiği ABC üçgeninde olduğu gibi verilen kenarlar eşit değilse, kenarlar ya bulunan açıyı oluşturur ya da oluşturmaz: Evvela AB ve AC kenarları verilen açıyı oluştursun. Kutup olarak C ile birlikte büyük bir daire içinde DEF yayını çizelim, CAD ve CBE çeyrek çemberleri tamamlanmış olsun, AB de DE'yi F noktasında kessin. Buna göre ADF üçgeninde AD kenarı, 90°nin

---

74 Euclides, *Elementler*, XI, tanım 10.

AC yayından farkına ve BAD açısı da 180°nin CAB açısından farkına eşittir. Bu açıların boyutları ve oranları düz çizgilerin ve doğruların kesişiminde ortaya çıkan açılarınkiyle aynıdır. Buna ek olarak D açısı 90°dir.

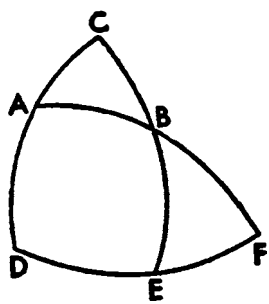


Bu yüzden –buradaki dördüncü teoremle de anlaşılıyor ki– ADF üçgeninin kenarları ve açıları da bulunur. Yine BEF üçgeninde F açısı bulunursa ve E açısı 90° ise, buna uygun olarak çemberlerin birbirlerinin kutup noktaları boyunca kesişimleri nedeniyle BF kenarı, ABF yayının AB yayından farkına eşittir. O halde aynı teoreme göre, BEF açısının kenarları ve açıları da bulunur. Aranan BC kenarı da, 90°nin BE'den farkına eşit olarak bulunur. DE yayı, DEF yayının EF yayından farkına eşittir. Ve böylelikle C açısı bulunur. EBF açısı sayesinde de aranan ABC tepe açısı da bulunur. Fakat AB kenarı yerine açının karşısında bulunan CB kenarı düşünülürse, yine aynı sonuç ortaya çıkar. Buna uygun olarak diğer çeyrek çemberler AD ve BE de bulunur. Ve yine aynı şekilde, ADF ve BEF üçgenlerinin de kenarları ve açıları bulunur. Böylelikle amaçlandığı gibi, ABC üçgeni kenarları ve açılarıyla karşımıza çıkar

XII.

Dahası, bir kenarla birlikte herhangi iki açı verilirse, yine aynı sonuç alınacaktır. Önceki şekilde yer alan yapı dursun

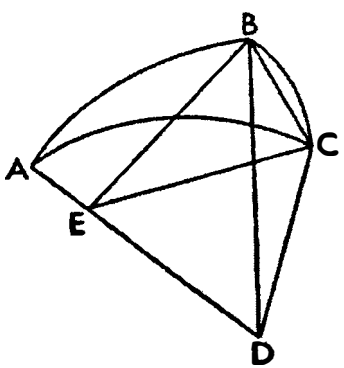
ve ABC üçgeninde her iki açıya da bitişik olan AC kenarıyla birlikte ACB ve BAC açıları verilmiş olsun. Bu durumda açılardan biri dikse, önceki dördüncü teorem sayesinde oranların hepsi aynen takip edilecektir. Fakat farklı teoremler kullanalım ve açıların hiçbiri dik olmasın istiyoruz. Buna göre AD, AC'nin 90°den farkına ve BAD açısı da BAC açısının 180°den farkına, D açısı da 90°ye eşittir. O halde bu bölümdeki dördüncü teorem sayesinde AFD üçgeninin kenarları ve açıları bulunur.



Fakat C açısının bulunmasıyla, DE yayı da bulunur; buna göre EF yayı, 90°nin DE yayından farkına eşittir. BEF açısı 90°dir ve her iki üçgendeki F açısı aynıdır. Dördüncü teorem sayesinde, benzer şekilde BE ve BF bulunur ve bunların yanında aranan AB ve BC kenarları da elde edilir. Dahası bulunan açılardan biri bulunan kenarın karşısındaysa, yani ACB açısı yerine ABC açısı bulunur ve diğeri aynı kalırsa, bu durumda aynı şekilde bütün ADF üçgeninin açıları ve kenarlarıyla bulunduğu gösterilmiş olur. Benzer durum bunun parçası olan BEF üçgeni için de geçerlidir: Her ikisinde de ortak olan F açısından ötürü, EBF açısı verilen açının tepe noktasında olduğu için ve E açısı da dik olduğundan yukarıda gösterildiği gibi bütün kenarlar elde edilir. Buradan hareketle bir kürenin şekline uygun olarak bütün bu hesapların her daim değişmez, ortak bir bağla birbirine bağlı olduğunu dile getiriyorum.

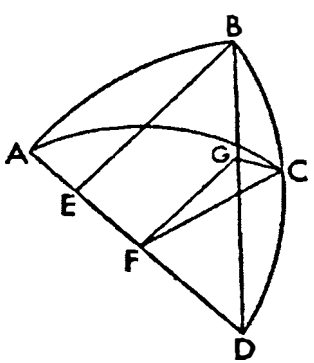
XIII.

En nihayetinde bir üçgenin bütün kenarları verilirse, açılar da bulunur. ABC üçgeninin bütün kenarları verilse bütün kenarları da bulunur demek istiyorum. Buna göre üçgen ya eşit kenarlara sahip olacaktır ya da olmayacaktır. Evvela AB ile AC eşit olsun. Bu durumda bu kenarların iki katını ayıran kirişlerin yarıları da eşit olur. Bu yarımlar BE ve CE olsun; bunlar, Euclides'in üçüncü kitabının IV. bölümünde gösterildiği gibi, kürenin merkezinden eşit uzaklıkta olduğundan birbirlerini dairelerin ortak kesiti olan DE'deki E noktasında kesecektir. Fakat Euclides'in üçüncü kitabının III. bölümünde de söylendiği gibi, ABD düzleminde DEB açısı 90°dir; benzer şekilde ACD düzleminde DEC açısı da 90°dir.



Bu yüzden Euclides'in on birinci kitabının III. açıklamasında da gösterildiği gibi, düzlemlerin eğim açısı BEC'yi şu yöntemle buluruz: BC'yi ayıran bir düz çizgi olduğundan yaylarının verilmesiyle kenarlarının bulunduğu bir BEC doğrusal üçgenimiz olur. Buna göre açılar bulunabilir hale geldiğinden aranan BEC açısını elde edebiliriz. Yani küresel BAC açısıyla birlikte yukarıdaki gibi diğer açılara da ulaşabiliriz. Fakat bu üçgen ikinci şekilde gösterildiği gibi çeşit-

kenarsa, şurası açıktır ki kenarların iki katını ayıran kirişlerin yarısı hiçbir şekilde birbirine değmez. Eğer AC yayı, AB yayından büyükse; CF, AC'nin iki katını ayıran kirişin yarısına eşit olduğundan CF daha aşağıda olacaktır. Fakat AC yayı AB yayından küçükse, bu durumda Euclides'in üçüncü kitabının XV. bölümünde anlatıldığı gibi, söz konusu çizgilerin daha yakın ve merkezden daha uzak olmasına göre CF daha yukarıda olacaktır. Şimdi BE'ye paralel olarak FG çizilsin ve iki dairenin ortak kesiti olan BD'yi G noktasında kessin. Bu durumda, EFG açısının AEB açısına, onun da 90°ye eşit olduğu aşikârdır. Hatta CF, AC'nin iki katını ayıran kirişin yarısına eşit olduğundan EFC açısının da 90°ye eşit olduğu apaçıktır. O halde CFG, AB ve AC çemberlerinin kesit açısıdır ve biz bu açıyı da buluruz. Buna göre DF'nin FG'ye oranı, DE'nin EB'ye oranına eşittir; zira DFG ve DEB üçgenleri benzerdir.

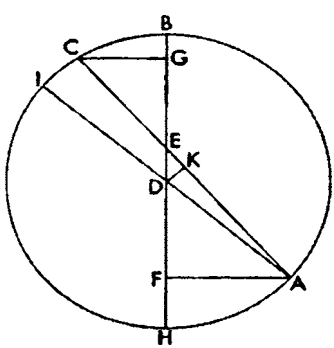


O halde FC verilirse FG de bulunur ve DG'nin DB'ye oranı, DE'nin EB'ye oranına eşittir. Bundan dolayı DC 100.000 birimken, DG aynı uzunlukta bulunur. Fakat GDC açısı, BC yayı boyunca verilirse; düzlemsel üçgenlerle ilgili ikinci teorem sayesinde GC kenarı, GFC düzlemsel üçgeninin geri kalan kenarlarıyla aynı uzunlukta bulunur. Buna gö-

re düzlemsel üçgenlerle ilgili son teorem sayesinde GFC açısını –dolayısıyla BAC küresel açısını– elde etmiş oluruz. Daha sonra küresel üçgenlerle ilgili on birinci teorem sayesinde geri kalan açıları da bulabiliriz.

XIV.

Dairenin verilen bir yayı, oluşan her iki dilim de bir yarım daireden küçük olacak şekilde herhangi bir yerde kesiliyorsa ve bir dilimin iki katını ayıran kirişin yarısının diğer dilimin iki katını ayıran kirişin yarısına oranı verilirse, bu dilimlerin yayları da bulunur. Bunun için, D merkezinin etrafında ABC yayını çizelim ve ABC, herhangi bir B noktasında öyle kesilsin ki dilimler, bir yarım daireden küçük olsun. Ve AB'nin iki katını ayıran kirişin yarısının BC'nin iki katını ayıran kirişe oranı uzunluk olarak verilsin, yani AB ve BC yayları da verilsin demek istiyorum.

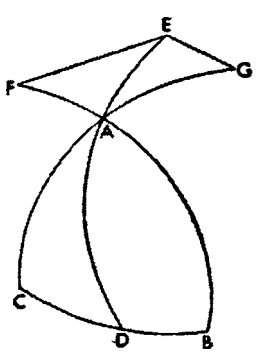


Bunun için, çapın E noktasında kestiği AC doğrusu çizilsin ve A ile C uç noktalarından çapa doğru AF ve CG dikmeleri insin. Kaçınılmaz olarak AF, AB'nin iki katını ayıran kirişin yarısına; CG de, BC'nin iki katını ayıran kirişin yarısına eşittir. O halde AEF ve CEG dik üçgenlerinde AEF açısı, CEG açısına eşittir; zira bunlar dikey açılardır.

Ve bu yüzden eşit açılı ve benzer üçgenlerde eşit açıların karşısında bulunan kenarlar orantılı olur: AF'nin CG'ye oranı, AE'nin EC'ye oranına eşittir. Buna göre, AF'nin ya da GC'nin uzunluğunun verildiği durumlarda AE ve EC'yi elde etmiş oluruz. Fakat ABC yayını ayıran kirişin uzunluğu, içinde DEB yarıçapını, AC kirişinin yarısı olan AK'yi ve EK'nin kalanı verilirse bulunur. DA ve DK de bunlara ekleyelim ve BD'nin uzunluğunun verildiği durumda bunlar da bulunur: DK, ABC yayını bütünleyen ve DAK açısının oluşturduğu diğer dilimi ayıran kirişin yarısı olarak bulunacaktır. Buna göre ABC yayının yarısını oluşturan ADK açısı da elde edilir. Fakat iki kenarı belirlenen ve EKD açısının dik olduğu EDK üçgeninde, EDK açısı da bulunur. Bu durumda, AB yayını oluşturan bütün EDA açısı da bulunur. Buradan hareketle, gösterilmeye çalışıldığı üzere, geri kalan CB de bulunmuş olur.

XV.

Bir üçgenin, hiçbiri dik olmayan bütün açıları verilirse bütün kenarlar da bulunur. Hiçbir açısı dik olmayan ABC üçgeninin açıları verilsin. Böyle bir durumda bütün kenarların da bulunabileceğini söylüyorum.



Buna göre açılardan birinden, diyelim ki A'dan, CB'nin kutup noktaları boyunca bir AD yayı indirelim. AD, BC'yi dik açıyla kesecek ve üçgenin içine, tabandaki –biri geniş diğeri dar– B ya da C açısına doğru inecektir. Buna göre yay, geniş açıdan tabana doğru çizilmiş olur. Böylece BAF, CAG ve DAE çeyrek çemberleri tamamlanarak, kutup noktaları B ve C ile birlikte EF ve EG yayları çizilmiş olsun. Buna göre F açısı, G açısına, o da 90°ye eşit olur. O halde EAF dik üçgeninde AE'nin iki katını ayıran kirişin yarısının EF'nin iki katını ayıran kirişin yarısına oranı, kürenin çapının yarısının EAF'nin iki katını ayıran kirişin yarısına oranına eşittir. Benzer şekilde AEG dik üçgeninde AE'nin iki katını ayıran kirişin yarısının EG'nin iki katını ayıran kirişin yarısına oranı, kürenin çapının yarısının EAG'nin iki katını ayıran kirişin yarısına oranına eşittir. Bu durumda eşitlikten hareketle, EF'nin iki katını ayıran kirişin yarısının EG'nin iki katını ayıran kirişin yarısına oranı, EAF'nin iki katını ayıran kirişin yarısının EAG'nin iki katını ayıran kirişin yarısına oranına eşittir. Ve FE ile EG yayları verildiği için FE yayı 90°nin B'den farkına, EG yayı da 90°nin C açısından farkına eşittir ve buna göre EAF ile EAG açıları arasındaki orana –başka bir deyişle dikey açılar BAD ile CAD arasındaki orana– da ulaşırız. Şimdi de BAC açısının bütünü verilsin; buna göre evvelki teoremden hareketle BAD ve CAD açıları da bulunur. Daha sonra beşinci teorem sayesinde AB, BD, AC, CD kenarlarını ve BC yayının tamamını belirleyebiliriz.

Amacımıza göre üçgenlere dair esas bilgiler şimdilik yeterlidir. Zira burada, bu konuların daha detaylı bir şekilde incelenmesine gerek duyulsaydı, kitabın boyutu da alışılmadık tarzda olurdu.

Birinci kitabın sonu.

Nicolaus Copernicus'un Göksel Kürelerin Devinimleri'nin İkinci Kitabı

Şu ana dek kitabımızda yeryüzüne özgü üç harekete dair genel bir sunum yaptık; bu sunumda yıldızların bütün görünümlerini göstereceğimize dair de söz verdik. Sırasıyla tek tek parçalar üzerinde durarak ve gücümüz yettiğince inceleme yaparak bu sözü yerine getireceğiz. Evvela Yunanların νυχθήμερον dediğini aktardığımız[1], bütünüyle ve doğrudan doğruya yeryüzü küresine özgü olarak değerlendirdiğimiz, tüm hareketler içinde en bilindik olan gündüz-gece devinimden başlayacağız; sira bu devinimden bizzat aylar, yıllar ve başka birçok isimle anılan diğer zaman dilimleri, bütünün bir parçası olarak doğar. Buna istinaden gündüz-gece eşitsizliğine, Güneş'in, ekliptik takımyıldızlarının, burçların doğuşuna, batışına ve bu tipteki devinimlere dair az şey söyleyeceğiz: Zira birçok kişi bu konularda, (içerik olarak) bizim görüşlerimizle de uyumlu ve tutarlı bir şekilde yeteri kadar kalem oynattı. Onlar hareketsiz Dünya'ya ve evrenin dönüşüne dair kanıt öne sürerken, karşıt noktadan hareket eden bizlerin aynı hedefe yöneliyor olması hiç önemli değil: Zira karşılıklı olarak birbiriyle alakalı olan şeyler, birbirine tersten uyacak şekilde bir araya gelebilir. Bunun yanında onlardaki gerekli hiçbir şeyi de gözden kaçırmayacağız. Kuşkusuz

1 Bkz. De Revolutionibus I. 4.

yine de Güneş'in, yıldızların ve benzer cisimlerin doğuşu ve batışıyla ilgili konuşursak da kimse şaşırmasın; aksine şunu her daim zihninde tutan bizlerin herkes tarafından bilinen, alışıldık bir üslupla konuştuğu da bilinsin:

Dünya tarafından taşınan bizler için, Güneş de, Ay da geçer gider;
Belirir ve tekrar kaybolur yıldızlarda değişimler.

1. Çemberler ve İsimleri Üzerine

Ekvatorun, yeryüzü küresindeki günlük devinimin kutupları boyunca çizilen paralel çemberlerin en büyüğü olduğunu ve ekliptiğin[2], altında Dünya'nın bir yörüngede yıllık devinimini tamamladığı yıldızların ortasından geçen bir çember olduğunu söylemiştik. Fakat ekliptik, Dünya'nın eksenine ait eğim oranında ekvatoru meyilli bir şekilde geçtiğinden; günlük devinim rotasında, bu eğimin en uzak sınırlarında ekvatorun her iki ucuna dokunan iki çember çizer. Bu çemberlere dönence denir. Güneş, buralarda kendi yönünü belirler; yani yaz ve kış geçişlerinde Güneş buralarda yön değiştirir. Bundan dolayı, Dünya'nın dairesel hareketlerine dair kısa açıklamamızda da olduğu gibi, Kuzey çemberine yaz dönencesi Güney'e denk gelen diğer çembereyse kış dönencesi denmesi uygun görülmüştür. Bundan sonra Latinlerin *finiens*[3] dediği ufuk gelir. Zira bu, Dünya'nın bize görünen kısmıyla görünmeyen kısmı arasında bir sınır teşkil eder. Bütün yıldızlar onun üzerinde yükselişlerini gerçekleştiriyor görünür ve merkezi Dünya'nın yüzeyinde, kutup noktasıysa doğrudan başucu noktasındadır. Fakat Dünya'yı göklerin uçsuz bucaksızlı-

2 Ekliptik: Tutulun; Güneş'in, Dünya'dan bakarken bir yıl boyunca gökyüzünde izlediği görülen yörünge.

3 Sınırlayan, belirleyen, bitiren, sona erdiren.

ğıyla karşılaştırmak imkânsız olduğu için bizim hipotezimize göre göklerin büyüklüğü yanında Güneş ile Ay arasındaki uzaklık bile tam olarak anlaşılamaz; ufuk çemberi, –tıpkı başlangıçta gösterdiğimiz gibi– Dünya'nın merkezinden geçiyormuşçasına, gökleri ikiye bölüyor gibi görünür. Fakat ufuk ekvatorla eğim yaptığından, onun her iki ucunda ikiz, paralel çemberlere –yani her daim görünen yıldızların kuzey çemberine ve hiçbir zaman görünmeyen yıldızların güney çemberine– dokunur. Proclus ve Yunanlar tarafından ilk çembere *arcticus*[4] ikincisine ise *antarcticus*[5] denmiştir; bunlar ufkun eğimine veya ekvator kutbunun yüksekliğine göre daha büyük ya da daha küçük olur. Meridyen çemberi ufkun ve ekvatorun kutuplarından geçer ve bundan dolayı her iki çembere dik olarak iner. Güneş'in ona ulaşması bize öğleni ve gece yarısını verir; fakat merkezleri Dünya'nın yüzeyinde bulunan bu iki çember, yani ufuk ve meridyen, bütünüyle Dünya'nın hareketine ve birtakım yerlerdeki görüş açımıza uyar. Zira göz her yerde, her taraftan görebildiği bütün nesneler küresinin merkezi durumuna gelir. Dahası, Dünya'nın ebatlarıyla ilgili olarak kozmografide daha açık bir şekilde gösterileceği gibi, Dünya yüzeyinde var olduğu kabul edilen tüm çemberler kendi kopyası ve görüntüsü şeklinde çemberler çizer. Ve diğerlerini belirleme ve isimlendirmede birçok farklı tutum olmasına rağmen, bu çemberlerin hiç olmazsa birer ismi vardır.

2. Ekliptiğin Eğikliği, Dönencelerin Uzaklığı ve Bunların Nasıl Hesaplandığı Üzerine

O halde ekliptik, dönencelerin arasında ve ekvatora eğik bir şekilde geçtiğinden; artık lüzumlu bir şekilde dönenceler arasındaki uzaklığın ne kadar olduğunu ve ekvatorla ekliptik

4 Kuzey kutbu.
5 Güney kutbu.

arasındaki açının ne olduğunu incelemeye başlamamız gerektiğini düşünüyorum. Bunu, çalışmamızın en iyi şekilde sonlandırılabilmesini sağlayacak kimi aletlerin yardım ettiği duyumuzla kavrayabilmek için evvela tahtadan ya da tahta hava koşullarında değişikliğe uğrayıp gözlemciyi yanlış yönlendirebileceğinden, tercihen daha katı bir maddeden, örneğin taştan veyahut metalden yapılmış bir gönyeye ihtiyaç duyarız. Bir yüzü çok dikkatli bir şekilde düzleştirilmiş ve çeşitli kesitlere ayrılabilecek ölçüde üç ya da dört *cubitum*[6] uzunluğunda olmalı. Buna göre köşelerden birinin merkez, kenarlardan birinin de yarıçap olarak alındığı bir çeyrek daire çizilsin ve bu çeyrek daire 90°lik eşit açılara bölünsün; her bir açı da kendi içinde 60 dakikaya (ya da başka bir rakam da kullanılabilir) bölünsün. Daha sonra tornada kusursuz şekilde döndürülmüş, dikilmiş olan silindirik saptayıcı merkez noktasına konarak, yüzeye dik ve ondan biraz uzakta duracak şekilde sabitlensin, yani aradaki mesafe aşağı yukarı bir parmak kalınlığında olsun. Bu şekilde bir düzenek hazırlanınca yapılacak bir sonraki şey, herhangi bir yerde bir eğim olmasın diye yer düzleştirici ya da bir hidroskop yardımıyla olabildiğince dikkatli bir şekilde, ufuk düzleminde yer alan bir zemin üstünde meridyen çizgisini göstermektir. Zeminin bir parçasına çember çizilmeli ve onun merkezine de bir silindir dikilmeli. İncelememizi yapıp gün ortasından önceki bir zamanda silindirin gölgesinin ucunun çember yayına dokunduğu yeri saptayacağız. Aynı şeyi öğleden sonra da yapacağız; sonra işaretlemiş olduğumuz iki nokta arasında uzanan çemberin yayını keseceğiz. Böylece merkezden kesit noktası boyunca çizilen düz çizgi bize hatasız bir şekilde güneyi ve kuzeyi göstermiş olacak. Bu nedenle düzenek düzleminin yüzeyi, zeminin bu bölümünde merkez olarak bulunmalı, güne-

---

6 Cubitum: Latincede dirsek anlamında olup aynı zamanda bir uzunluk ölçüsü birimidir. Burada geçen "üç ya da dört cubitum", 1,524-1,8288 metreye (ya da 5-6 ayağa) denk gelir.

ye yönelik çeyreğin merkezi buna dik olarak sabitlenmeli, zira merkezden çıkan düşey çizgi meridyen çizgisine tam olarak dik açıyla inecektir. Bu yolla düzenek yüzeyi meridyen çemberini gösterecektir. Böylelikle yaz ve kış gündönümlerinin öğle vaktindeki Güneş'in gölgesi, işaretçinin ya da silindirin gösterdiği şekilde çeyreğin merkezinden hareketle gözlenecektir. Kimi işaretler çeyrek yay üstünde belirecektir; bu sayede gölgenin yeri de kesin olarak elde edilebilir. Ve biz olabildiğince kesin bir şekilde gölgenin merkezini derece ve dakika olarak kaydedebiliriz. Öyle ki bunu yaptığımızda belirlenen gölgeler arasındaki yayın yanı sıra yaz ve kış gündönümlerine ait gölgeler de bulunacak ve bize ekliptiğin toplam eğimini ve dönenceler arasındaki uzaklığı da verecektir. Yayın yarısının öğrenilmesiyle dönencelerin ekvatordan uzaklığını da elde edeceğiz ve ekvatorla ekliptik arasındaki eğim açısının ne kadar olduğu da ortaya çıkacaktır. Ptolemaeus belirtilen kuzey ve güney sınırları arasındaki aralığı –bir çember 360° iken– 47°42′40″ olarak hesaplamıştı; onun bulduğu bu sonuç kendisinden önce yaşamış olan Hipparchus[7] ve Eratosthenes[8] tarafından da gözlemlenmişti ve bütün çember 83 parça içerirken burada 11 parça vardı. Buradan hareketle 23°51′20″lik yayın yarısının dahil olduğu çemberin 360° olması dönencelerin ekvatordan uzaklığını ve ekliptikle birlikte kesit açısının ne kadar olduğunu göstermektedir. Bu yüzden Ptolemaeus bütün bu verilerin değişmez olduğuna ve hep böyle kalacağına inanmıştı. Fakat bu uzaklıkların o zamandan bu zamana sürekli azaldığı görülmüştür. Dönence-

7 Hipparchus (MÖ 190-120): Helenistik dönemde yaşamış Yunan (Nicaealı) gökbilimci, coğrafyacı ve matematikçi. Hipparchus'un çalışmaları, Ptolemaeus'un olduğu kadar Copernicus'un da önemli kaynaklarından olmuştur.

8 Eratosthenes (MÖ 276-195): Eski Yunan'daki önemli matematikçi ve gökbilimcilerden biridir. Göklere dair yaptığı birçok gözlem yanında Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığı ve Dünya'nın küre şeklinde olduğuna dair çalışmaları dikkat çekicidir. Hipparchus gibi o da Ptolemaeus ve Copernicus için kaynak teşkil etmiştir.

ler arasındaki uzaklığın 46°58′dan fazla olmadığı ve kesit açısının da 23°29′ olduğu da bizler ve bazı çağdaşlarımız tarafından bulunmuştur. O halde ekliptik eğiminin sabit olmadığı yeterince açıktır. Hatta onun hiç 23°52′dan daha büyük ve 23°28′dan da küçük olamayacağını aşağıda yeteri kadar doyurucu ve akla yatkın bir açıklamayla göstereceğiz.

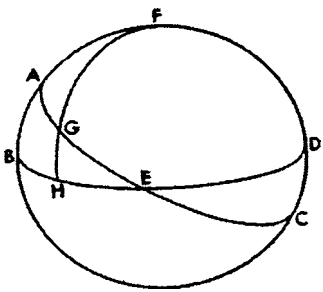
3. Ekvatorun, Ekliptiğin ve Meridyenin Kesişim Açıları ve Yaylarıyla Yükselimlerin ve Açılımların Belirlenmesi ve Bu Yaylarla Açıların Hesaplanması Üzerine

Buna göre ufukla ilgili olarak Dünya'nın bölgelerinin doğuşu ve batışına[9] dair konuştuğumuz gibi, meridyen dairesinin de gökleri ikiye böldüğünden bahsediyoruz. Yirmi dört saatlik süre boyunca bu daire hem ekliptikle hem de ekvatorla kesişir ve her iki çemberi de ilkbahar ve sonbahar kesişiminde bölerek ayırır; daha sonra dairenin çevresi de bu iki çember tarafından kesilen yayla bölünür. Bütün bunlar büyük daireler olduğundan bir küresel dik üçgen oluşturur; çünkü meridyen dairesi kutup noktalarından çizilen ekvatoru dik açıyla keser. Bu durumda meridyen dairesinin yayı ya da ekvator kutupları boyunca geçen ve bu şekilde kesilmiş bir çember yayı, ekliptik parçasının yükselimi olarak adlandırılır; ekvator üzerinde buna karşılık gelen yay da aynı anda ekliptikte de ortaya çıkan açılım[10] olarak tanımlanır. Bütün bunlar

9 Burada Güneş'in, Dünya'nın kimi bölgelerinde doğduğu kimi bölgelerinde ise battığı kastedilmektedir.

10 Yükselim (arz) ve açılım (meridyen): Yeryüzü koordinatlarındaki enlem ve boylamın gökyüzü koordinat sistemindeki karşılıkları. Gökyüzünü bir yarım küre olarak alıp kendimizi onun içinde ve tam merkezinde düşündüğümüzde ufuk çemberi 0°, başucu noktamız 90° yükselim değerinde olur. Yani baktığımız gökcisminin ufukla yaptığı açı bize onun yüksekliğini verir. Açılım –daha genel kullanımıyla meridyen– ise gökcisminin belirli bir referans noktasından (Kutupyıldızı'ndan) itibaren yana doğru kaç derece açıkta olduğunu verir. Ayrıca, dik açıklık ve sağ açıklık ikililerinden oluşan benzer bir gökyüzü koordinat sistemi daha vardır.

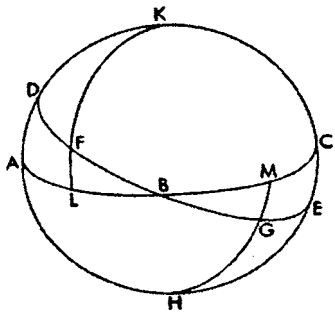
bir dışbükey üçgende kolayca gösterilir. Buna göre hem ekvatorun hem de ekliptiğin kutup noktalarından geçen, birçoklarının *Colurus solstitiorum*[11] dediği bir ABCD dairesi olsun; ekliptiğin yarım çemberi AEC; ekvatorun yarım çemberi BED; ilkbahar ekinoksu E noktasında, yaz gündönümü A noktasında ve kış gündönümü C noktasında olsun.



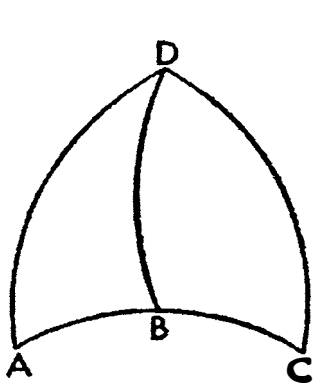
Yine günlük devinimin kutbu olarak F alınsın; ekliptikte EG yayı 30°ye eşit olsun ve dairenin FGH çeyreği tarafından kesilsin. Bu durumda, EGH üçgeninde EG kenarı 30°ye eşit olduğu ve GEH açısının da bulunacağı açıktır; zira en büyük AB yükselimiyle uyumlu olarak –dört dik açı 360°yi verirken– GEH açısı en az 23°28′, GHE açısı da 90° olur. Buna göre küresel üçgenlere dair dördüncü teorem sayesinde EGH üçgeninin kenarları ve açıları bulunmuş olur. Zira gösterildiği gibi, EG'nin iki katını ayıran kirişin GH'nin iki katını ayıran kirişe oranı, AGE'nin iki katını ayıran kirişin ya da kürenin çapının AB'nin iki katını ayıran kirişe oranına eşittir. Ve bunların yarıları da aynı orandadır. Bu yüzden AGE'nin iki katını ayıran kirişin yarısı yarıçapa; o da 100.000 birime eşittir. AB'nin iki katını ayıran kirişin yarısı 39.822 birime; EG'nin iki katını ayıran kirişin yarısı ise 50.000 birime eşit-

11 Colurus solstitiorum: Gündönümü noktasından geçen. Dâire el-mahtût 'alâ aktâb el-felekeyni; Ekvator ve ekliptiğin kutuplarından geçen büyük daire (Y. Unat; http://getir.net/43o : Nisan 2009).

tir. Bu dört sayı orantılıysa, bu sayede bulunan sonuç da uçlardan elde edilen sonuca eşit olur; buna göre GH'nin iki katını ayıran kirişin yarısı 19.911 birime eşittir ve buradan hareketle, tablo yardımıyla, GH yayının 11°29′ya eşit olduğu çıkar; o da EG diliminin yükselimidir; FG kenarı 78°31′ya, AG kenarı ise 60°ye eşittir. Bunlar da çeyreğin geri kalan kısımlarını oluşturur ve FAG açısı 90°dir. Aynı şekilde FG'nin iki katını ayıran kirişin yarısının AG'nin iki katını ayıran kirişin yarısına oranı FGH'nin iki katını ayıran kirişin yarısının BH'nin iki katını ayıran kirişin yarısına oranına eşittir. Bu durumda üç kiriş bulunmuş olur, dördüncüsü de bulunacaktır; yani BH yayı 62°6′dır; bu da yaz gündönümündeki açılımdır; dahası HE de ilkbahar ekinoksundan ötürü 27°54′ya eşittir. Benzer şekilde FG kenarı 78°31′; AF kenarı 64°30′ ve AGE 90°dir. Bu durumda AGF ve HGE dik açılarsa; AGF açısı, HGE açısına, o da 63°29,5′ya eşittir. Diğerlerini de bu örnekteki gibi yapacağız; fakat ekliptiğin dönencelere dokunduğu zamanlardaki burçlarda meridyen dairesinin ekliptiği dik açıyla kestiğini de göz ardı etmemeliyiz; zira söylediğimiz gibi, meridyen dairesi onu kutup noktalarından keser. Fakat gündönümü noktalarında meridyen, ekliptiğin eğiminin oluşturduğu açıyla dik açıdan daha küçük bir açı yapar. Buna göre ekliptiğin en küçük eğimiyle uyumlu olması için, meridyenin 66°32′lık bir açı oluşturması gerekir. Dahası üçgenlerin eşit açılarının ve eşit kenarlarının, ekliptiğin ekinoks ya da gündönümü noktalarından alınan eşit yaylarına uyduğunu da akılda tutmalıyız. Bu yolla ABC ekvatoral yayını ve ekinoksun gerçekleştiği B noktasıyla kesişen BDE ekliptiğini çizersek; ayrıca FB ile BG yaylarını ve günlük devinimin kutupları boyunca çizilen dairenin iki çeyreği olan KFL ve HGM'yi de eşit olarak alırsak, FLB ve BMG üçgenleri ortaya çıkacaktır, ki bunlarda BF kenarı BG kenarına; FLB açısı GBM açısına ve FLB açısı GMB açısına, o da 90°ye eşittir.



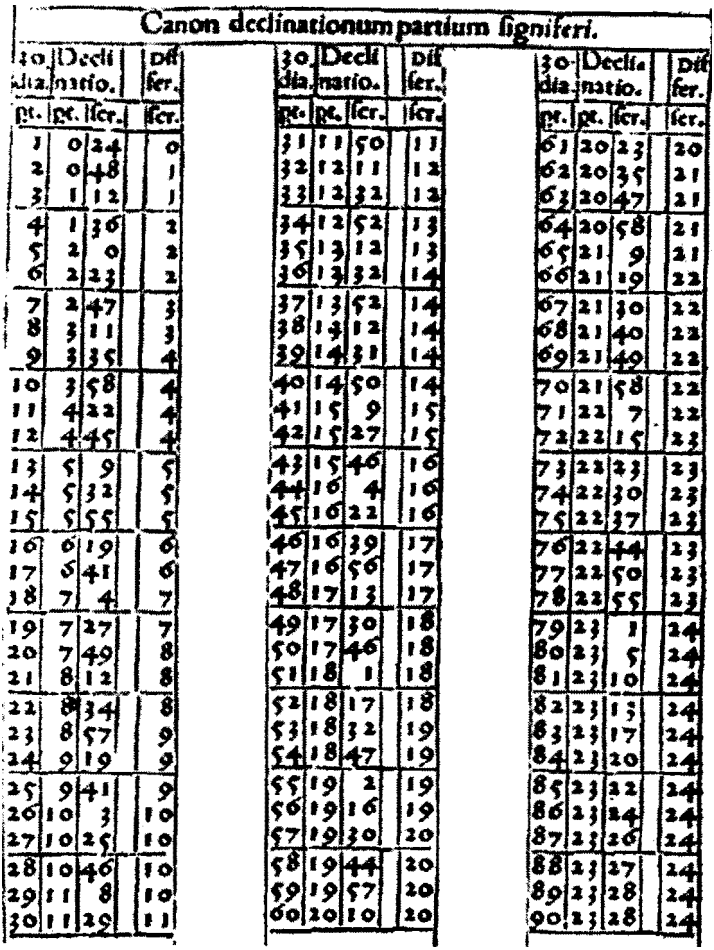
Bu yüzden küresel üçgenlerle ilgili olan altıncı teorem sayesinde, kenarlar ve açılar birbirine eşit olur. Buna göre FL yükselimi, GM yükselimine; LB açılımı BM açılımına ve LFB açısı MGB açısına eşittir. Gündönümü noktasından çizilen eşit yayların varsayımına dair de aynı yol izlenecektir; yani AB ve BC, B temas noktasının farklı taraflarında; ondan eşit uzaklıktadır.



Buna göre DA ve DB yayları, ekvatorun kutbundan çizildiği için ABD ve DBC üçgenleri benzer olacaktır. O halde AB tabanı BC tabanına eşit; BD kenarı da ortaktır. ABD açısı CBD açısına, o da 90°ye eşittir. Bu yüzden küresel üçgenlerle ilgili sekizinci teorem sayesinde bunların eşit kenarlı ve eş açılı olduğu gösterilebilir. Buradan ekliptiğin bir çeyreğinde uzanan bu açılarla yayların tüm dairedeki diğer çeyreklerle

uyumlu olduğu sonucu çıkarılır. Bunları tablolara örnek olarak ekleyeceğiz. İlk sütunda ekliptiğin dereceleri, ikinci sütunda bu derecelere karşılık gelen yükselimler, üçüncü sütunda ise ekliptiğin en büyük eğime ulaştığı anda meydana gelen yükselimle belirli yükselimler arasındaki farkı gösteren dakikalar yer alacak, ki bu farklılıkların en büyüğü 24′dır. Aynısını, meridyen açıları ve açılımlar tablosunda da yapacağız. Bu yüzden ekliptiğin eğiminin değişimiyle değişecek tüm verilerin değişmesi gerekir. Dahası, açılımlarda 0,1'lik *zaman*ı aşmayan ve bir saatlik zaman dilimindeyse sadece 0,00666'lık bir *zaman* oluşturan son derece küçük farklar bulunur. Eskiler, ekliptiğin artan aralıklarıyla birlikte artan ekvatorun aralıklarına *tempora*[12] adını vermişler. Bu dairelerden her biri, hep söylediğimiz gibi, 360 parçadan oluşur. Fakat arasında ayrım yapabilmek için eskilerin çoğu ekliptiğin bölümlerine *gradus*[13] ekvatorunkilere ise *tempora* demiştir ve biz de çalışmanın geri kalan kısmında aynısını yapacağız. O halde aradaki farklılık ihmal edilebilir ölçüde küçükse, onu ayrı bir sütunda göstermek gibi ayrı bir çaba sarf etmeyeceğiz. Böylece bu tablolar ekliptiğin başka bir eğimine uydurulabilir olacak; ekliptiğin en büyük ve en küçük eğimi arasındaki farklılık oranı benzerlik gösteriyorsa doğru düzeltmeleri yapabiliriz. Yani 23°34′nın eğimiyle ekliptik boyunca ekvatordan 30°lik bir mesafeyle hareket eden bir yükselimin ne kadar büyük olduğunu bilmek istersek, bunu tabloda yükselimler sütununda 11°29′, farklar sütunundaysa 11′ olarak buluruz. Bu 11′, söylediğimiz gibi, 23°52′lık en büyük eğim durumunda tümüyle eklenebilir. Fakat eğim 23°34′ olarak belirlenmişti; o halde bu en küçük eğimden 24′nın dörtte biri yani 6′ kadar daha büyüktür. Bu durumda 3′nın 11′ya oranı, aşağı yukarı 6′nın 24′ya oranına eşittir. Ay-

12 Tempora: Zamanlar, süreler.
13 Gradus: Dereceler.



Canon declinationum partium signiferi.

Zodia.	Declinatio.		Differ.
pt.	pt.	scr.	scr.
1	0	24	0
2	0	48	1
3	1	12	1
4	1	36	2
5	2	0	2
6	2	23	2
7	2	47	3
8	3	11	3
9	3	35	4
10	3	58	4
11	4	22	4
12	4	45	4
13	5	9	5
14	5	32	5
15	5	55	5
16	6	19	6
17	6	41	6
18	7	4	7
19	7	27	7
20	7	49	8
21	8	12	8
22	8	34	8
23	8	57	9
24	9	19	9
25	9	41	9
26	10	3	10
27	10	25	10
28	10	46	10
29	11	8	10
30	11	29	11

Zodia.	Declinatio.		Differ.
pt.	pt.	scr.	scr.
31	11	50	11
32	12	11	12
33	12	32	12
34	12	52	13
35	13	12	13
36	13	32	14
37	13	52	14
38	14	12	14
39	14	31	14
40	14	50	14
41	15	9	15
42	15	27	15
43	15	46	16
44	16	4	16
45	16	22	16
46	16	39	17
47	16	56	17
48	17	13	17
49	17	30	18
50	17	46	18
51	18	1	18
52	18	17	18
53	18	32	19
54	18	47	19
55	19	2	19
56	19	16	19
57	19	30	20
58	19	44	20
59	19	57	20
60	20	10	20

Zodia.	Declinatio.		Differ.
pt.	pt.	scr.	scr.
61	20	23	20
62	20	35	21
63	20	47	21
64	20	58	21
65	21	9	21
66	21	19	22
67	21	30	22
68	21	40	22
69	21	49	22
70	21	58	22
71	22	7	22
72	22	15	23
73	22	23	23
74	22	30	23
75	22	37	23
76	22	44	23
77	22	50	23
78	22	55	23
79	23	1	24
80	23	5	24
81	23	10	24
82	23	13	24
83	23	17	24
84	23	20	24
85	23	22	24
86	23	24	24
87	23	26	24
88	23	27	24
89	23	28	24
90	23	28	24

Canon declinationum partium signiferi: Ekliptik derecelerinin yükselimleri tablosu
Zodia.: Ekliptik
Declinatio.: Yükselimler
Differ.: Farklar
pt. Derece
Scr.: Dakika

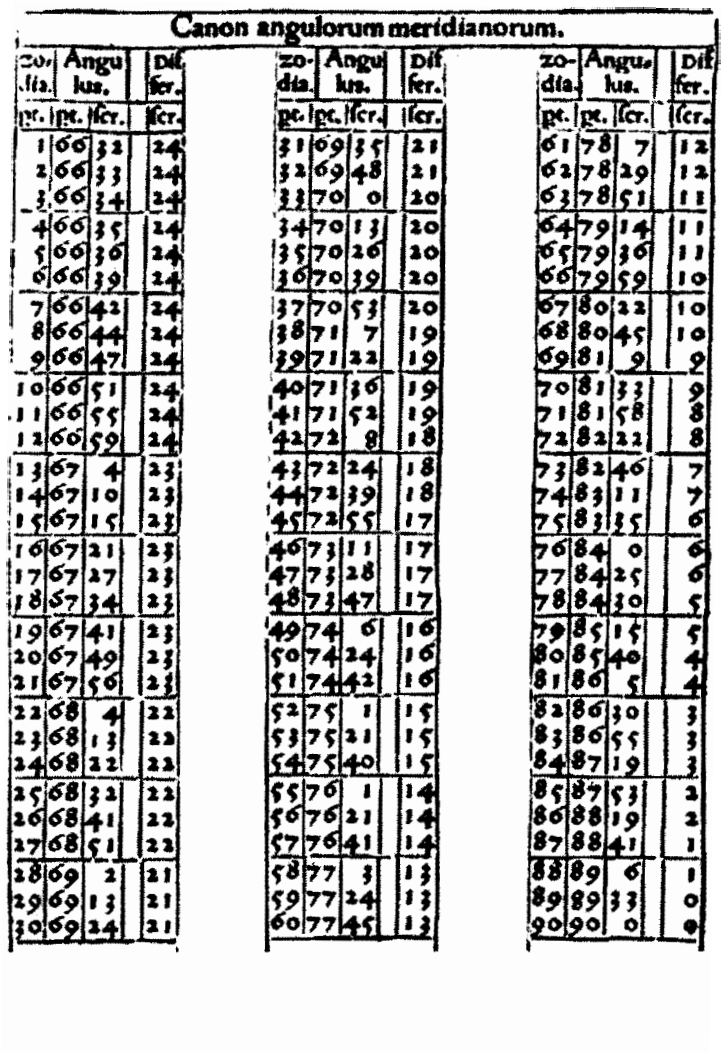
Canon ascensionum rectarum.

30. dia.	Tempora.		Differ.
gr.	gr.	scr.	scr.
1	0	55	55
2	1	50	50
3	2	45	45
4	3	40	40
5	4	35	35
6	5	30	3
7	6	25	1
8	7	20	1
9	8	15	1
10	9	11	1
11	10	6	1
12	11	0	2
13	11	57	2
14	12	52	2
15	13	48	2
16	14	43	2
17	15	39	2
18	16	34	3
19	17	31	3
20	18	27	3
21	19	23	3
22	20	19	3
23	21	15	3
24	22	10	4
25	23	9	4
26	24	6	4
27	25	3	4
28	26	0	4
29	26	57	4
30	27	54	4

30. dia.	Tempora.		Differ.
gr.	gr.	scr.	scr.
31	28	54	4
32	29	51	4
33	30	50	4
34	31	46	4
35	32	45	4
36	33	43	5
37	34	41	5
38	35	40	5
39	36	38	5
40	37	37	5
41	38	36	5
42	39	35	5
43	40	34	5
44	41	33	6
45	42	32	6
46	43	31	6
47	44	32	5
48	45	32	5
49	46	32	5
50	47	33	5
51	48	34	5
52	49	35	5
53	50	36	5
54	51	37	5
55	52	38	4
56	53	41	4
57	54	43	4
58	55	45	4
59	56	46	4
60	57	48	4

30. dia.	Tempora.		Differ.
gr.	gr.	scr.	scr.
61	58	51	4
62	59	54	4
63	60	57	4
64	62	0	4
65	63	3	4
66	64	6	3
67	65	9	3
68	66	13	3
69	67	17	3
70	68	21	3
71	69	25	3
72	70	29	3
73	71	33	3
74	72	38	2
75	73	43	2
76	74	47	2
77	75	52	2
78	76	57	2
79	78	2	2
80	79	7	2
81	80	12	1
82	81	18	1
83	82	22	1
84	83	27	1
85	84	33	1
86	85	38	0
87	86	43	0
88	87	48	0
89	88	54	0
90	90	0	0

Canon ascensionum rectarum: Açılımlar tablosu
Zodia.: Ekliptik
Tempora.: Süreler
Differ.: Farklar
pt. Derece
Scr.: Dakika



Canon angulorum meridianorum.

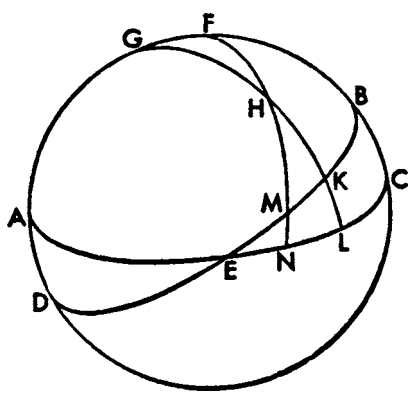
zo-dia. pt.	Angu lus. pt.	Angu lus. scr.	Dif fer. scr.	zo-dia. pt.	Angu lus. pt.	Angu lus. scr.	Dif fer. scr.	zo-dia. pt.	Angu lus. pt.	Angu lus. scr.	Dif fer. scr.
1	66	32	24	31	69	35	21	61	78	7	12
2	66	33	24	32	69	48	21	62	78	29	12
3	66	34	24	33	70	0	20	63	78	51	11
4	66	35	24	34	70	13	20	64	79	14	11
5	66	36	24	35	70	26	20	65	79	36	11
6	66	39	24	36	70	39	20	66	79	59	10
7	66	42	24	37	70	53	20	67	80	22	10
8	66	44	24	38	71	7	19	68	80	45	10
9	66	47	24	39	71	22	19	69	81	9	9
10	66	51	24	40	71	36	19	70	81	33	9
11	66	55	24	41	71	52	19	71	81	58	8
12	66	59	24	42	72	8	18	72	82	22	8
13	67	4	23	43	72	24	18	73	82	46	7
14	67	10	23	44	72	39	18	74	83	11	7
15	67	15	23	45	72	55	17	75	83	35	6
16	67	21	23	46	73	11	17	76	84	0	6
17	67	27	23	47	73	28	17	77	84	25	6
18	67	34	23	48	73	47	17	78	84	30	5
19	67	41	23	49	74	6	16	79	85	15	5
20	67	49	23	50	74	24	16	80	85	40	4
21	67	56	23	51	74	42	16	81	86	5	4
22	68	4	22	52	75	1	15	82	86	30	3
23	68	13	22	53	75	21	15	83	86	55	3
24	68	22	22	54	75	40	15	84	87	19	3
25	68	32	22	55	76	1	14	85	87	53	2
26	68	41	22	56	76	21	14	86	88	19	2
27	68	51	22	57	76	41	14	87	88	41	1
28	69	2	21	58	77	3	13	88	89	6	1
29	69	13	21	59	77	24	13	89	89	33	0
30	69	24	21	60	77	45	13	90	90	0	0

Canon angulorum meridianorum: Meridyen açıları tablosu
Zodia.: Ekliptik
Angulus.: Açılar
Differ.: Farklar
pt. Değer
Scr.: Dakika

rıca 11°29′ya 3′ eklediğimde ekvatordan 30°lik mesafede bulunan ekliptik yayının yükselimi olan 11°32′ya erişmiş olacağım. Aynı şey meridyen açıları ve açılımlar tablosunda da yapılabilir; fakat farkları açılımlar bölümünde her daim eklemeli, meridyen açıları bölümündeyse çıkarmalıyız; ancak bu şekilde bütün veriler doğru ve zamanla uyumlu olabilir.

4. Ekliptiğin Dışında Kalan, Enlemi ve Boylamı Bilinen Bir Yıldızın Yükselimi ve Açılımı Nasıl Belirlenir ve Ekliptik Gökyüzünü Kaç Derecede İkiye Böler?

Bütün bunlar ekliptik, ekvator ve onların kesişimlerine göre düzenleniyor. Ancak günlük devinimlerle ilgili olarak sadece Güneş'in görünmesinin nedenlerinin bulunmasıyla ekliptiğin belirdiği yerleri bilmek değil, aynı zamanda enlemleri ve boylamları bilinen ancak ekliptiğin dışında kalan sabit ve gezici yıldızlarla ilgili açılımın ve ekvatordan ölçülen yükselimin benzer bir gösteriminin olduğunu bilmek de önemlidir. Bu yüzden ekvatorun ve ekliptiğin kutupları boyunca çizilmiş bir ABCD dairesi olsun; AEC de ekvatorun F kutuplu yarım dairesi olsun. BED, G kutuplu ekliptiğin yarım dairesi olsun ve ekvatorla kesişimi de E noktasında gerçekleşsin.



Bu durumda bir yıldız boyunca G kutbundan bir GHKL yayı çizilsin ve yıldızın konumu da H noktasıyla verilsin. Dairenin FHMN çeyreği, günlük devinim kutbundan H boyunca insin. Böylece H noktasındaki yıldızın, M ve N noktasıyla aynı meridyene indiği açıktır ve HMN yayı, ekvatordan beliren yıldızın yükselimini oluşturur; EN ise onun sağ küredeki, aradığımız açılımıdır. O halde KEL üçgeninde KE kenarı ve KEL açısı belirlendiğinden, EKL açısı da 90° olduğundan; buna göre küresel üçgenlerle ilgili dördüncü teorem sayesinde KL ve EL kenarlarıyla birlikte KLE açısı da belirlenir. Buna ek olarak HKL yayı da bulunur. Bu durumda HLN üçgeninde, HLN açısı belirlenir; LNH açısı 90° olup HL kenarı da bulunur. O halde küresel üçgenlerle ilgili dördüncü teorem sayesinde geri kalan kenarlar da belirlenebilir: Yıldızın yükselimi HN, LN ve kalan NE uzunluğu, yani kürenin ekinokstan yıldıza dönüş uzaklığını veren açılım. Ya da başka bir yolla, öncekinde olduğu gibi, ekliptiğin KE yayını LE'nin açılımı olarak alırsanız; LE, açılımlar tablosu sayesinde bulunacaktır ve bunun yanında LK de LE'ye uyan yükselim olarak belirlenecektir. KLE açısı da meridyen açıları tablosu sayesinde bulunacaktır ve buradan hareketle, gösterdiğimiz gibi, geri kalan kenarlar ve açılar da öğrenilebilir. Daha sonra EN açılımı sayesinde ekliptikteki EM yayının kaç derece olduğu da bulunur. Bütün bunlara uygun olarak M noktasıyla birlikte yıldız gökleri ikiye böler.

5. Ufkun Kesitleri Üzerine

Bir dik kürenin ufku, eğik kürenin ufkundan farklıdır. Buna göre ekvatorun dik olduğu ya da ekvatorun kutuplarından geçen ufka dik ufuk denir. Ekvatorla açı yapan ufka eğik kürenin ufku diyoruz. Bu yüzden bir dik ufukta bütün yıldızlar doğar ve batar; günler her daim gecelere eşittir. Zira bu ufuk, günlük hareketle çizilen bütün paralel çemberleri ikiye böler ve onların kutuplarından geçer; dahası merid-

yen dairesiyle ilgili olarak açıkladığımız husus burada da söz konusudur. Yine burada günü Güneş'in doğuşundan batışına uzanan dilim olarak alırız; çoğunluğun anladığı gibi, aydınlıktan karanlığa uzanan dilim olarak değil; yani sabahın erken saatlerindeki alacakaranlıktan ilk sokak ışıklarına değil. Burada burçların doğuşu ve batışıyla ilgili olarak da çok şey söyleyeceğiz. Buna karşılık Dünya'nın ekseninin ufka dik olduğu yerde herhangi bir doğuş veya batış meydana gelmez; fakat bütün yıldızlar dairesel dönüşte olup Güneş etrafındaki yıllık dönüşten başka bir hareketle etkilenmedikçe, ya hep görünür ya da hiç görünmez. Sonuç olarak bir gün sürekli bir yılın yarısı kadar sürer; yılın geri kalan kısmını ise gece oluşturur ve ufuk ekvatorla çakıştığından yaz ile kış birbirinden ayırt edilemez. Dahası, eğik bir kürede belirli yıldızlar doğar ve batar, kimileri her daim görünür, kimileri de hiç görünmez. Gündüzlerle gecelerin eşit olmadığı yerlerde eğik ufuk, eğimiyle orantılı iki paralel çembere teğet geçer. Ve bu çemberlerden görünen kutba daha yakın olan her daim görünen yıldızların sınırını, öte yandan görünmeyen kutba daha yakın olansa hiç görünmeyen yıldızların sınırını oluşturur. Buna göre ufuk, tümüyle bu sınırlar arasında kaldığından, ortadaki bütün paralel çemberlerini eşit olmayan yaylara böler; bir tek, paralellerin en büyüğü olan ekvator istisnadır; büyük daireler de birbirini keser. Bu durumda üst yarıküredeki bir eğik ufuk, güneydeki görünmeyen kutup tarafındaki yaylardan daha büyük olan görünen kutup yönündeki paralellerin yaylarını keser; bunun tam aksi de, görünmeyen yarıküredeki durumdur. Güneş, günlük hareketten ötürü bu ufuklarda görünür ve gündüzlerle gecelerin eşitsizliğine sebep olur.

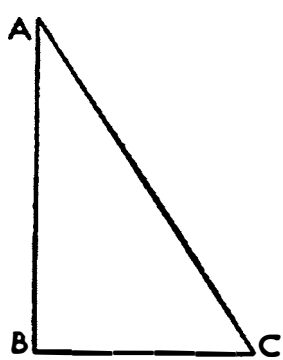
6. Öğlen Gölgeleri Arasındaki Farklılıklar

Öğlen gölgelerindeki farklılıklardan ötürü kimilerine *Periscii*, kimilerine *Amphiscii*, kimilerine de *Heteroscii*

denmiştir. Periscii'ye *circumumbratiles* diyebiliriz, yani "*Güneş'in, her tarafına gölge düşürdüğü kişiler.*" Böyleleri, ufkun tepe noktası ya da kutbuyla Dünya'nın kutbu arasındaki mesafenin dönencelerle ekvator arasındaki mesafeden daha az olduğu veya daha fazla olmadığı yerlerde yaşar. Bu paraleller, her daim görünen ya da her daim karanlıkta kalan yıldızların sınırları dönencelerden daha büyük ya da onlara eşit olduğunda, ufkun ulaştığı yerlerdir. Ve bu yüzden yaz Güneş'i her daim görünen yıldızların arasından yükselerek bir işaretçinin gölgesini her bir yöne düşürür. Fakat ufkun dönencelere yaklaştığı yerde, dönenceler her daim görünen ve her daim karanlıkta kalan yıldızların sınırlarını oluşturur. Bunun dışında, gece yarısı olduğunda; Güneş kış gündönümünde Dünya'yı sıyırmış görünür; bu zaman noktasında bütün ekliptik çemberi ufukla çakışır; bir yanda altı burç yükselir, diğer yanda altı burç batar ve ekliptiğin kutbu ufkun kutbuyla çakışır. İki tarafa birden öğlen gölgesinin düştüğünü görenler, yani *Amphiscii* ise dönencelerin arasında yaşar; bu gölgeler dönencelerin arasındaki eskilerin *media zona*[14] dediği bölgede meydana gelir ve Euclides'in fenomenlere dair ikinci teoreminde de gösterildiği gibi, ekliptik çemberi bu bölgenin üstünden iki defa geçtiğinden işaretçilerin gölgeleri burada iki yöne düşer: Güneş, ileri ve geri hareket ettiğinden, işaretçiler gölgelerini bazen güneye, bazen de kuzeye düşürür. Bu iki yön arasında yaşayan bazılarımız da *heteroscii*'dir; zira öğlen gölgelerinin sadece bir yöne, yani kuzeye doğru düştüğünü görüyoruz. Eski matematikçiler yerküreyi genelde Meroe, Siena, Alexandria, Rodos, Hellespontus, Orta Pontus ya da Boristhenes, Byzantium gibi yedi iklim bölgesine ayırma eğiliminde olmuşlarsa da en uzun günler arasındaki farktan başka tekil benzerlikleri de işlemişlerdi. İşaretçi-

14 Media zona: Orta kuşak.

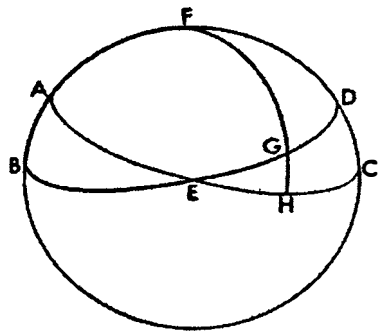
lerle kutbun eğimini ya da her bölgenin enlemine göre ekinoks ve gündönümü vakitlerinde öğlen gölgelerinin uzunluğunu da gözlemlemişlerdi. Bahsettiğimiz gibi, eskilerin bilmediği ekliptiğin değişken eğimine göre ya da daha açık söylemek gerekirse, bunların bağlı olduğu ekvatorun ekliptik düzlemine olan değişken eğimine göre bütün bu rakamlar zaman içinde değiştiğinden, hesapların da onların zamanında olduğu gibi tümüyle aynı kalmadığı açıktır. Fakat kutbun yükseltileri veya konumların enlemleri ve göksel ekvatorun gölgeleri eski çağın keşfettiği ve kaydettiği bilgilerle uyumludur. Bu durum, ekvatorun yeryüzü küresine bağımlı olmasından ötürü zorunlu olarak böyledir. Bu bölgeler, özel günlerde düşen gölgeler sayesinde değil de her daim aynı kalan ekvatordan uzaklıkları sayesinde daha doğru bir biçimde belirlenip tanımlanabilir. Fakat dönencelerdeki değişim çok hassassa da güney bölgelerdeki günlere ve gölgelere dair hassas ayrım, kuzeye doğru gidildikçe daha belirgin olur. Buna göre işaretçilerin gölgelerinden hareketle Güneş'e bir yükseklik ve buna karşılık gölgeye de bir uzunluk değeri verilebilir. Bu yolla BC gölgesini düşüren bir AB işaretçisi varsa, işaretçi ufuk düzlemine dik ineceğinden, düzleme inen dik çizgilere dair açıklamadan ötürü ABC açısı her daim dik olmalıdır.



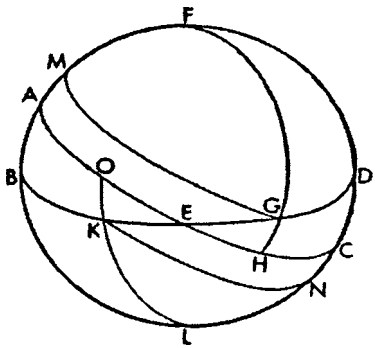
Eğer buna AC de katılırsa, ABC dik üçgenine kavuşmuş oluruz ve Güneş'e bir yükseklik değeri verilirse ACB açısı da bulunmuş olur. Doğrusal üçgenlerle ilgili ilk teorem sayesinde AB işaretçisinin BC gölgesine oranı da bulunacaktır ve BC uzunluk olarak belirlenecektir. Dahası, tam ters şekilde AB ve BC'nin saptanmasıyla doğrusal üçgenlere dair üçüncü teorem sayesinde ACB açısının kaç derece olduğu ve bu anda Güneş'in yüksekliğiyle gölgenin uzunluğu da bulunur. Eskiler, bu yolla yeryüzü küresinin bölgelerini belirlerken bazen ekinokslarda bazen de gündönümlerinde öğlen gölgelerinin uzunluklarını bulmuştur.

7. Bir Küredeki En Uzun Gün, Yükselme Mesafesi ve Eğimin Başka Bir Küreden Hareketle Bulunması ve Günler Arasındaki Farklar

Bu şekilde bir kürenin eğriliği ya da ufkun eğimi sayesinde, günler arasındaki farklar ve Güneş'in yükselme mesafesiyle birlikte en uzun ve en kısa günü aynı anda göstereceğiz. Burada yükselme mesafesi yaz gündönümü ile kış gündönümü arasındaki Güneş doğuşlarına denk gelen ufuk yayıdır ya da gündönümlerinin ekinokslardaki Güneş doğuşundan uzaklıkları toplamına eşittir. Buna göre ABCD bir meridyen dairesi olsun. BED, doğudaki yarım küreye ait ufkun yarım dairesi; AEC de kuzey kutbu F olan ekvatorun benzer yarım dairesi olsun. G noktası, yaz gündönümündeki Güneş'in yükselmesini göstersin ve büyük kürenin hareketi, ekvatorun F kutbunda meydana geleceğinden, kaçınılmaz olarak G ve H noktaları aynı zamanda ABCD meridyenine uyacaktır; zira paralel çemberler, onlardaki aynı yayları kesen büyük dairelerden geçen aynı kutupların etrafında yer alır. G noktasındaki doğuştan öğlen vaktine kadarki aynı süre AEH yayını da belirlediğinden, gece yarısından gün doğumuna kadar geçen süre de yarım dairenin geri kalan, yerin altındaki yayını, yani CH'yi belirler.

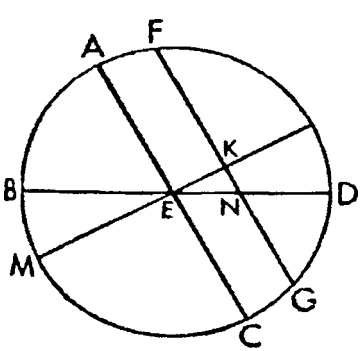


Bu durumda AEC bir yarım dairedir ve ABCD'nin kutbu boyunca çizildiklerinden AE ile EC de dairelerin çeyrekleridir. Buna uygun olarak EH, en uzun gün ile ekinoks arasındaki farkın yarısı; EG ise ekinokstakiyle gündönümündeki Güneş'in doğuşu arasındaki uzaklık olacaktır. Buna göre EHG üçgeninde kürenin eğimini oluşturan GEH açısı, AB yayı ve GH açısının dik olmasından ötürü bulunmuş olur; GH kenarı da yaz dönencesinden ekvatora olan uzaklık olarak bulunur; diğer kenarlar da küresel üçgenlerle ilgili dördüncü teorem sayesinde bulunur. EH kenarı en uzun gün ile ekinoks arasındaki farkın yarısı; GE kenarı da Güneş'in yükselme mesafesidir. Dahası GH kenarıyla birlikte EH kenarı, en uzun gün ile ekinoks arasındaki fark ve EG bulunur. Küredeki eğimin E açısı da elde edilir ve buradan hareketle ufkun üstündeki kutbun yüksekliği, yani FD de bulunur. Ancak ekliptikteki G noktası dönence değil de başka bir yer olarak alınsa bile, EG ve EH yayları açıkça bilinecektir; zira yükselimler tablosu sayesinde, GH'nin üzerinde yükselim yayı ekliptiğin derecesi olarak bulunacaktır ve aynı yolla kalan kısım da gösterilebilir. Buradan hareketle dönenceden eşit uzaklıktaki ekliptiğin dereceleri ekinokstaki gün doğumuyla aynı dereceler arasındaki ufkun eşit yaylarını keser ve günlerle gecelerin uzunluğunu tersten eşitler. Yani derecelerden her biri aynı yükselime sahip olduğundan, ekliptiğin bu derecelerinden geçen paraleller birbirine eşittir.



Fakat eşit yaylar, ekliptikteki iki derece ile ekinokstaki kesişim arasında alındığında yükselme mesafeleri yine eşit, fakat farklı yönlerde olacaktır; günlerle gecelerin sürelerinin tersten eşitliği de söz konusudur; zira ekinoksun her bir tarafında süreler, ekinokstan eşit uzaklıktaki burçların ekvatordan yükselimlerinin eşit olmasından ötürü eşit paralel yayları belirler. Buna göre aynı şekil üzerinde paralellerin G ve K noktalarında BED ufkunu kesen GM ve KN yaylarıyla birlikte L kuzey kutbundan itibaren büyük dairenin LKO çeyreği çizilsin; buna göre HG yükselimi KO yükselimine eşittir; buradan birinin iki kenarının diğerinin iki kenarına eşit olduğu DFG ve BLK üçgenleri ortaya çıkacak: FG, LK'ye; kutupların yükseklikleri de birbirine eşittir ve D açısı, B açısına, o da 90°ye eşittir. Bu nedenle DG tabanı da BK tabanına eşittir. O halde burada EG kenarı, EK kenarına; GH kenarı, KO kenarına; KEO dik açısı, GEH dik açısına; EH kenarı, EO kenarına ve EH ile 90°nin toplamı, OE ile 90°nin toplamına eşit olur. Dolayısıyla AEH yayı OEC yayına eşittir. Fakat gösterildiği gibi, paralel dairelerin kutupları boyunca çizilen büyük daireler benzer yayları kestiğinden, GM ve KN de benzer ve eşit olacaktır. Bütün bunlar farklı bir şekilde de ortaya konabilir. Aynı yolla E'nin merkez olduğu bir ABCD meridyen dairesi çizilsin. Ekvatorun çapı ve iki dairenin ortak kesiti AEC olsun;

BED, ufkun çapı ve meridyen çizgisi; LEM, kürenin ekseni; L, görünen, M de görünmeyen kutup olsun. AF, yaz gündönümünün uzaklığı ya da başka bir yükselim olarak alınsın; AF'ye göre GF de meridyenle ortak kesiti ve paralelin çapı olarak çizilsin; bu durumda FG, K noktasında ekseni, N noktasında da meridyen çizgisini kesecektir. Buna göre, Posidonius'un da açıkladığı gibi bu çizgiler, birbirinden uzaklaşmayan ya da içlerinden birinin diğerine yönelmediği, ancak aralarındaki dik çizgilerin eşit olduğu paralel çizgilerdir; KE, AF'nin iki katını ayıran kirişin yarısına eşittir. Benzer şekilde KN, yarıçapı FK olan paralel çember yayının iki katını ayıran kirişin yarısı olacaktır. Ve bu yayın iki katı, ekinokstaki gün ile diğer gün arasındaki farka eşittir. Bu doğrudur; zira bu çizgilerin ortak kesitler ve çaplar olduğu tüm yarım daireler, örneğin eğik ufkun BED'si, dik ufkun LEM'si, ekvatorun AEC'si ve paralelin FKG'si, ABCD dairesindeki düzleme diktir. Ve Euclides'in *Elementler*'de, on birinci kitabın XIX. bölümünde gösterdiği gibi, bir diğeriyle oluşturdukları ortak kesitler, E, K ve N noktalarında aynı düzleme diktir; on birinci kitabın VI. bölümünde gösterildiği gibi, bu ortak kesitler de birbirine paraleldir. Ve K, paralel çemberin; E de kürenin merkezidir. EN, paraleldeki gün doğumuyla ekinokstaki gün doğumu ara-



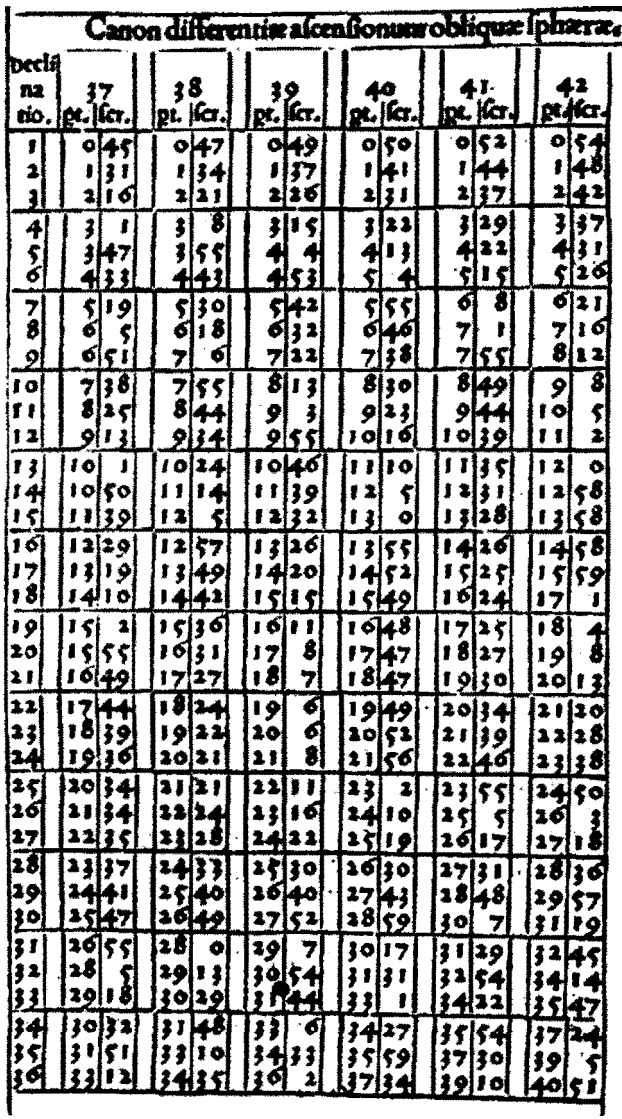
sındaki farka eşit olan ufuk yayının iki katını ayıran kirişin yarısıdır. Buna göre çeyreğin diğer kısmı olan FL ile birlikte AF yükselimi bulununca, AF yayının iki katını ayıran kirişin yarısı olan KE ve FL yayının iki katını ayıran kirişin yarısı olan FK, AE 100.000 birim olmak üzere, ortaya çıkmış olacaktır.

Fakat EKN dik üçgeninde KEN açısı, kutbun DL yüksekliği sayesinde bulunur ve diğer KNE açısı AEB'ye eşittir; zira eğik kürede paralellerin ufukla eğimi eşittir ve kenarlar yarıçapın 100.000 birim olduğu durumda aynı uzunluktadır. Buna göre KN, yarıçap FK 100.000 birim iken, bulunacaktır; zira KN ekinokstaki gün ile paraleldeki bir gün arasındaki mesafe kadar olan yayı ayıran kirişin yarısına eşittir ve bu yay da –paralel çemberi 360° olmak üzere– benzer şekilde bulunur. Buradan, FK'nin KN'ye oranının, FL'nin iki katını ayıran kirişin yarısının AF'nin iki katını ayıran kirişin yarısına oranıyla AB'nin iki katını ayıran kirişin yarısının DL'nin iki katını ayıran kirişin yarısına oranına eşit olduğu anlaşılıyor. FL'nin iki katını ayıran yarısının AF'nin iki katını ayıran kirişin yarısına oranıyla AB'nin iki katını ayıran kirişin yarısının DL'nin iki katını ayıran kirişin yarısına oranı, FK'nin KE ile birlikte EK'nin KN'ye olan oranına eşittir. Yani EK, FK ile KN arasında bir değer olarak alınabilir. Benzer şekilde BE'nin EN'ye oranı, BE'nin EK'ye, KE'nin de EN'ye olan olan oranına eşittir, tıpkı Ptolemaeus'un küresel dilimlerden hareketle daha detaylı bir şekilde gösterdiği gibi. Buna göre sadece günlerle gecelerin eşitsizliğinin hesaplanabileceğini değil, aynı zamanda, paralellerdeki yükselimleri günlük hareketin verilmesiyle bulunabilen Ay ve yıldızlarla ilgili olarak da aşağıdaki tablolardan ufkun üzerinde bulunan paralel dilimlerinin ayırt edilebileceğini ve buradan hareketle Ay ile yıldızların doğuş ve batışlarının kolayca anlaşılabileceğini düşünüyorum.

Canon differentiæ ascensionum obliquæ sphæræ.

Declinatio.	31 pt.	31 Scr.	32 pt.	32 Scr.	33 pt.	33 Scr.	34 pt.	34 Scr.	35 pt.	35 Scr.	36 pt.	36 Scr.
1	0	36	0	37	0	39	0	40	0	42	0	44
2	1	12	1	15	1	18	1	21	1	24	1	27
3	1	48	1	53	1	57	2	2	2	6	2	11
4	2	24	2	30	2	36	2	42	2	48	2	55
5	3	1	3	8	3	15	3	23	3	31	3	39
6	3	37	3	46	3	55	4	4	4	13	4	23
7	4	14	4	24	4	34	4	45	4	56	5	7
8	4	51	5	2	5	14	5	26	5	39	5	52
9	5	28	5	41	5	54	6	8	6	22	6	36
10	6	5	6	20	6	35	6	50	7	6	7	22
11	6	42	6	59	7	15	7	32	7	49	8	7
12	7	20	7	38	7	56	8	15	8	34	8	53
13	7	58	8	18	8	37	8	58	9	18	9	39
14	8	37	8	58	9	19	9	41	10	3	10	26
15	9	16	9	38	10	1	10	25	10	49	11	14
16	9	55	10	19	10	44	11	9	11	35	12	2
17	10	35	11	1	11	27	11	54	12	22	12	50
18	11	16	11	43	12	11	12	40	13	9	13	39
19	11	56	12	25	12	55	13	26	13	57	14	29
20	12	38	13	9	13	40	14	13	14	46	15	20
21	13	20	13	53	14	26	15	0	15	36	16	12
22	14	3	14	37	15	13	15	49	16	27	17	5
23	14	47	15	23	16	0	16	38	17	17	17	58
24	15	31	16	9	16	48	17	29	18	10	18	52
25	16	16	16	56	17	38	18	20	19	3	19	48
26	17	2	17	45	18	28	19	12	19	58	20	45
27	17	50	18	34	19	19	20	6	20	54	21	44
28	18	38	19	24	20	12	21	1	21	51	22	43
29	19	27	20	16	21	6	21	57	22	50	23	45
30	20	18	21	9	22	1	22	55	23	51	24	48
31	21	10	22	3	22	58	23	55	24	53	25	53
32	22	3	22	59	23	56	24	56	25	57	27	0
33	22	57	23	54	24	55	25	59	27	3	28	9
34	23	55	24	56	25	59	27	4	28	10	29	21
35	24	53	25	57	27	3	28	10	29	21	30	35
36	25	53	27	0	28	9	29	21	30	35	31	52

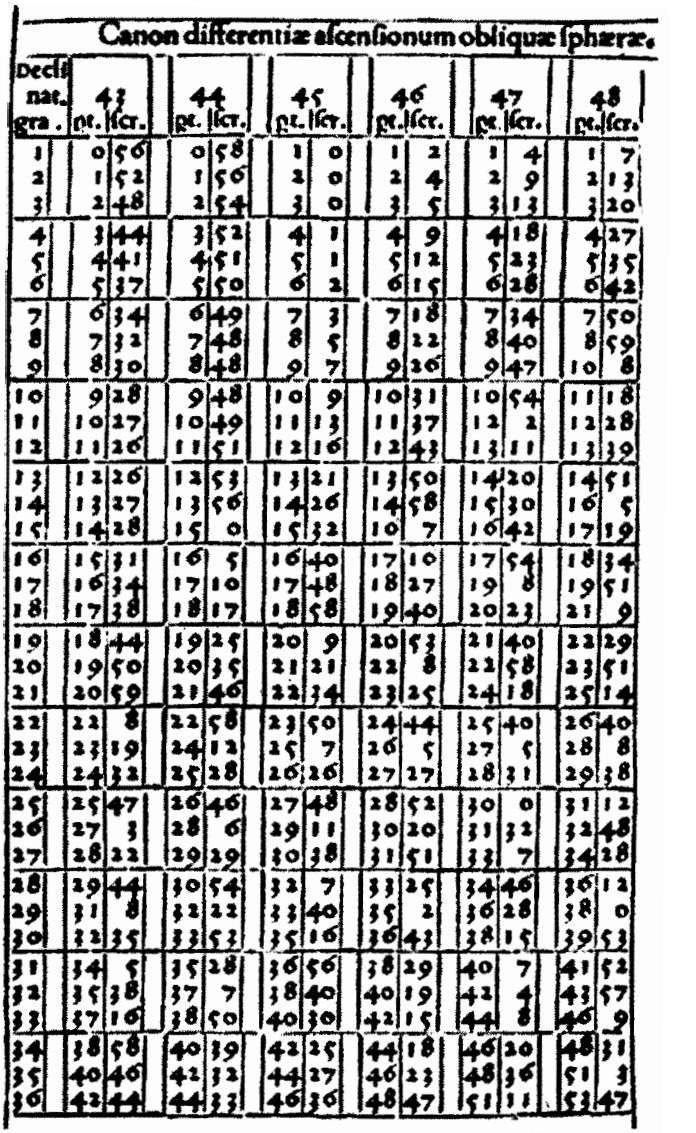
Canon differentiae ascensionum obliquae sphaerae: Eğik küredeki yükselmelerin farkları tablosu
Declinatio.: Yükselim
pt. Değer
Scr.: Dakika



Canon differentiæ ascensionum obliquæ sphæræ.

Declinatio.	37 pt.	scr.	38 pt.	scr.	39 pt.	scr.	40 pt.	scr.	41 pt.	scr.	42 pt.	scr.
1	0	45	0	47	0	49	0	50	0	52	0	54
2	1	31	1	34	1	37	1	41	1	44	1	48
3	2	16	2	21	2	26	2	31	2	37	2	42
4	3	1	3	8	3	15	3	22	3	29	3	37
5	3	47	3	55	4	4	4	13	4	22	4	31
6	4	33	4	43	4	53	5	4	5	15	5	26
7	5	19	5	30	5	42	5	55	6	8	6	21
8	6	5	6	18	6	32	6	46	7	1	7	16
9	6	51	7	6	7	22	7	38	7	55	8	12
10	7	38	7	55	8	13	8	30	8	49	9	8
11	8	25	8	44	9	3	9	23	9	44	10	5
12	9	13	9	34	9	55	10	16	10	39	11	2
13	10	1	10	24	10	46	11	10	11	35	12	0
14	10	50	11	14	11	39	12	5	12	31	12	58
15	11	39	12	5	12	32	13	0	13	28	13	58
16	12	29	12	57	13	26	13	55	14	26	14	58
17	13	19	13	49	14	20	14	52	15	25	15	59
18	14	10	14	42	15	15	15	49	16	24	17	1
19	15	2	15	36	16	11	16	48	17	25	18	4
20	15	55	16	31	17	8	17	47	18	27	19	8
21	16	49	17	27	18	7	18	47	19	30	20	13
22	17	44	18	24	19	6	19	49	20	34	21	20
23	18	39	19	22	20	6	20	52	21	39	22	28
24	19	36	20	21	21	8	21	56	22	46	23	38
25	20	34	21	21	22	11	23	2	23	55	24	50
26	21	34	22	24	23	16	24	10	25	5	26	3
27	22	35	23	28	24	22	25	19	26	17	27	18
28	23	37	24	33	25	30	26	30	27	31	28	36
29	24	41	25	40	26	40	27	43	28	48	29	57
30	25	47	26	49	27	52	28	59	30	7	31	19
31	26	55	28	0	29	7	30	17	31	29	32	45
32	28	5	29	13	30	54	31	31	32	54	34	14
33	29	18	30	29	31	44	33	1	34	22	35	47
34	30	32	31	48	33	6	34	27	35	54	37	24
35	31	51	33	10	34	33	35	59	37	30	39	5
36	33	12	34	35	36	2	37	34	39	10	40	51

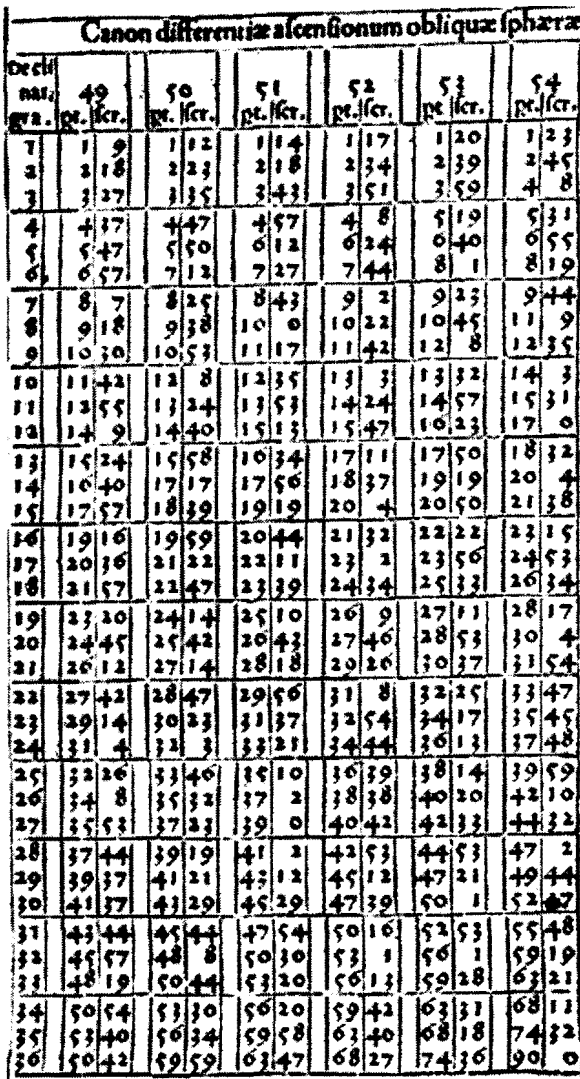
Canon differentiae ascensionum obliquae sphaerae: Eğik küredeki yükselmelerin farkları tablosu
Declinatio.: Yükselim
pt. Değer
Scr.: Dakika



Canon differentiæ ascensionum obliquæ sphæræ.

Declinat. gra.	43 pt.	scr.	44 pt.	scr.	45 pt.	scr.	46 pt.	scr.	47 pt.	scr.	48 pt.	scr.
1	0	56	0	58	1	0	1	2	1	4	1	7
2	1	52	1	56	2	0	2	4	2	9	2	13
3	2	48	2	54	3	0	3	5	3	13	3	20
4	3	44	3	52	4	1	4	9	4	18	4	27
5	4	41	4	51	5	1	5	12	5	23	5	35
6	5	37	5	50	6	2	6	15	6	28	6	42
7	6	34	6	49	7	3	7	18	7	34	7	50
8	7	32	7	48	8	5	8	22	8	40	8	59
9	8	30	8	48	9	7	9	26	9	47	10	8
10	9	28	9	48	10	9	10	31	10	54	11	18
11	10	27	10	49	11	13	11	37	12	2	12	28
12	11	26	11	51	12	16	12	43	13	11	13	39
13	12	26	12	53	13	21	13	50	14	20	14	51
14	13	27	13	56	14	26	14	58	15	30	16	5
15	14	28	15	0	15	32	16	7	16	42	17	19
16	15	31	16	5	16	40	17	16	17	54	18	34
17	16	34	17	10	17	48	18	27	19	8	19	51
18	17	38	18	17	18	58	19	40	20	23	21	9
19	18	44	19	25	20	9	20	53	21	40	22	29
20	19	50	20	35	21	21	22	8	22	58	23	51
21	20	59	21	46	22	34	23	25	24	18	25	14
22	22	8	22	58	23	50	24	44	25	40	26	40
23	23	19	24	12	25	7	26	5	27	5	28	8
24	24	32	25	28	26	26	27	27	28	31	29	38
25	25	47	26	46	27	48	28	52	30	0	31	12
26	27	3	28	6	29	11	30	20	31	32	32	48
27	28	22	29	29	30	38	31	51	33	7	34	28
28	29	44	30	54	32	7	33	25	34	46	36	12
29	31	8	32	22	33	40	35	2	36	28	38	0
30	32	35	33	53	35	16	36	43	38	15	39	53
31	34	5	35	28	36	56	38	29	40	7	41	52
32	35	38	37	7	38	40	40	19	42	4	43	57
33	37	16	38	50	40	30	42	15	44	8	46	9
34	38	58	40	39	42	25	44	18	46	20	48	31
35	40	46	42	32	44	27	46	23	48	36	51	3
36	42	44	44	33	46	36	48	47	51	11	53	47

Canon differentiae ascensionum obliquae sphaerae: Eğik küredeki yükselmelerin farkları tablosu
Declinatio.: Yükselim
pt. Değer
Scr.: Dakika
Gra.: Derece



Canon differentiæ ascensionum obliquæ sphæræ.

Declinat. gra.	49 pt.	49 scr.	50 pt.	50 scr.	51 pt.	51 scr.	52 pt.	52 scr.	53 pt.	53 scr.	54 pt.	54 scr.
1	1	9	1	12	1	14	1	17	1	20	1	23
2	2	18	2	23	2	28	2	34	2	39	2	45
3	3	27	3	35	3	43	3	51	3	59	4	8
4	4	37	4	47	4	57	5	8	5	19	5	31
5	5	47	5	59	6	12	6	24	6	40	6	55
6	6	57	7	12	7	27	7	44	8	1	8	19
7	8	7	8	25	8	43	9	2	9	23	9	44
8	9	18	9	38	10	0	10	22	10	45	11	9
9	10	30	10	53	11	17	11	42	12	8	12	35
10	11	42	12	8	12	35	13	3	13	32	14	3
11	12	55	13	24	13	53	14	24	14	57	15	31
12	14	9	14	40	15	13	15	47	16	23	17	0
13	15	24	15	58	16	34	17	11	17	50	18	32
14	16	40	17	17	17	56	18	37	19	19	20	4
15	17	57	18	39	19	19	20	4	20	50	21	38
16	19	16	19	59	20	44	21	32	22	22	23	15
17	20	36	21	22	22	11	23	2	23	56	24	53
18	21	57	22	47	23	39	24	34	25	33	26	34
19	23	20	24	14	25	10	26	9	27	11	28	17
20	24	45	25	42	26	43	27	46	28	53	30	4
21	26	12	27	14	28	18	29	26	30	37	31	54
22	27	42	28	47	29	56	31	8	32	25	33	47
23	29	14	30	23	31	37	32	54	34	17	35	45
24	31	4	32	3	33	21	34	44	36	13	37	48
25	32	26	33	46	35	10	36	39	38	14	39	59
26	34	8	35	32	37	2	38	38	40	20	42	10
27	35	53	37	23	39	0	40	42	42	33	44	32
28	37	44	39	19	41	2	42	53	44	53	47	2
29	39	37	41	21	43	12	45	12	47	21	49	44
30	41	37	43	29	45	29	47	39	50	1	52	47
31	43	44	45	44	47	54	50	16	52	53	55	48
32	45	57	48	8	50	30	53	1	56	1	59	19
33	48	19	50	44	53	20	56	13	59	28	63	21
34	50	54	53	30	56	20	59	42	63	31	68	11
35	53	40	56	34	59	58	63	40	68	18	74	32
36	56	42	59	59	63	47	68	27	74	36	90	0

Canon differentiae ascensionum obliquae sphaerae: Eğik küredeki yükselmelerin farkları tablosu
Declinatio.: Yükselim
pt. Değer
Scr.: Dakika
Gra.: Derece

Canon differentiæ aſcenſionum obliquæ ſphæræ.

Declinat. Grad.	55 pt.	55 ſcr.	56 pt.	56 ſcr.	57 pt.	57 ſcr.	58 pt.	58 ſcr.	59 pt.	59 ſcr.	60 pt.	60 ſcr.
1		1	20	1	20	1	32	1	36	1	40	1	44
2		2	52	2	58	3	5	3	12	3	20	3	28
3		4	17	4	27	4	38	4	49	5	0	5	12
4		5	44	5	57	6	11	6	25	6	41	6	57
5		7	11	7	27	7	44	8	3	8	22	8	43
6		8	38	8	58	9	19	9	41	10	4	10	29
7		10	6	10	29	10	54	11	20	11	47	12	17
8		11	35	12	1	12	30	13	0	13	32	14	5
9		13	4	13	35	14	7	14	41	15	17	15	55
10		14	35	15	9	15	45	16	23	17	4	17	47
11		16	7	16	45	17	25	18	8	18	53	19	41
12		17	40	18	22	19	6	19	53	20	43	21	36
13		19	15	20	1	20	50	21	41	22	30	23	34
14		20	52	21	42	22	35	23	31	24	31	25	35
15		22	30	23	24	24	22	25	23	26	29	27	39
16		24	10	25	9	26	12	27	19	28	30	29	47
17		25	53	26	57	28	5	29	18	30	35	31	59
18		27	39	28	48	30	1	31	20	32	44	34	19
19		29	27	30	41	32	1	33	26	34	58	36	37
20		31	19	32	39	34	5	35	37	37	17	39	5
21		33	15	34	41	36	14	37	54	39	42	41	40
22		35	14	36	48	38	28	40	17	42	15	44	25
23		37	19	39	0	40	49	42	47	44	57	47	20
24		39	29	41	18	43	17	46	20	47	49	50	27
25		41	45	43	44	45	54	48	16	50	54	53	52
26		44	9	46	18	48	41	51	19	54	16	57	39
27		46	41	49	4	51	41	54	38	58	0	61	57
28		49	24	52	1	54	58	58	19	62	14	67	4
29		52	20	55	16	58	30	62	31	67	18	73	46
30		55	32	58	52	62	45	67	31	73	55	90	0
31		59	0	62	58	67	42	74	4	90	0		
32		63	10	67	53	74	12	90	0				
33		68	1	74	19	90	0						
34		74	33	90	0			Quod hic uacat, eis eſt, quæ nec orinutur nec occidunt.					
35		90	0										
36													

k ii

Canon differentiae ascensionum obliquae sphaerae: Eğik küredeki yükselmelerin farkları tablosu
Declinatio.: Yükselim
pt. Değer
Scr.: Dakika
Gra.: Derece
Quod hic uacat, eis est, quae nec orinutur nec occidunt: Burası doğup batmayan yıldızlar için boş bırakılmıştır.

8. Gündüzle Gecenin Saatleri ve Bölümleri Üzerine

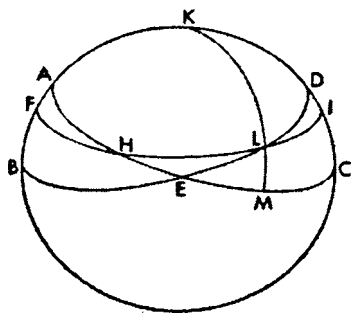
O halde Güneş'in yükselimine denk düşen günlerin farkını tablodan çıkarmak istediğimizde, aradığımızı kutbun verilen yüksekliği ile buluruz ve değeri kuzey yükselimi için dairenin çeyreğine ekler, güney yükselimi içinse ondan çıkarırız; sonra sonucu ikiyle çarparız, böylece hem günün uzunluğunu hem de dairenin geri kalan kısmı olan gecenin uzunluğunu elde ederiz. Bu dilimlerden herhangi birinin on beş *zaman*a bölünmesi, o günde kaç eşit saat olduğunu gösterecektir. Ancak dilimin on ikinci bölümünün alınmasıyla bir mevsimsel saatin süresini buluruz. Bu durumda her daim on iki parçadan oluşan saatler, isimlerini günlerinden alır. Böylelikle saatlerin eskiler tarafından niçin yaz gündönümü, ekinoks ve kış gündönümü şeklinde adlandırıldığı da anlaşılmış olur. İlk zamanlarda gün doğumundan gün batımına geçen süre için on iki saatten başka bir sistem kullanılmıyordu ve bu on iki saat geceyi dört nöbete veya vardiyaya ayırıyordu. Saatlerin bu şekilde kullanımı uzunca bir süre insanlığın sözsüz kabulüyle devam etti. Daha sonra su saatleri bulundu; bu sistem damlayan suyun eklenmesi ve çıkarılması esasına dayanıyordu; insanlar bu sistemle bir buhar taneciğinin zamanla ilgili karmaşa yaratmaması adına saatlerini günlerin farklı uzunluklarına göre ayarlıyordu. Fakat daha sonra gündüz ve geceye eşit saatler verilmesi genel kullanıma geçince; zamanın söylenmesinin daha kolay bir hale getirilmesi adına mevsimsel saatlerden vazgeçildi; zira sıradan birine saatin, günün birincisi mi, üçüncüsü mü, altıncısı mı, dokuzuncusu mu yoksa on birincisi mi olduğunu sorduğunuzda, karşınızdaki kesin bir cevap veremiyor, meseleyle ilgili bir şey söyleyemiyordu. Günümüzdeyse kimileri eşit saatlerini öğle vaktinden, kimileri Güneş'in batışından, kimileri gece yarısından, ki-

mileri de devlet tarafından yapılan uygulamaya uygun olarak Güneş'in doğuşundan çıkarıyor.

9. Ekliptiğin Kesitlerindeki Eğik Yükselme ve Göklerin Ortasındaki Derecenin Artan Dereceye Göre Bulunuşu Üzerine

Gündüzlerle gecelerin uzunlukları ve aralarındaki farklar açıklandığına göre artık eğik yükselmelere dair yapacağımız değerlendirmeye, yani ekvator *zaman*larıyla ekliptiğin on iki bölümüne veyahut onun ufku kesen yaylarına geçelim. Öne sürdüğümüz gibi, düz ve eğik yükselmeler arasındaki farklarla, ekinoksla başka bir gün arasındaki farklar benzerdir. Ayrıca eskiler, ilkbahar ekinoksunun başından itibaren on iki sabit takımyıldıza hayvanlardan isimler seçmişler: Koç, Boğa, İkizler, Yengeç ve sırayla diğerleri. O halde daha da anlaşılır kılmak adına, ABCD yine bir meridyen dairesi olsun ve AEC ekvatoral yarım çemberiyle BED ufku, E noktasında kesişsin. Buna uygun olarak H noktası, ekinoks olarak alınsın. FHI ekliptiği bu noktadan geçerek L noktasında ufku kessin; bu kesişim boyunca büyük dairenin çeyreği KLM, ekvatorun kutbu olan K'den insin. Bu durumda apaçıktır ki, ekliptiğin HL yayı ve ekvatorun HE yayı ufukta kesişir; fakat dik küredeki HL yayı HEM yayıyla birlikte yükselir. EM yayı bu yükselmeler arasındaki farkı oluşturduğundan, gösterdiğimiz gibi, bu aynı zamanda ekinoksla başka bir gün arasındaki farkın yarısıdır. Ancak bir kuzey yükseliminde dairenin çeyreğine eklenen değer, burada açılımdan çıkarılır; fakat bir güney yükseliminde bu, açılıma eklenir; böylelikle yükselme eğik hale gelir. O halde bir burcun ya da ekliptiğin başka bir yayının belirlenmesiyle, başından sonuna sayılan açılımlar sayesinde uzunluk da ortaya çıkar. Buradan hareketle ekliptiğin derecesi verildiğinde, onun eki-

nokstan yükselişi hesaplanarak göklerin ortasında bulunan derece de bulunur.

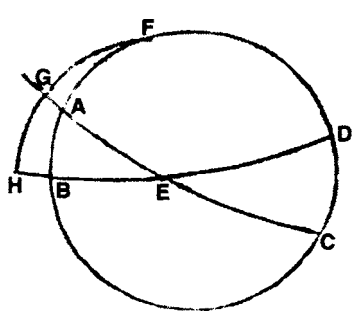


Buna göre L noktasında yükselen bir derecenin yükselimi, ekinokstan HL yayına olan uzaklığa karşılık gelecek şekilde verildiğinde; HEM yayı açılım, AHEM'nin bütünü de yarım günün yayı olur. Daha sonra geri kalan AH de bulunur. AH, tablo sayesinde ya da yine AH kenarıyla birlikte kesitin AHF açısının bulunmasıyla öğrenilen FH yayının açılımıdır ve FAH açısı diktir. Buna göre göğün ortasındaki dereceyle yükselen derece arasındaki bütün FHL yayı da bulunur. Buna karşılık evvela göğün ortasındaki derece, yani FH yayı bulunursa; yükselen burcu da öğreniriz. AF yayı yükselimi de öğrenilir; kürenin eğikliğinin açısı sayesinde geri kalan AFB ve FB yayları da bulunur. BFL üçgeninde BFL açısı ve FB kenarı yukarıdakiler sayesinde bulunurken, FBL açısı da dik olur. Buna göre aranan FHL kenarı da bulunmuş olur, ya da problem aşağıda gösterildiği gibi farklı bir yöntemle çözülür.

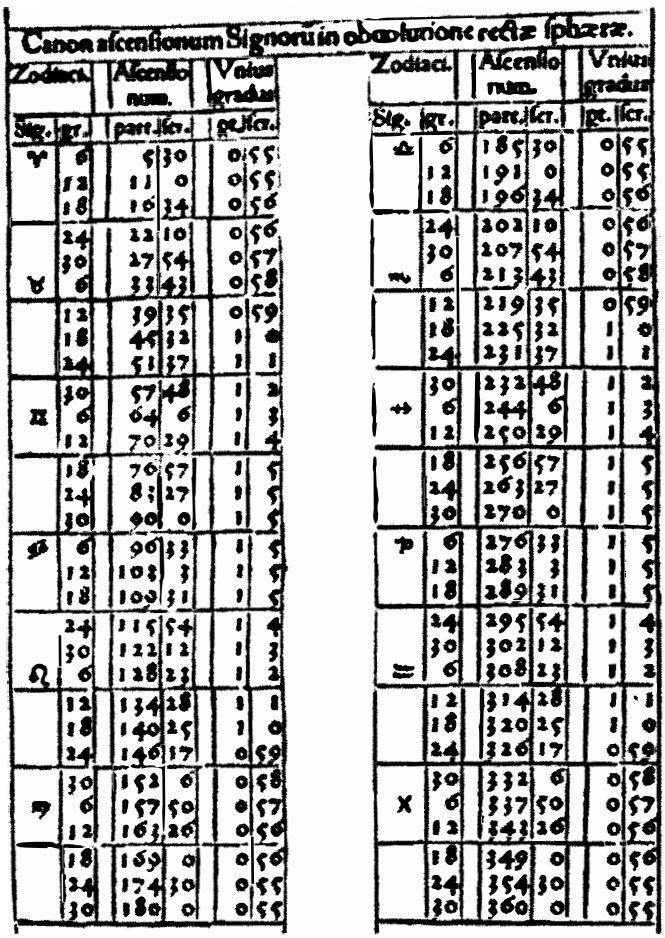
10. Ufukla Ekliptik Kesitinin Açısına Dair

Dahası, ekliptik kürenin eksenine eğik olduğu için; ufukla farklı açılar yapar. Gölgelerin farklılıklarına dair

söylediğimiz gibi, ekliptikteki karşıt dereceler, dönenceler arasında yaşayanlar için ufkun ekseninden geçer. Fakat bizlerin, yani *heteroscii*'nin şahit olduğu açıları gösterirsek bunun amacımız için yeterli olacağı kanaatindeyim. Bu açılar sayesinde daha genel oranlar kolayca anlaşılabilir. Buna göre eğik kürede ekinoksun ya da Koç'un yükselişinin başlangıcındayken bu durumun gayet açık olduğunu düşünüyorum; bu vakitte göğün ortasında bulunan Oğlak'ın başlangıcından ölçülen güney yönündeki en büyük yükselim ne kadar artarsa; ekliptik ufkun üzerinde o kadar büyük bir eğime sahip olur. Buna karşın ekliptik, ufkun üzerinde daha büyük bir eğime sahip olduğunda; bu daha büyük bir doğu açısı yaratır. Terazi'nin başlangıcı ortaya çıktığında ve Yengeç'in başlangıcı göğün ortasında belirdiğinde bu üç çember, yani ekvator, ekliptik ve ufuk, meridyen dairesinin kutuplarındaki ortak kesitte bir araya gelir; bunların meridyen dairesinin yaylarında kesişmesi, yükselme açısının ne kadar büyük olduğunun ölçülmesi gerektiğini gösterir. Fakat ekliptiğin diğer parçalarının ölçüm yönteminin iyi anlaşılabilmesi için yine ABCD, meridyen dairesi; BED, ufkun yarım çemberi; AEC, ekliptiğin yarım çemberi olsun ve E noktasında yükselen ekliptiğe herhangi bir derece verilsin.



Problemimiz, dört dik açı 360°ye eşitken, AEB açısının ne kadar büyük olduğunu bulmaktır. Buna göre E, yükselen derece olarak bulunduğundan; göğün ortasına denk gelen önceki derece sayesinde AE yayı da bulunur. ABE açısı 90° olduğundan, AE'nin iki katını ayıran kirişin AB'nin iki katını ayıran kirişe oranı, kürenin çapının AEB'nin iki katını ayıran kirişe oranına eşittir. Bu durumda AEB açısı da bulunmuş olur. Fakat bulunan açı değil de göğün ortasındaki açı artıyorsa, buna A diyelim, AEB açısı da doğudaki ya da artan açının ölçüsü olacaktır. Kutup olarak alınan E ile birlikte büyük dairenin FGH çeyreği çizilsin ve EAG ile EBH çeyrekleri de tamamlansın. Buna göre meridyen yüksekliği olan AB bulunduğundan AF, AB'nin 90°den farkına eşittir; buradan hareketle FAG açısı bulunur; FGA açısı da 90°dir, yani FG yayı da bulunmuş olur: O halde aradığımız artış açısını ölçecek şekilde, FG'nin 90°den farkı GH'ye eşittir. Benzer şekilde burada göğün ortasındaki derecenin ne kadar olduğunu bulmada yükselen derecenin bulunmuş olmasının yararı ortadadır; zira küresel üçgenlerde olduğu gibi GH'nin iki katını ayıran kirişin AB'nin iki katına oranı, kürenin çapının AE'nin iki katını ayıran kirişe oranına eşittir. Bunlarla ilgili olarak üç tablo dizisi daha ekliyoruz. İlki ekliptiğin altıncı bölümü boyunca yükselen ve Koç'la başlayan, dik küredeki yükselmeler tablosu olacak. İkincisi ekliptikte 39°lik kutupsal yükselmenin bulunduğu paralelden, 57°lik kutupsal yükselmenin olduğu paralele doğru her defasında 3°lik artış gösteren bir seyirle 6° boyunca süren eğik küredeki yükselmeler tablosu olacak. Diğer tablo ise aynı yedi dilimin altında 6°lik adımlarla ekliptik boyunca ilerleyen ve ufukla oluşmuş açıları içerecek. Bu tablolar ekliptiğin en küçük eğikliğine, yani neredeyse bizim zamanımıza tekabül eden 23°28′ya uygun olacak.



Canon ascensionum Signoru in obuolutione rectae sphaerae.

Zodiaci.		Ascensio num.		Vnius gradus	
Sig.	gr.	part.	scr.	gr.	scr.
♈	6	5	30	0	55
	12	11	0	0	55
	18	16	34	0	56
	24	22	10	0	56
	30	27	54	0	57
♉	6	33	43	0	58
	12	39	35	0	59
	18	45	32	1	0
	24	51	37	1	1
	30	57	48	1	2
♊	6	64	6	1	3
	12	70	29	1	4
	18	76	57	1	5
	24	83	27	1	5
	30	90	0	1	5
♋	6	96	33	1	5
	12	103	3	1	5
	18	109	31	1	5
	24	115	54	1	4
	30	122	12	1	3
♌	6	128	23	1	2
	12	134	28	1	1
	18	140	25	1	0
	24	146	17	0	59
	30	152	6	0	58
♍	6	157	50	0	57
	12	163	26	0	56
	18	169	0	0	56
	24	174	30	0	55
	30	180	0	0	55

Zodiaci.		Ascensio num.		Vnius gradus	
Sig.	gr.	part.	scr.	gr.	scr.
♎	6	185	30	0	55
	12	191	0	0	55
	18	196	34	0	56
	24	202	10	0	56
	30	207	54	0	57
♏	6	213	43	0	58
	12	219	35	0	59
	18	225	32	1	0
	24	231	37	1	1
	30	232	48	1	2
♐	6	244	6	1	3
	12	250	29	1	4
	18	256	57	1	5
	24	263	27	1	5
	30	270	0	1	5
♑	6	276	33	1	5
	12	283	3	1	5
	18	289	31	1	5
	24	295	54	1	4
	30	302	12	1	3
♒	6	308	23	1	2
	12	314	28	1	1
	18	320	25	1	0
	24	326	17	0	59
	30	332	6	0	58
♓	6	337	50	0	57
	12	343	26	0	56
	18	349	0	0	56
	24	354	30	0	55
	30	360	0	0	55

Canon ascensionum Signoru in obuolutione rectae sphaerae: Dik kürenin dönüşünde burçların yükselmeleri tablosu
Zodiaci.: Ekliptik
Ascensionum.: Yükselmeler
Unius gradus: Tek derece
Sig.: Burçlar
gr.: Derece
part.: Kere
Scr.: Dakika

Tabula aſcenſionum obliquæ ſphæræ.

Ele.	39		42		45		48		51		54		57	
zod.	Aſcēſio.		Aſcēſio.		Aſcēſio.		Aſcēſio.		Aſcēſio.		Aſcēſio.		Aſcēſio.	
S.G.	part.	ſcr.	part	ſcr.	part.	ſcr.	part.	ſcr.	part.	ſcr.	part.	ſcr.	part.	ſcr.
♈ 6	3	24	3	20	3	6	2	50	2	32	2	12	1	49
12	7	10	6	44	6	15	5	44	5	8	4	27	3	40
18	10	50	10	10	9	27	8	39	7	47	6	44	5	34
24	14	32	13	39	12	43	11	40	10	28	9	7	7	32
30	18	26	17	21	16	11	14	51	13	26	11	40	9	40
♉ 6	22	30	21	12	19	46	18	14	16	25	14	22	11	57
12	26	39	25	10	23	32	21	42	19	39	17	13	14	23
18	31	0	29	20	27	29	25	24	23	2	20	17	17	2
24	35	38	33	47	31	43	29	25	26	47	23	42	20	2
30	40	30	38	30	36	15	33	41	30	49	27	26	23	22
♊ 6	45	39	43	31	41	7	38	23	35	15	31	34	27	7
12	51	8	48	52	46	20	43	27	40	8	36	13	31	26
18	56	56	54	35	51	56	48	56	45	28	41	22	36	20
24	63	0	60	36	57	54	54	49	51	15	47	1	41	49
30	69	25	66	59	64	16	61	10	57	34	53	28	48	2
♋ 6	76	6	73	42	71	0	67	55	64	21	60	7	54	55
12	83	2	80	41	78	2	75	2	71	34	67	28	62	26
18	90	10	87	54	85	22	82	29	79	10	75	15	70	28
24	97	27	95	19	92	55	90	11	87	3	83	22	78	55
30	104	54	102	54	100	39	98	5	95	13	91	50	87	46
♌ 6	112	24	110	33	108	30	106	11	103	33	100	28	96	48
12	119	56	118	16	116	25	114	20	111	58	109	13	105	58
18	127	29	126	0	124	23	122	32	120	28	118	3	115	13
24	135	4	133	46	132	21	130	48	128	59	126	50	124	31
30	142	38	141	33	140	23	139	3	137	38	135	52	133	52
♍ 6	150	11	149	19	148	23	147	20	146	8	144	47	143	12
12	157	41	157	1	156	19	155	29	154	38	153	36	153	24
18	165	7	164	40	164	12	163	41	163	5	162	24	162	47
24	172	34	172	21	172	6	171	51	171	33	171	12	170	49
30	180	0	180	0	180	0	180	0	180	0	180	0	180	0

Tabula ascensionum obliquae sphaerae: Eğik küredeki yükselmeler tablosu
Ele.: Yükseklik
zod.: Ekliptik
S.G.: Burçlar-Açılar
Ascesio.: Yükselmeler
part.: Kere
Scr.: Dakika



Tabula ascensionum obliquae sphaerae.

Ele.	39		42		45		48		51		54		57	
zod.	Ascelio.		Ascelio.		Ascelio.		Ascelio.		Ascelio.		Ascelio.		Ascelio.	
S.G.	part.	scr.	part	scr.	part.	scr.	part.	scr.	part.	scr.	part.	scr.	part.	scr.
♈ 6	187	26	187	39	187	54	188	9	188	27	188	48	189	11
12	194	53	195	19	195	48	196	19	196	55	197	36	198	23
18	202	21	203		203	41	204	30	205	24	206	25	207	30
24	209	40	210	41	211	37	212	40	213	52	215	13	216	48
30	217	22	218	27	219	37	220	57	222	22	224	8	226	8
♉ 6	224	50	226	14	227	38	229	12	231	1	233	4	235	29
12	232	31	234	0	235	37	237	28	239	32	241	57	244	47
18	240	4	241	44	243	35	245	40	248	2	250	47	254	2
24	247	30	249	27	251	30	253	49	256	27	259	32	263	32
30	255	0	257	6	259	21	261	52	264	47	268	10	272	14
♊ 6	262	31	264	41	267	5	269	40	272	57	276	38	281	5
12	269	50	272	0	274	28	277	31	280	50	284	45	289	32
18	278	58	279	19	281	58	284	58	288	26	292	32	297	34
24	283	54	286	18	289	0	292	5	295	39	299	53	305	5
30	290	26	293	1	295	45	298	50	302	26	306	42	311	58
♋ 0	297	0	299	24	302	6	305	11	308	45	312	59	318	11
12	303	4	305	25	308	4	311	4	314	32	318	38	323	40
18	308	52	311	8	313	40	316	33	319	52	323	47	328	34
24	314	21	316	29	318	53	321	37	324	45	328	26	332	53
30	319	30	321	30	323	45	326	19	329	11	332	34	336	38
♌ 0	324	22	326	13	328	16	330	35	333	13	336	18	339	58
12	330	0	330	40	332	31	334	36	336	58	339	43	342	58
18	333	21	334	50	336	27	338	18	340	22	342	47	345	37
24	337	30	338	48	340	2	341	46	343	35	345	38	348	3
30	341	34	342	39	343	49	345	9	346	34	348	20	350	20
♍ 6	345	29	346	21	347	17	348	20	349	32	350	53	352	28
12	349	11	349	51	350	33	351	21	452	14	353	16	354	26
18	352	50	353	16	353	45	354	16	354	52	355	33	356	20
24	356	26	356	40	356	23	357	10	357	53	357	48	358	11
30	360	0	360	0	360	0	360	0	360	0	360	0	360	0

Tabula ascensionum obliquae sphaerae: Eğik küredeki yükselmeler tablosu
Ele.: Yükseklik
zod.: Ekliptik
S.G.: Burçlar-Açılar
Ascesio.: Yükselmeler
part.: Kere
Scr.: Dakika

Tabula angulorum ſigniferi cum horizonte factorum.

Ele.	30		42		45		48		51		54		57		poli.
zod.	Angul.		Angul.		Angul.		Angul.		Angul.		Angul.		Angul.		zod.
S.G.	pt.	ſcr.	pt.	ſcr.	pt.	ſcr.	pt.	ſcr.	pt.	ſcr.	pt.	ſcr.	pt.	ſcr.	G.S.
♈ 0	27	32	24	32	21	32	18	32	15	32	12	32	9	32	30
6	27	37	24	36	21	30	18	36	15	35	12	35	9	35	24
12	27	49	24	49	21	48	18	47	15	45	12	43	9	41	18
18	28	13	25	9	22	0	19	3	15	59	12	56	9	53	12
24	28	45	25	40	22	34	19	29	16	23	13	18	10	13	6♑
30	29	27	26	15	23	11	20	5	16	50	13	45	10	13	30
♉ 0	30	19	27	9	23	59	20	48	17	34	14	20	11	2	24
12	31	21	28	5	24	50	21	41	18	23	15	3	11	40	18
18	32	35	29	20	26	3	22	43	19	21	15	50	12	20	12
24	34	5	30	43	27	23	24	2	20	41	16	59	13	20	6♒
30	35	40	32	17	28	52	25	26	21	52	18	14	14	20	30
♊ 6	37	29	34	1	30	37	27	5	23	11	19	42	15	48	24
12	39	32	36	4	32	32	28	56	25	15	21	25	17	23	18
18	41	44	38	14	34	41	31	1	27	18	23	25	19	10	12
24	44	8	40	32	37	2	33	22	29	35	25	37	21	20	6♓
30	46	41	43	11	39	33	35	53	32	5	28	0	23	52	30
♋ 6	49	18	45	51	42	15	38	35	34	44	30	50	26	30	24
12	52	3	48	34	45	0	41	8	37	55	33	43	29	34	18
18	54	44	51	20	47	48	44	13	40	31	36	40	32	39	12
24	57	30	54	5	50	38	47	0	43	33	39	43	35	50	6♎
30	60	4	56	42	53	22	49	54	46	21	42	43	38	50	30
♌ 6	62	40	59	27	56	0	52	34	49	9	45	37	41	57	24
12	64	59	61	44	58	20	55	7	51	40	48	19	44	48	18
18	67	7	63	56	60	20	57	26	54	0	50	47	47	24	12
24	68	59	65	52	62	42	59	30	56	17	53	7	49	47	6♍
30	70	38	67	27	64	18	61	17	58	9	54	58	52	38	30
♍ 6	72	0	68	53	65	51	62	46	59	37	56	27	53	16	24
12	73	4	70	2	66	59	63	56	60	53	57	50	54	46	18
18	73	51	70	50	67	49	64	48	61	46	58	45	55	44	12
24	74	19	71	20	68	20	65	19	62	18	59	17	56	16	6
30	74	28	71	28	68	28	65	28	62	28	59	28	56	28	0♎

Tabula angulorum signiferi cum horizonte factorum: Ufukla ekliptiğin oluşturduğu açılar tablosu
Ele.: Yükseklik
poli. Kutup
zod.: Ekliptik
S.G.: Burçlar-Açılar
Ascesio.: Yükselmeler
part.: Kere
Scr.: Dakika

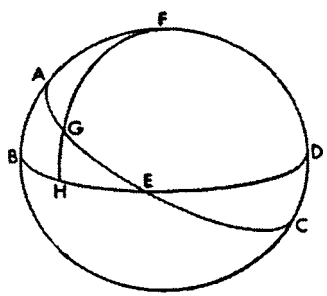
11. Bu Tabloların Kullanımına Dair

Gösterilenlerden hareketle bu tabloların kullanımı da anlaşılır hale geliyor; açılımı Güneş'in bilinen derecesine göre alırsak ve öğlenden itibaren ölçülen her bir eş saat için 15 *zamanı* eklersek –daha fazlası mevcutsa bütün çemberin 360°sini eklemeden– açılımların toplamı istenen saatte göğün ortasındaki ekliptiğin derecesini verecektir. Benzer şekilde aynısını siz de bölgenizdeki eğik yükselme için uygularsanız, gündoğumundan ölçülen saat için ekliptiğin yükselen derecesini bulursunuz. Dahası ekliptiğin dışındaki, açılımları belirlenmiş belli yıldızlar için de yukarıda gösterildiği gibi, açılımlar sayesinde Koç'un başlangıcından itibaren onlarla birlikte göğün ortasındaki ekliptiğin dereceleri tabloya göre bulunmuş olur; eğik yükselmeler sayesinde yükselen ekliptiğin derecesi açılımlara ve ekliptiğin bölümlerine göre tablodaki bölgelere uygun hale gelir. Aynı şekilde karşı konum sayesinde hesabı gözden geçirmek de mümkündür. Dahası göğün ortasındaki açılıma göre çemberin bir çeyreği de eklenebilir; yükselen derecenin eğik yükselmesi bize toplamı verir. Yükselen derece göğün ortasındaki derece sayesinde bulunur; ya da tam tersi şekilde. Bunu ekliptiğin yükselen derecesinde ölçülen ufkun ve ekliptiğin açıları tablosu izler; buradan hareketle ufkun yukarısındaki ekliptiğin 90. derecesindeki dikey kesitin ne kadar büyük olduğu anlaşılır ve Güneş tutulmaları için de bunun bilinmesi bilhassa gereklidir.

12. Ufkun Kutupları Boyunca Geçen ve Aynı Ekliptik Çemberini Kesen Çemberlerin Açıları ve Yayları Üzerine

Burada ekliptiğin, –kesişimlerin ufkun üzerinde bir noktada olduğu durumda– ufkun tepe noktasından geçen çemberlerle kesişiminden oluşan açıların ve yayların oranını açıklayacağız. Fakat evvela, meridyen dairesi ufkun tepe

noktasından geçen dairelerden biri olduğu için meridyenle kesit açısını ele alarak göğün ortasındaki ekliptiğin herhangi bir açısından ya da Güneş'in meridyen yüksekliğinden bahsedeceğiz. Zaten yükselen burcun açısıyla, yükselen ekliptiğin ve ufkun tepe noktasından geçen büyük bir çember tarafından kapsanan bütünler açıdan bahsetmiştik. O halde geriye ele alınacak ufuk, ekliptiğin yarım çemberleri ve meridyen dairesinin orta kısımları kaldı. Yukarıdaki şekli tekrar çizelim: G, gün ortası ile doğuş ya da batış noktası arasında ekliptikteki herhangi bir nokta olarak alınsın. Bir dairenin bir çeyreği ufkun F kutbundan G boyunca insin. AGE *saat*i, meridyen ile ufuk arasındaki ekliptiğin tüm yayı olarak verilirken, hipotez sayesinde AG de elde edilir.



Benzer şekilde AB meridyen yüksekliği, FAG meridyen açısı ve buna bağlı olarak AF elde edilir. Küresel üçgenlerle ilgili olarak gösterildiği gibi FG yayı da bulunur. Buradan hareketle G'nin yüksekliği de bulunur; zira GH, FG'nin 90°den farkına eşittir. Ve FAG meridyen açısı elde edilir; bütün bunlar bizim aradıklarımızdır. Açılarla ve ekliptikteki kesişimlerle ilgili olarak Ptolemaeus'tan bu verileri alırken, kendimizi de küresel üçgenlerin geometrisine yönlendirmiş oluyoruz; birisi bu çalışmayı ayrıntılı olarak sürdürmek isterse, bizim verdiğimiz örneklerden çok daha yararlı olanları kendi başına da bulabilir.

13. Yıldızların Doğuşu ve Batışına Dair

Her ne kadar görünümleri yıllık devinimden etkileniyorsa da, sadece bahsettiğimiz yıldızların olağan doğuşunun ve batışının değil, aynı zamanda sabah ve akşamları beliren yıldızların doğuşunun ve batışının da günlük devinimle alakalı olduğu görülüyor; işte burada onlardan bahsetmek yerinde olacak. Eski matematikçiler hakiki doğuş ve batışları zahirilerden ayırmıştır. Yıldızın Güneş'le aynı anda doğuşu, yani yıldızın sabah doğuşu hakikidir; yine yıldızın gün doğumuyla birlikte batışı da hakikidir; zira sabahın, bu zaman diliminin ortasında belirdiği söylenir. Fakat gün batışıyla birlikte yıldızın doğuşu, yani akşam doğuşu da hakikidir; yine yıldızın Güneş'le aynı zamanda batışı, yani akşam batışı da hakikidir; zira akşamın bu zaman diliminin orta noktasında belirdiği söylenir, yani başlayan zamanla gecenin bittiği zaman arasında. Fakat bir yıldızın sabah yükselişi gün doğumundan evvel, alacakaranlıktaki ilk doğuşuyla başlar ve yıldız seçilebilecek hale gelirse bu zahiridir; sabah batışı da yıldızın Güneş'in doğuşundan çok önce battığı görülürse zahiridir. Yıldızın ilk kez akşamleyin doğduğu görüldüğünde akşam doğuşu zahiridir ve yıldızın akşam batışı, yıldız Güneş'in batışından sonra görünmez hale gelirse zahiridir. Ve yıldız sabah doğuşundaki durumuna geri gelinceye değin, Güneş'in yaklaşmasından ötürü karanlıkta kalır. Bunlar sabit yıldızlar için ve gezici yıldızlardan Satürn, Jüpiter ve Mars için de geçerlidir. Fakat Venüs ve Merkür başka türlü doğup batar; diğerleri gibi ne Güneş'in yaklaşmasından dolayı karanlıkta kalır, ne de uzaklaşmasından dolayı yeniden belirir. Ancak yine de öne geçerek Güneş'in parlaklığına karışır ve kendilerini gözden kaçırırlar. Daha yukarıdakilerin[15] bir akşam doğuşu, bir de sabah batışı vardır; ışıklarıyla geceyi geçirmele-

15 Dış gezegenler Mars, Jüpiter ve Satürn kastediliyor.

rine mâni olacak şekilde hiçbir vakitte gözden kaybolmazlar. Buna karşılık diğerleri[16] Güneş'in doğumundan batımına farksız şekilde gizli kalır ve herhangi bir noktada görülmez. Burada şöyle bir ayrım söz konusudur: Daha yüksekte bulunan gezegenler için Güneş'in sabahki hakiki doğuşu ve batışı zahiriden önce, akşamki hakiki doğuşu ve batışıysa zahiriden sonra gerçekleşir; zira bunlar sabah Güneş'ten önce belirir, akşamsa Güneş'ten sonra batarlar. Fakat daha aşağıdaki gezegenlerde zahiri sabah ve akşam doğuşları hakiki olanlardan sonra; zahiri batışlarsa hakiki olanlardan önce gerçekleşir. Bu durumda bilinen bir konumdaki bir yıldızın eğik yükselmesini anlattığımız yukarıdaki bölümden doğuşların ve batışların nasıl ayırt edilebileceği; yıldızın, ekliptiğin hangi derecesinde doğduğu veya battığı ve Güneş görünür olduğunda, hangi karşı derecede yıldızın hakiki sabah veya akşam doğuşu ya da batışının gerçekleştiği öğrenilebilir. Zahiri doğuşlar ve batışlar, yıldızın parlaklığı ve büyüklüğüne göre hakiki olanlardan ayrılır; buna göre daha kuvvetli ışık saçan yıldızlar, Güneş ışınları yanında daha az parlak olan yıldızlardan daha az donuklaşır. Kayboluşun ve belirişin sınırları, aşağı yarım kürede, Güneş ve ufuk arasında, ufkun kutuplarından geçen çemberlerin yaylarında belirlenir. Sınırlar birincil yıldızlar için 12°; Satürn için 11°, Jüpiter için 10°, Mars için 11,5°, Venüs için 5° ve Merkür için 10°dir. Fakat gün ışığının yerini geceye bıraktığı tanı ya da şafağı kapsayan tüm dönem boyunca dile getirdiğimiz çemberin sınırı ise 18°dir. Güneş bu derecelerin aksi yönünde seyir halindeyken, daha küçük olan yıldızlar da görünmeye başlar. Bu açıklık sayesinde matematikçiler aşağı yarım kürede, ufkun altında bir paralel belirleyerek Güneş'in bu paralele yaklaşmasıyla günün bittiğini ve gecenin başladığını söylemiştir. Buna göre

16 Daha aşağıdaki gezegenler; yani iç gezegenler Merkür ve Venüs kastediliyor.

yıldızın ekliptiğin hangi derecesinde doğduğunu ve battığını; ufkun ekliptik kesitinin hangi derecesine denk geldiğini öğrendiğimiz ve doğuş derecesiyle Güneş arasındaki ekliptiğin birçok derecesinin, Güneş'e, söz konusu yıldızın belirlenen sınırlara uygun olarak ufkun altında bir yükseklik sağlayabilecek kadar olduğunu bulduğumuz zaman yıldızın ilk belirişinin veya yok oluşunun gerçekleştiğini söyleyebiliriz. Fakat Dünya'nın üzerindeki Güneş'in yüksekliğine dair evvelki açıklamamızdaki yorumumuz, Dünya'nın aşağısına doğru inişiyle her konuda uyumludur. Zira alakalı konumlarda bir farklılık yoktur ve bu nedenle görünen yarım kürede batan bu yıldızlar görünmeyen yarım kürede doğmuş olur; her şey birbirinin tam tersi şekilde gerçekleşir, anlaşılması da kolaydır. Yıldızların doğuşu ve batışıyla birlikte yerkürenin günlük devinimiyle ilgili söylediklerimiz de bu kadarla sınırlıdır.

14. Yıldızların Konumlarının İncelenmesi ve Sabit Yıldızlar Kataloğuna Dair

Yerkürenin günlük deviniminden ve açıkladığımız sonuçlarından sonra şimdi de yıllık devinimle ilgili açımlamalara geçmemiz gerekir. Eski matematikçilerden bazıları gezici olmayan yıldızlara ait fenomenlerin, bu ilmin temel noktalarıymışçasına öncelikli olduğunu düşündüğünden biz de bu düşünceye uygun davrandık; zira ilkelerle hipotezlerimiz arasında bütün gezegenlerin eşit olarak referans aldığı gezici olmayan yıldızlar küresinin tümüyle hareketsiz olduğunu da kabul ettik. Her ne kadar Ptolemaeus büyük eserinde Güneş'in ve Ay'ın konumlarına dair bir bilgi önceden verilmedikçe sabit yıldızlarla ilgili bir izahın yapılamayacağı düşüncesini savunsa da ve sonuçta sabit yıldızlar konusunu erteleme kararına varmışsa da, kimse bizim bu düzeni izleyecek olmamıza şaşırmamalı. Biz bu görüşün

tam tersinin geçerli olduğunu düşünüyoruz. Fakat bu görüş sayesinde Ay'ın ve Güneş'in görünen hareketinin hesaplanabildiğini düşünürseniz, bu görüş büyük ihtimalle olduğu gibi kalır. Geometrici Menelaus, birçok yıldızın konumunu, kavuşumlarıyla Ay'ı ilişkilendiren rakamlardan hareketle bulmuştur. Fakat biz, biraz sonra göstereceğimiz gibi, Güneş'in ve Ay'ın konumlarını dikkatlice inceledikten sonra aletlerin yardımıyla bir yıldızı saptayabilirsek, gerçekten daha iyi bir iş yapmış olacağız. Bir Güneş yılının uzunluğunun sabit yıldızlar olmadan ekinokslar veyahut gündönümleri sayesinde basit bir şekilde belirlenebileceğini düşünen kişilerin yetersiz çabası da bizi dikkatli olmaya çağırıyor; bu hususta onlarla asla uyuşmayacağız; zira başka hiçbir yerde bundan daha büyük bir fikir ayrılığımız yoktur. Kendi döneminde Güneş yılını hesapladıktan sonra; yeri geldiğinde bir hatanın belirebileceğine dair şüphesi olan Ptolemaeus, bu meselenin kesinliğini daha fazla araştırmaları konusunda sonraki kuşakları uyarmıştı. Buna göre, aletlerin hüneri sayesinde Güneş'in ve Ay'ın konumlarını, ilkbahar ekinoksundan veya Dünya'nın başka noktalarından ne kadar uzakta olduklarını belirlemenin bizim için yararlı olduğu görülüyor; bunlar bize daha sonra başka yıldızların araştırılmasında uygun koşulları sağlar; kendileri sayesinde sabit yıldızlar küresini ve onun takımyıldızlarla sarmalanmış görünüşünü gözler önüne serer. Yukarıda bahsedilen aletler sayesinde dönencelerin uzaklığının, ekliptiğin eğiminin ve küredeki eğikliğin ya da ekvator kutbunun yüksekliğinin hesap edilebileceğini öne sürüyoruz. Aynı yolla gün ortasındaki Güneş'in yüksekliğini de saptayabiliriz. Bu yüksekliğin kürenin eğikliğinden farkı, Güneş'in ekvatordan sapmasının ne kadar büyük olduğunu bize gösterecektir. Daha sonra bu yükselim sayesinde Güneş'in gün ortasındaki konumu, gündönümünden ya da ekinokstan ölçüldüğü üzere anlaşılır olacaktır. Bu durum-

da Güneş'in 24 saatlik süre zarfında, saat başı 2,5'ya denk gelen yaklaşık 1° ilerlediği görülür. Buradan hareketle Güneş'in herhangi bir saatteki konumu kolayca saptanabilir. Fakat Ay ile yıldızların konumlarının incelenmesi için, Ptolemaeus'un *astrolabium*[17] dediği başka bir düzenek kurulur. Dörtkenarlı kasnaklarıyla iki daire alınsın ve içbükeyle dışbükey yüzeyleri düz kenarlarda dik açıda olsun. Bu kasnaklar her bakımdan eşit, benzer ve kullanması zorluk çıkaracak kadar büyük değil de makul ölçüde olmalı; ayrıca dakikalara ve derecelere bölünebilecek kadar da geniş tutulmalıdır. Enleri ve kalınlıkları en az çapın otuzda biri kadar olmalıdır; bu sayede birbirlerine uyar ve aynı kürenin yüzeyindeymiş gibi dışbükey kenarlara ve başka bir kürenin yüzeyindeki içbükey kenarlara sahip olduklarından dik açıyla birbiriyle birleşirler. Bu durumda dairelerden biri ekliptiğin konumuyla, diğeri de ekvator ile ekliptiğin kutup noktalarından geçen daireyle bağıntılı konumda olmalıdır. Buna göre ekliptiğin dairesi, aletin kapasitesine göre kendi içinde de bölünebilecek kenarları boyunca toplamda 360° eden eşit parçalara bölünür. Diğer dairedeki çeyreklerin ekliptikten hareketle hesaplandığında, üstüne ekliptiğin kutupları da işaretlenmelidir; eğikliğe bu noktalardan çıkarak bir mesafe tayin edildiğinde bu sefer ekvatorun kutupları da işaretlenmelidir. Bu daireler çizildiğinde iki başka daire de ekliptiğin aynı kutupları etrafında hazırlanmalı ve oluşturulmalı: Bu kutup noktalarının etrafında dairelerden biri içe, diğeri dışa doğru hareket eder. Yine bu daireler, düz yüzeyler arasında eşit kalınlıklarda olmalı ve düz yüzeylerin eni de diğerlerininkine eşit olmalıdır; bütün bunlar daha geniş olanın içbükey yüzeyi ekliptiğin dışbükey yüzeyine; daha küçük olanın dışbükey yüzeyi de ekliptiğin içbükey

17 Astrolabium: Usturlap. Gökcisimlerinin yükseltisini ölçmekte kullanılan araç.

yüzeyine tüm noktalarda değecek şekilde kurulmalıdır. Bunun yanında hiçbirinin devinimine sekte vurulmamalı, aksine meridyen dairesiyle ekliptiği ve diğer daireyi serbestçe, kolayca geçebilmelidir. O halde bu dairelerde ekliptiğe ait kutupların çapa göre karşısına delikler açarak bu deliklerden akslar geçiririz; böylece bu akslar sayesinde daireler birbirine bağlanmış ve taşınmış olur. Dahası, içerideki daire aynı şekilde, 90°lik tek çeyrek kutuplarda yer almak üzere, 360°ye bölünmeli. Ayrıca içteki dairenin içbükeyine beşinci daire yerleştirilmeli; bu daire aynı düzlemde dönebiliyor ve yüzeyinde çapa göre karşılıklı kanalları, yansıtıcıları veya mercekleri bulunan bir alet taşıyor olmalı ve Güneş ışığı, tıpkı dioptrada olduğu gibi, bu araçlardan geçerek dairenin çapı boyunca çıkabilmeli. En nihayetinde ekvatorun kutup noktalarındaki bağıntılarla kendisine bağlı olduğu bütün *astrolabium*u besleyecek ve destekleyecek bir altıncı daire daha düzenlenmeli; bu sonuncu daire, bir sütuna ya da ayağa tutturulmalı ve ufuk düzlemine dik olarak sabitlenmeli. Dahası ekvatorun kutupları, kürenin eğimine uydurulmalı; bu sayede en dıştaki daire bir doğal meridyene benzer bir konumda olacak ve asla yerinden kıpırdamayacaktır. Alet bu şekilde kurulduktan sonra bir yıldızın konumunu belirlemek istediğimizde; akşamları ya da günbatımı yaklaştığında, Ay'ın da görünür olduğu bir anda dıştaki daireyi bahsettiğimiz yöntemlerle Güneş'in o an yer aldığı ekliptik derecesine göre uydurabileceğiz. Ekliptik ile dıştaki dairenin kesişimini, birbirlerinin üzerindeki gölgeleri eşit oluncaya değin, kutup noktalarından geçtikleri Güneş'in kendisine çevirebileceğiz. Böylelikle içteki daireyi de Ay'a doğru çevirebileceğiz; yüzeyine yerleştirilen göz sayesinde aletin ekliptik bölümündeki, Ay'ın aynı düzlem tarafından ikiye bölünmüş ya da tam karşıda görebileceğimiz konumunu işaretleyebileceğiz. Bu, boylamda görülen Ay'ın konumu olacaktır. Gerçekten de bütün cisimler içinde tek

başına hem geceyi hem de gündüzü paylaştığından, Ay olmadan yıldızların konumlarını keşfetmenin bir yolu yoktur. O halde akşam vaktinden sonra, konumunu aradığımız yıldız görünür olduğunda, dıştaki daireyi Ay'ın konumuna göre ayarlarız; böylelikle Güneş'le ilgili olarak da yaptığımız gibi, *astrolabium*un konumunu Ay'la bağlantılı hale getirmiş oluruz. Buna göre yıldız, dairenin düz yüzeyleriyle bağlantılı hale gelene kadar; içteki daireyi yıldıza doğru çevireceğiz ve Ay, içteki daire tarafından kapsanan küçük dairedeki mercekler yoluyla görülebilir olacaktır. Böylelikle yıldızın enlemini ve boylamını da bulmuş olacağız. Bu gerçekleştiğinde, göklerin ortasındaki ekliptiğin derecesi anlaşılır; buna bağlı olarak da hangi saatte neyin gerçekleştiği de belirgin olacaktır. Örneğin İmparator Antoninus Pius'un[18] ikinci yılında Mısır takvimine göre sekizinci ay olan *Pharmuthi*'nin[19] dokuzuncu gününde, sonradan İskenderiye'de bulunan ve Aslan burcunun kalbindeki Basiliscus ya da Regulus[20] diye adlandırılan yıldızın konumunu Güneş'in batışında gözlemlemeyi arzulayan Ptolemaeus, *astrolabium*unu öğleden beş ekvatoral saat sonra batan Güneş'e göre ayarlamıştı. Ptolemaeus Güneş, Balık'ın 3 $^{1}/_{24}$°si yönündeyken, içteki daireyi kımıldatarak Ay'ın, Gü-

18 Antoninus Pius (MS 86-161): MS 138-161 yılları arasında Roma imparatoru.

19 Pharmuthi: Eski Mısır takvimine göre yılın sekizinci ayıdır. Mısır takviminde her biri otuzar günden oluşan 12 ay ve fazladan 5 gün vardır yani, bir yıl toplamda 365 güne denk olup artık yıl söz konusu değildir. Copernicus, döneminin koşullarına gereği, eserin tamamında çeşitli zaman dilimlerini ve noktalarını Mısır takvimini de göz önünde tutup değerlendirmiştir. Copernicus Mısır takvimindeki ay isimlerini Helenistik dönemde yaşamış Yunan âlimlerinin ve çağdaşlarının kullandığı şekliyle almış; dahası *De Revolutionibus* III.6'da bu ayların kısa bir dökümünü de yapmıştır. Bu ayların modern dillerdeki karşılıkları da üç aşağı beş yukarı aynıdır. Bkz. J. Evans, s. 175vd, 1998.

20 Basiliscus ya da Regulus: Prens, küçük kral. Bu yıldız Aslanyüreği veya Kalb-ül-esed olarak da anılır (M. Pultar, s. 85-86; 129, 2007).

neş'in 92 1/8°si yönünde doğuda olduğunu bulmuştu; buradan hareketle Ay'ın konumunun, İkizler'in 5 1/6°si yönünde olduğu görülmüştü. Öğle vaktinden altı saat sonraya denk gelen, bundan yarım saat sonra yıldız görünmeye başladığında İkizler'in 4°lik konumu göğün ortasındayken; Ptolemaeus alette bulunan dıştaki daireyi Ay'ın hesap edilen konumuna doğru yöneltmişti. İçteki dairenin hareketiyle birlikte yıldızın Ay'dan uzaklığını doğu yönünde 57 1/10° kadar bulmuştu. Buna uygun olarak, söylendiği gibi, İkizler'in 5 1/6°si yönüne yerleştirilen Ay da batmakta olan Güneş'ten 92 1/8° uzaklıkta bulunmuştu; fakat bu durum, Ay'ın yarım saatlik sürede 1/4° hareket etmesi halinde geçerliydi; zira Ay'ın hareketinin her saat başına düşen pay, aşağı yukarı 1/2° kadardı. Ancak bu, Ay'ın yer değişimi ve ardından mesafe açmasından ötürü belirlenen bir çeyrekten daha küçük, takriben 1/6° olmalıdır: Buna göre Ay da İkizler'in 5 1/3° yönünde olmalıdır. Fakat Ay'ın konumundaki kaymalar üzerinde dururken, farkına varılacak kadar büyük bir değişimin olmadığı, Ay'ın gözlenen konumunun İkizler'in 5 1/3°lik açısından daha büyük, 5 2/5°den daha küçük olduğu anlaşılacak. Bunlara 57 1/10°nin eklenmesi de yıldızın, Aslan'ın 2°30′ya denk gelen konumunu, 1/6°lik kuzey enlemiyle birlikte Güneş'in yaz gündönümünden, yaklaşık 32 1/2° kadar bir uzaklığa yerleştirecek. Bu, Basiliscus'un konumuydu; bu sayede gezici olmayan diğer yıldızlar için de yol açılmış oldu; Ptolemaeus'un bu gözlemi, İsa'dan sonra, Roma takvimine göre 139 yılında, Şubat ayının 24'ünde, 229. olimpiyatın ilk yılında gerçekleşmişti. Matematikçilerin en seçkini olan bu adam, ilkbahar ekinoksuyla alakalı olarak her bir yıldızın bu zamandaki konumunu kaydederek göksel hayvanlara ait burçların bir listesini çıkarmıştı. Böylelikle bize, bu girişimimizde hiç de az olmayan bir yardımda bulunmuş ve oldukça zahmetli olan çalışmamızda elimizi rahatlatmıştır; öyle ki, yıldızla-

rın konumlarının zamanla değişen ekinokslara değil, aksine ekinoksların sabit yıldızlar küresine atfedilmesi fikrinde olan bizler bu sayede, yıldızlara dair bir şablonu değişmeyen başka bir başlangıç noktasından hareketle kolayca çizebiliriz. Takımyıldızların şemasını çizmeye, ilk burç olduğundan, başında bulunan ilk yıldızla birlikte Koç'tan başladık; öyle ki bu sayede kesin olan ve her daim aynı kalan takımyıldızlar, sabitmiş gibi hep birlikte parıldayan ve her daim birbirlerine, yani tutuldukları başa bağlı kalan bu yıldızlar tarafından daima taşınacaktır. Fakat yıldızlar eskilerin dikkat ve titizliğiyle 48 takımyıldıza bölünmüşse de; yaklaşık Rodos civarına düşen dördüncü iklim bölgesinde her daim karanlıkta kalan yıldızlar dairesi bu bölümlemenin dışında kalmış; böylece eskiler takım halinde olmayan yıldızları tanıyamamışlardır. Genç Theo'nun[21] Aratusçu çalışmasındaki görüşüne göre yıldızların semboller şeklinde düzenlenmesinde muazzam çoklukların kategorilere ayrılması ve eskinin yetkin geleneği gereğince kesin isimlerle tek tek tanımlanması dışında başka bir amaç yoktur; Eyüp'te[22] bazılarının isimlerinin geçtiği aşikârdır; Hesiodos'ta[23] ve Homeros'ta[24] ise Pleiades[25], Hyades[26], Arcturus[27] ve Orion[28] isimlerini okuruz. Bu yüzden yıldızların boylamını belirlemede ekinokslardan ve devirlerden tertip

---

21 Genç Theo ya da II. Theodosius (MS 401-450): MS 408-450 yılları arasında Doğu Roma imparatoru. 7 yaşında imparator olduğundan Genç Theo olarak anılmıştır. Bkz. W. Smith, s. 874-875, 1851.

22 Eski Ahit, Eyüp III.9; IX.9.

23 Hesiodos, Erga Kai Hemerai 383; 572; 615; 619. Bkz. J. Evans, s. 3, 1998.

24 Homeros, Ilias XVIII.485vd. Bkz. J. Evans, s. 3, 1998.

25 Pleiades: Atlas'ın yedi kızı; Ülker (M. Pultar, s. 82, 2007).

26 Hyades: Herakles'in yedi kızı, yağmur getirenler; Öküz (M. Pultar, s. 47, 2007).

27 Arcturus: Bakar takımyıldızının en parlak yıldızı. Ayıcı (M. Pultar, s. 9, 2007).

28 Orion: Deniz tanrısı Poseidon'un oğlu; Avcı (M. Pultar, s. 80, 2007).

edilen on ikili bölümlemelerden değil, derecelerin basit ve bildik numara sisteminden yararlanacağız; diğer hususlardaysa, birtakım bozukluklar olduğunu veya kimi farklılıkları tespit ettiğimiz birkaç küçük istisna dışında, Ptolemaeus'u izleyeceğiz. Bir sonraki kitaptaysa yıldızların temel noktalardan uzaklıklarının ne olduğunu öğreteceğiz.

NICOLAI COPERNICI SIGNORVM STELLARVMQVE DESCRIPTIO CANONICA, ET PRIMO quae sunt Septentrionalis plagæ.

Formæ stellarum	Lõgitu dinis partes.		Latitudinis partes	magnitudo
VRSAE MINORIS SIVE CYNOSVRAE.				
In extremo caudæ.	53 1/2		66 0	3
Sequens in cauda.	55 1/2 1/3		70 0	4
In eductione caudæ.	69 1/3		74 0	4
In latere ōdrāguli p̄cedēte auſtralior	83 0		75 1/3	4
Eiuſdem lateris Borea.	87 0		77 1/2 1/3	4
Earū quæ in latere ſequēte auſtralior	100 1/2		72 1/2 1/3	2
Eiuſdem lateris Borea.	109 1/3		74 1/2 1/3	2
Stellæ 7. quarum ſecundæ magnitudinis 2. tertiæ 1. quartæ 4.				
Et q̄ circa Cynoſurā informis in latere ſequēte ad rectā lineā maxie auſt.	103 1/3		71 1/2	4
VRSÆ MAIORIS QVAM ELICEN VOCANT.				
Quæ in roſtro.	78 1/2 1/3		39 1/2 1/3	4
In binis oculis præcedens.	79 1/3		43 0	5
Sequens hanc.	79 1/2 1/3		43 0	5
In fronte duarum præcedens.	79 1/3		47 1/3	5
Sequens in fronte.	81 0		47 0	5
Quæ in dextra auricula præcedente.	81 1/3		50 1/3	5
Duarum in collo antecedens.	85 1/2 1/3		43 1/2 1/3	4
Sequens.	92 1/2 1/3		44 1/3	4
In pectore duarum Borea.	94 1/3		44 0	4
Auſtralior.	93 1/3		42 0	4
In genu ſiniſtro anteriori.	89 0		35 0	3
Duarū in pede ſiniſtro priori borea.	89 1/2 1/3		29 0	3
Quæ magis ad Auſtrum.	88 1/2 1/3		28 1/3	3
In genu dextro priori.	89 0		36 0	4
Quæ ſub ipſo genu.	101 1/3		33 1/3	4
Quæ in humero.	104 0		49 0	2
Quæ in ilibus.	105 1/3		44 1/3	2
Quæ in eductione caudæ.	116 1/3		51 0	3
In ſiniſtro crure poſteriore.	117 1/3		46 1/3	2
Duarū p̄cedēs in pede ſiniſtro poſter.	106 0		29 1/3	3
Sequens hanc.	107 1/3		28 1/3	3

Nicolai Copernici Signorvm Stellarvmqve Descriptio Canonica, Et Primo quae sunt Septentrionalis plagae: Nicolaus Copernicus'un Burçlara ve Yıldızlara Dair Açıklayıcı Tablosu, İlkin Kuzeydekiler

Formae stellarum: Takımyıldızlar
Logitudinis partes: Boylam değerleri
Latitudinis partes: Enlem değerleri
magnitudo: Kadir

VRSAE MINORIS SIVE CYNOSVRAE: KÜÇÜK AYI YA DA CYNOSURA
In extremo caudae: Kuyruğun ucundaki
Sequens in cauda: Kuyrukta, sonraki
In eductione caudae: Kuyruğun dibindeki
In latere qdraguli pcedete australior: Dörtgenin batı kenarında, daha güneydeki
Eiusdem lateris Borea: Aynı kenarda, daha kuzeydeki
Earu quae in latere sequete australior: Sonraki kenarda, daha güneydeki
Eiusdem lateris Borea: Aynı kenarda, daha kuzeydeki
Stellae 7 quarum secudae magnitudinis 2. tertiae 1. quartae 4.: 7 yıldız: 2. kadir 2, 3. kadir 1, 4. kadir 4
Et q circa Cynosura in formis in latere sequete ad recta linea maxie aust.: Ve sonraki kenarda düz bir çizgi boyunca, Küçük Ayı'nın yakınında, en güneydeki bağımsız yıldız.

VRSAE MAIORIS QYAM ELICEN VOCANT: ELIX DE DENEN BÜYÜK AYI
Quae in rostro: Burundaki
In binis oculis praecedens: İki gözde, batıdaki
Sequens hanc: Ondan sonraki
In fronte duarum praecedens: Alındaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens in fronte: Alında, sonraki
Quae in dextra auricula praecedente: Sağ kulakta, batıdaki
Duarum in collo antecedens: Boyundaki iki yıldızdan daha doğuda olanı
Sequens: Sonraki
In pectore duarum Borea: Göğüsteki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australior: Daha güneydeki
In genu sinistro anteriori: Sol ön bacağın dizindeki
Duaru in pede sinistro priori borea: Sol ön bacaktaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Quae magis ad Austrum: Daha güney yönündeki
In genu dextro priori: Sağ ön bacağın dizindeki
Quae sub ipso genu: Aynı dizin altındaki
Quae in humero: Omuzdaki
Quae in ilibus: Yanlardaki
Quae in eductione caudae: Kuyruğun dibindeki
In sinistro crure posteriore: Sol arka baldırdaki
Duaru pcedes in pede sinistro poster.: Sol arka ayaktaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens hanc: Ondan sonraki

BOREAE PLAGAE.

Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.	Latit. partes.	ima onitu.
VRSAE MAIORIS &c.			
Quæ in ſiniſtra cauitate.	115 0	35 1/2 4	
Duarũ q̃ in pede dextro poſteriore	123 1/2	25 1/2 1/2 3	
Quæ magis ad Auſtrũ. (Borea.	123 1/2	25 0 3	
Prima triũ in cauda poſt eductionẽ.	125 1/2	53 1/2 2	
Media earum.	131 1/2	55 1/2 2	
Vltima & in extrema cauda.	142 1/2	54 0 2	

Stellæ 27. quarũ ſecundæ magnitud. 6. tertiæ 8. quartæ 6. quintæ 5.

QVAE CIRCA ELICEN INFORMES.

Quæ à cauda in Auſtrum.	141 1/2	39 1/2 1/2	3	
Antecedens hanc obſcurior.	133 1/2	41 1/2	5	
Inter urſæ pedes priores, & caput Le	98 1/2	17 1/2	4	
Quæ magis ab hac in boreã. (onis.	96 1/2 1/2	19 1/2	4	
Vltima trium obſcurarum.	99 1/2	20 0		obſcura
Antecedens hanc.	95 1/2	22 1/2 1/2		obſcura
Quæ magis antecedit.	94 1/2	23 1/2		obſcura
Quæ intrà priores pedes & geminos.	100 1/2	22 1/2		obſcura

Informiũ 8. quarũ magnitud. tertiæ 1. quartæ 2. quintæ 3. obſcuræ 4.

DRACONIS.

Quæ in lingua.	200 0	76 1/2	4	
In ore.	215 1/2	78 1/2	4	maior
Supra oculum.	216 1/2	75 1/2 1/2	3	
In gena.	229 1/2 1/2	75 1/2	4	
Supra caput.	233 1/2	75 1/2	3	
In prima colli inflexione Borea.	258 1/2 1/2	82 1/2	4	
Auſtralis ipſarum.	295 1/2 1/2	78 1/2	4	
Media earundem.	262 1/2	80 1/2	4	
Quæ ſeq̃ has ab ortu i cõuerſiõe ſe:	282 1/2 1/2	81 1/2	4	
Auſtrina lateris p̃cedẽtis q̃drilateri.	331 1/2	81 1/2 1/2	4	
Borea eiuſdem lateris.	343 1/2 1/2	83 0	4	
Borea lateris ſequentis.	1 0	78 1/2 1/2	4	
Auſtralis eiuſdem lateris.	346 1/2	77 1/2 1/2	4	
In inflexiõe tertia auſtralis trianguli	4 0	80 1/2	4	
Reliquarum trianguli præcedens.	15 0	81 1/2 1/2	5	
Quæ ſequitur.	19 1/2	80 1/2	5	
In triangulo antecedente trium.	66 1/2	84 1/2	4	
Reliquarũ eiuſdẽ trianguli auſtralis.	43 1/2 1/2	83 1/2	4	

BOREAE PLAGAE: KUZEYDEKİLER
Formae stellarum: Takımyıldızlar
Logit. partes: Boylam değerleri

Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

VRSAE MAIORIS & c.: ELIX DE DENEN BÜYÜK AYI
Quae in sinistra cavitate: Sol oyuktaki
Duaru q in pede dextro posteriore Borea: Sağ arka ayaktaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Quae magis ad Austru: Daha güneydeki
Prima triu in cauda post eductione: Kuyruğun dibinden itibaren, üç yıldızdan ilki
Media earum: Ortadaki
Vltima & in extrema cauda: Sonuncusu, kuyruğun ucundaki
Stellae 27. quaru secundae magnitud. 6. tertiae 8. quartae 8. qntae. 5: 27 yıldız: 2. kadir 6, 3. kadir 8, 4. kadir 8, 5. kadir 5

QVAE CIRCA ELICEN INFORMES: BÜYÜK AYI'NIN ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
Quae a cauda in Austrum: Kuyruğun güneyindeki
Antecedens hanc obscurior: Daha batısında, sönük olan
Inter ursae pedes priores & caput Leonis: Ayı'nın önayakları ile Aslan'ın kafası arasındaki
Quae magis ab hac in borea: Bunun daha kuzeyindeki
Vltima trium obscurarum: Sönük üç yıldızın sonuncusu
Antecedens hanc: Bunun batısındaki
Quae magis antecedit: Daha da batıdaki
Quae intra priores pedes & geminos: Önayaklar ile İkizler arasındaki
Informiu 8. Quaru magnitud. Tertia 1. Quartae 2. Quintae 1 obscurae 4: 8 Bağımsız yıldız: 3. kadir 1, 4. kadir 2, 5. kadir 1, 4 sönük

DRACONIS: EJDERHA
Quae in lingua: Dildeki
In ore: Ağızdaki
Supra oculum: Gözün üzerindeki
In gena: Yanaktaki
Supra caput: Kafanın üzerindeki
In prima colli inflexione Borea: Boynun ilk boğumunda ve en kuzeydeki
Australis ipsarum: En güneydeki
Media earundem: Ortadaki
Quae seqi has ab ortu i couersioe se.: Boynun ikinci boğumunda, doğudaki
Austrina lateris pcedetis qdrilateri: Karenin batı kenarında, daha güneydeki
Borea eiusdem lateris: Aynı kenarda, daha kuzeydeki
Borea lateris sequentis: Doğudaki kenarda, daha kuzeydeki
Australis eiusdem lateris: Aynı kenarda, daha güneydeki
In inflexioe tertia australis trianguli: Üçüncü boğumdaki üçgenin en güneyinde
Reliquarum trianguli praecedens: Üçgenin diğer iki kenarında, daha batıdaki
Quae sequitur: Doğudaki
In triangulo antecedente trium: Üçgende, daha doğudaki
Reliquaru eiusde trianguli australis: Aynı üçgende, güneydeki

BOREAE PLAGAE.				
Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.		Latit. partes	magnitu.
DRACONIS.				
Quæ Borealior ſuperioribus duabus.	35 ½		84 1/12	4
Duarũ paruarũ i triangulo ſequẽs.	200 0		87 1/12	6
Antecedens earum.	195 0		86 1/12	6
Tria q̃ in rectũ ſequũtur Auſtralis.	152 ½		81 ½	5
Media trium.	152 1/12		83 0	5
Quæ magis in Boream ipſarum.	151 0		84 1/12	3
Poſt hæc ad occaſum duarũ q̃ magis	153 ½		78 0	3
Magis in Auſtrum. (in Bore.	156 ½		74 1/12	4 maior
Hinc ad occaſum i cõuerſiõe caudæ.	156 0		70 0	3
Duarũ plurimũ diſtantiũ præcedẽs.	120 1/12		64 1/12	4
Quæ ſequitur ipſam.	124 ½		65 ½	3
Sequens in cauda.	192 ½		61 ½	3
In extrema cauda.	186 ½		56 ½	3
Stellarum ergo 31. tertiæ mag. 8. quartæ 16. quintæ 5. ſextæ 2.				
CEPHEI.				
In pede dextro.	28 1/12		75 1/12	4
In ſiniſtro pede.	26 ½		64 ½	4
In latere dextro ſub cingulo.	01/12		71 ½	4
Quæ ſupra dextrũ humerũ attingit.	340 0		69 0	3
Quæ dextrã uertebrã collis cõtingit.	332 1/12		72 0	4
Quæ ſequitur eandẽ collũ attingẽs.	333 ½		74 0	4
Quæ in pectore.	352 0		65 ½	5
In brachio ſiniſtro.	1 0		62 ½	4 maior
Trium in tiara Auſtralis.	339 1/12		60 ½	5
Media ipſarum.	340 1/12		61 ½	4
Borea trium.	342 ½		61 ½	5
Stellæ 11. mag. tertiæ 1. quartæ 7. quintæ 3.				
Inferiũ duarũ q̃ præcedit tiaram.	337 0		64 0	5
Quæ ſequitur ipſam.	344 1/12		59 ½	4
BOOTIS SIVE ARCTOPHILACIS.				
In manu ſiniſtra trium præcedens.	145 1/12		58 1/12	5
Media trium Auſtralior.	147 ½		58 ½	5
Sequens trium.	149 0		60 ½	5
Quæ in uertebra ſiniſtra colli.	143 0		54 1/12	5
In ſiniſtro humero.	163 0		49 0	3
In capite.	170 0		53 1/12	4 maior
In dextro humero.	179 0		48 1/12	4

BOREAE PLAGAE: Kuzeydekiler
Formae stellarum: Takımyıldızlar
Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

DRACONIS.: EJDERHA
Quae Borealior supioribus duabus: Üstteki iki yıldızdan, daha kuzeyde olanı
Duaru paruaru a triangulo seques: Üçgenden itibaren, iki yıldızdan sonraki
Antecedens earum: Doğudaki
Triu q in rectu sequutur Australis: Doğuya doğru çizilen düz çizgideki üç yıldızdan en güneydeki
Media trium: Ortadaki
Quae magis in Boream ipsarum: Daha kuzeydeki
Post haec ad occasum duarum q magis in Bore.: Batıya doğru seyreden iki yıldızdan en kuzeydeki
Magis in Austrum: Daha güneydeki
Hinc ad occasum i couersioe caudae: Bunların batısında, kuyruk kıvrımında
Duaru plurimu distantiu praecedes: Bundan epey uzaktaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Quae sequitur ipsam: Onu izleyen
Sequens in cauda: Kuyrukta izleyen
In extrema cauda: Kuyruk ucundaki
Stellarum ergo 31. tertiae mag. 8. quartae 16. quintae 5. sextae 2.: Buna göre 31 yıldız: 3. kadir 8, 4. kadir 16, 5. kadir 5, 6. kadir 2

CEPHEI.: KRAL
In pede dextro: Sağ ayaktaki
In sinistro pede: Sol ayaktaki
In latere dextro sub cingulo: Sağ tarafta, kemerin altındaki
Quae supra dextru humeru attingit: Sağ omzun üstüne değen
Quae dextra uertebra coxae cotingit: Dirseğin sağ eklemine değen
Quae sequitur eande coxa attinges: Aynı dirseğe değen, sonraki
Quae in pectore: Göğüsteki
In brachio sinistro: Sağ koldaki
Trium in tiara Australis: Taçtaki üç yıldızdan daha güneyde olanı
Media ipsarum: Ortadaki
Borea trium: En kuzeydeki
Stellae 11. mag. tertiae 1. quartae 7. quintae 3: 11 yıldız: 3. kadir 1, 4. kadir 7, 5. kadir 3
Informiu duaru q pcedit tiaram: İki bağımsız yıldızdan, tacın batısındaki
Quae sequitur ipsam: Onu izleyen

BOOTIS SIVE ARCTOPHILACIS: ÇOBAN ya da ARCTOPHILAX
In manu sinistra trium praecedens: Sağ eldeki üç yıldızdan daha batıda olanı
Media trium Australior: Ortada, daha güneydeki
Sequens trium: Üçlüde sonraki
Quae in uertebra sinistra coxae: Dirseğin sol eklemindeki
In sinistro humero: Sol omuzdaki
In capite: Kafadaki
In dextro humero: Sağ omuzdaki

BOREAE PLAGAE.

Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.		Latit. partes		magnitu.
EVOTIS SIVE ARCTOPHIL.					
In Colorobo duarum Auſtralior.	179	0	53	4	
Quæ magis in Boreã in extrẽo col:	178	1	57	4	
Duarũ ſub humero i uenabulo borea	181	0	46	4	maior
Auſtralior ipſarum.	181	1	45	5	
In dextræ manus extremo.	181	1	41	5	
Duarum in uola præcedens.	180	0	41	5	
Quæ ſequitur ipſam.	180	1	42	5	
In extremo colorobi manubrio.	181	0	40	5	
In dextro crure.	173	1	40	3	
Duarum in cingulo quæ ſequitur.	169	0	41	4	
Quæ antecedit.	168	1	42	4	maior
In calcaneo dextro.	178	1	28	3	
In ſiniſtro crure Borea trium.	164	1	28	3	
Media trium.	163	1	26	4	
Auſtralior ipſarum.	164	1	25	4	
Stellæ 22 quarum in magnitud. tertia 4. in quarta 9. in quinta 9.					
In formis inter crura quam Arctu-rum uocant.	170	1	31	1	

CORONÆ BOREÆ.

Lucens in corona.	188	0	44	2	maior
Præcedens omnium.	185	0	46	4	maior
Sequens in Boream.	185	1	48	5	
Sequens magis in Boream.	193	0	50	6	
Quæ ſequitur lucentem ab Auſtro.	191	1	44	4	
Quæ proxime ſequitur.	190	1	44	4	
Poſt has longius ſequens.	194	1	46	4	
Quæ ſequitur omnes in corona.	195	0	49	4	
Stellæ 8. quarũ magnitud. ſecundæ 1. quartæ 5. quintæ 1. ſextæ 1.					

ENGONASI.

In capite.	221	0	37	3	
In axilla dextra.	207	0	43	3	
In dextro brachio.	205	0	40	3	
In dextris ilibus.	201	1	37	4	
In ſiniſtro humero.	220	0	48	3	
In ſiniſtro brachio.	225	1	49	4	maior

Ini

BOREAE PLAGAE: Kuzeydekiler
Formae stellarum: Takımyıldızlar
Logit. partes: Boylam değerleri

Latit. partes: Enlem değerleri
magnit.: Kadir

BOOTIS SIVE ARCTOPHIL.: ÇOBAN ya da ARCTOPHILAX
In Colorobo duarum Australior: Değnekteki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Quae magis in Borea in extreo col.: Değneğin ucundaki, daha kuzeyde olanı
Duaru sub humero i uenabulo borea: Omzun altında ve mızraktaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australior ipsarum: Daha güneydeki
In dextrae manus extremo: Sağ elin en ucundaki
Duarum in uola praecedens: Avuçtaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Quae sequitur ipsam: Onu izleyen
In extremo colorobi manubrio: Değnek tutamağının ucundaki
In dextro crure: Sağ bacaktaki
Duarum in cingulo quae sequitur: Kemerdeki iki yıldızdan sonraki
Quae antecedit: Daha doğudaki
In calcaneo dextro: Sağ topuktaki
In sinistro crure Borea trium: Sol dizde, üç yıldızdan daha kuzeyde olanı
Media trium: Üçlünün ortasındaki
Australior ipsarum: En güneydeki
Stellae 22 quarum in magnitud. tertia 4. in quarta 9. in quinta 9: 22 Yıldız: 3. kadir 4, 4. kadir 9, 5. kadir 9
In formis inter crura quam Arcturum uocant: Arcturus denen, kalçalar arasındaki bağımsız yıldız

CORONAE BOREAE.: KUZEYTACI
Lucens in corona: Taçtaki parlak olan
Praecedens omnium: En batıda olanı
Sequens in Boream: Kuzeyde, bir sonraki
Sequens magis in Boream: Kuzeyde, daha sonraki
Quae sequitur lucentem ab Austro: Güneyde, parlak olanı izleyen
Quae proxime sequitur: En sondaki

Stellae 8. Quaru magnitud. secundae 1. quartae 5. quintae 1. sextae 1: 8 yıldız: 2. kadir 1, 4. kadir 5, 5. kadir 1, 6. kadir 1

ENGONASI.: HERKÜL
In capite: Kafadaki
In axilla dextra: Sağ koltuk altındaki
In dextro brachio: Sağ koldaki
In dextris ilibus: Sağ böğürdeki
In sinistro humero: Sol omuzdaki
In sinistro brachio: Sol böğürdeki

BOREAE PLAGAE.				
Formae ſtellarum.	Logist. partes.		Latitu partes	magnitudo
ENGONASI.				
In ſiniſtris ſibus.	231 0		42 0	4
Trium in ſiniſtra uola.	238 1/3		52 1/3	4 maior
Borea duarum reliquarum.	235 0		54 0	4 maior
Auſtralior.	234 11/12		53 0	4
In dextro lacere.	207 1/2		56 1/2	3
In ſiniſtro lacere.	213 1/2		53 1/2	4
In clune ſiniſtro.	213 1/2		56 1/2	5
In eductione eiuſdem cruris.	214 1/2		58 1/2	5
In crure ſiniſtro trium præcedens.	217 1/2		59 1/12	3
Sequens hanc.	218 1/12		60 1/2	4
Tertia ſequens.	219 1/12		61 1/2	4
In ſiniſtro genu.	237 1/2		61 0	4
In ſiniſtra nate.	225 1/2		69 1/2	4
In pede ſiniſtro trium præcedens.	188 1/2		70 1/2	6
Media earum.	220 1/2		71 1/2	6
Sequens trium.	223 0		72 0	6
In eductione dextri cruris.	207 0		60 1/2	4 maior
Eiuſdem cruris Borealior.	198 1/12		63 0	4
In dextro genu.	189 0		65 1/2	4 maior
Sub eodem genu duarū Auſtralior.	186 1/12		63 1/12	4
Quæ magis in Boream.	183 1/2		64 1/2	4
In tibia dextra.	184 1/2		60 0	4
In extremo dextri pedis eadem quæ in extremo Colorobo Bootis.	178 1/2		57 1/2	4
Præter hanc ſtellæ 28. mag. tertiæ 6. quartæ 17. quintæ 2. ſextæ 3.				
Informis i dextro brachio auſtralior	206 0		38 1/2	5
LYRÆ.				
Lucida quæ lyra ſiue fidicula uocat.	250 1/2		62 0	1
Duarum adiacentium Borea.	253 1/12		62 1/12	4 maior
Quæ magis in Auſtrum.	253 1/12		61 0	4 maior
In medio eductionis cornuum.	262 0		60 0	4
Duarū cōiunctarū ad ortū in boreā.	265 1/2		61 1/2	4
Quæ magis in Auſtrum.	265 0		60 1/2	4
Præcedentiū in iunctura duarū borea.	254 1/2		56 1/2	3
Auſtralior.	254 0		55 0	4 minor
Sequentiū duarū in eodē iugo borea	257 1/2		55 1/2	3
Quæ magis in Auſtrum.	258 1/2		54 1/12	4 minor
Stellarum 10. magnitudinis primæ 1. tertiæ 2. quartæ 7.				

BOREAE PLAGAE: Kuzeydekiler
Formae stellarum: Takımyıldızlar
Logit. partes: Boylam değerleri

Latit. partes: Enlem değerleri
magnit.: Kadir

ENGONASI.: HERKÜL
In sinistris ilibus: Sol böğürdeki
Trium in sinistra uola: Üç yıldızdan, sol avuçta olanı
Borea duarum reliquarum: Diğer iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australior: Daha güneydeki
In dextro latere: Sağ kenardaki
In sinistro latere: Sol kenardaki
In clune sinistro: Sol baldırdaki
In eductione eiusdem cruris: Aynı başladığı yerdeki
In crure sinistro trium praecedens: Sol bacaktaki üç yıldızdan batıda olanı
Sequens hanc: Bunu izleyen
Tertia sequens: Sonraki, üçüncü
In sinistro genu: Sol dizdeki
In sinistra nate: Sol bacağın üst kısmındaki
In pede sinistro trium praecedens: Sol ayaktaki üç yıldızdan en batıda olanı
Media earum: Ortadaki
Sequens trium: Sonraki
In eductione dextri cruris: Sağ bacağın başlangıcındaki
Eiusdem cruris Borealior: Aynı bacakta, daha kuzeydeki
In dextro genu: Sağ dizdeki
Sub eodem genu duaru Australior: Sağ dizin altındaki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Quae magis in Boream: Daha kuzey yönündeki
In tibia dextra: Sağ kavalkemiğindeki
In extremo dextri pedis eadem quae in extremo Colorobo Bootis: Sağ ayağın en ucundaki, Çoban'ın değneğinin ucundakiyle aynı
Praeter hanc stellae 28. mag. tertiae 6. quartae 17. quintae 2. sextae 3: Bu sonuncunun dışında 28 yıldız: 3. kadir 6, 4. kadir 17, 5. kadir 2, 6. kadir 3
Informis a dextro brachio australior: Sağ kolun güneyindeki bağımsız yıldız

LYRAE.: ÇALGI
Lucida quae lyra siue fidicula uocat: Lir ya da Vega denen parlak yıldız
Duarum adiacentium Borea: İki komşu yıldızdan daha kuzeyde olanı
Quae magis in Austrum: Daha güneyde olan
In medio eductionis cornuum: Boynuzların başlangıcının merkezindeki
Duaru cotinuaru ad ortu in borea: Doğu tarafında, yakınında bulunan iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Quae magis in Austrum: Daha güneyde olanı
Praecedetiu in iunctura duaru borea: Çapraz kesimde, batıdaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australior: Daha güneydeki
Sequentiu duaru in eode iugo borea: Çapraz kesimde, doğudaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Quae magis in Austrum: Daha güneydeki
Stellarum 10. magnitudinis primae 1. tertiae 2. quartae 7: 10 yıldız: 1. kadir 1, 3. kadir 2, 4. kadir 7

BOREA SIGNA.

Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.	Latit. partes	magnitu.
OLORIS SEV AVIS.			
In ore.	267 1/3	49 1/3	3
In capite.	272 1/3	50 1/3	5
In medio collo.	279 1/3	54 1/3	4 maior
In pectore.	291 1/3 1/3	56 1/3	3
In cauda lucens.	302 1/3	60 0	2
In ancone dextræ alæ.	282 1/3 1/3	64 1/3 1/3	3
Trium in dextra uola Auſtralior.	285 1/3 1/3	69 1/3 1/3	4
Media.	284 1/3	71 1/3	4 maior
Vltima triũ & in extrema ala.	310 0	74 0	4 maior
In ancone ſiniſtra alæ.	294 1/3	49 1/3	3
In medio ipſius alæ.	298 1/3	52 1/3	4 maior
In eiuſdem extremo.	300 0	74 0	3
In pede ſiniſtro.	303 1/3	55 1/3	4 maior
In ſiniſtro genu.	307 1/3	57 0	4
In dextro pede duarum præcedens.	294 1/3	64 0	4
Quæ ſequitur.	296 0	64 1/3	4
In dextro genu nebuloſa.	305 1/3	63 1/3 1/3	5

Stellæ 17. quartæ magnitud. ſecundæ 1. tertiæ 5. quartæ 9. quintæ 2.

ET DVAE CIRCA OLOREM INFORMES.

Sub ſiniſtra ala duarum Auſtralior.	306 0	49 1/3 1/3	4
Quæ magis in Boream.	307 1/3	51 1/3 1/3	4

CASSIOPEÆ.

In capite.	1 1/3	45 1/3	4
In pectore.	4 1/3	46 1/3 1/3	3 maior
In cingulo.	6 1/3	47 1/3 1/3	4
Super cathedra ad coxas.	10 0	49 0	3 maior
Ad genua.	13 1/3 1/3	45 1/3	3
In crure.	20 1/3	45 1/3	3
In extremo pedis.	355 0	48 1/3	4
In ſiniſtro brachio.	8 0	44 1/3	4
In ſiniſtro cubito.	7 1/3 1/3	45 0	5
In dextro cubito.	357 1/3 1/3	50 0	6
In ſedis pede.	8 1/3	52 1/3 1/3	4
In aſcenſu medio.	1 1/3 1/3	51 1/3 1/3	3 maior
In extremo.	27 1/3 1/3	51 1/3 1/3	6

Stellæ 13. quartæ magnitud. tertiæ 4. quartæ 6. quintæ 1. ſextæ 2.

BOREA SIGNA.: KUZEY BURÇLARI
Formae Stellarum: Takımyıldızlar
Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnit.: Kadir

OLORIS SEV AVIS: OLOR ya da KUĞU
In ore: Ağızdaki
In capite: Kafadaki
In medio collo: Boynun ortasındaki
In pectore: Göğüsteki
In cauda lucens: Kuyruktaki parlak olan
In ancone dextrae alae: Sağ kanatta, dirsekteki
Trium in dextra uola Australior: Sağ kanattaki üç yıldızdan en güneydeki
Media: Ortadaki
Vltima triu & in extrema ala: Kanadın ucundaki, sonuncusu
In ancone sinistra alae: Sol kanatta, dirsekte olan
In medio ipsius alae: Sol kanadın ortasındaki
In eiusdem extremo: Aynı yerin ucundaki
In pede sinistro: Sol ayaktaki
In sinistro genu: Sol dizdeki
In dextro pede duarum praecedens: Sağ ayaktaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Quae sequitur: Sonraki
In dextro genu nebulosa: Sağ dizdeki bulutsu olan
Stellae 17. quaru magnitud. secundae 1. tertiae 5. quartae 9. quintae 2: 17 yıldız: 2. kadir 1, 3. kadir 5, 4. kadir 9, 5. kadir 2

ET DVAE CIRCA OLOREM INFORMES: VE KUĞU'NUN ETRAFINDAKİ İKİ BAĞIMSIZ YILDIZ
Sub sinistra ala duarum Australior: Sol kanadın altındaki iki yıldızdan daha güneydeki
Quae magis in Boream: Daha kuzeydeki

CASSIOPEAE: KOLTUK
In capite: Kafadaki
In pectore: Göğüsteki
In cingulo: Kemerdeki
Super cathedra ad coxas: Koltuğun üzerinde, arka kısmındaki
Ad genua: Dizlerdeki
In crure: Bacaktaki
In extremo pedis: Ayağın ucundaki
In sinistro brachio: Sol koldaki
In sinistro cubito: Sol önkoldaki
In dextro cubito: Sağ önkoldaki
In sedis pede: Sandalyenin ayağındaki
In ascensu medio: Sıranın ortasındaki
In extremo: Uçtaki
Stellae 13. quaru magnitud. tertiae 4. quartae 6. quintae 1. sextae 2: 13 yıldız: 3. kadir 4, 4. kadir 6, 5. kadir 1, 6. kadir 2

BOREA SIGNA.

Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.	Latit. partes	magnitu.
PERSEI.			
In extremo dextræ manus obuoluti-	21 0	40 ½	nebuloſ.
In dextro cubito. (one nebuloſa.	24 ⅓	37 ½	4
In humero dextro.	26 0	34 ½	4 minor
In ſiniſtro humero.	20 ½ ⅓	32 ⅓	4
In capite ſiue nebula.	24 0	34 ½	4
In ſcapulis.	24 ½ ⅓	31 ½	4
In dextro latere fulgens.	28 ⅓	30 0	2
In eodem latere trium præcedens.	28 ½ ½	27 ½	4
Media.	30 ⅓	27 ½ ½	4
Reliqua trium.	31 0	27 ⅓	3
In cubito ſiniſtro. (cens	24 0	27 0	4
In ſiniſtra manu & capite Meduſæ lu	23 0	23 0	2
Eiuſdem capitis ſequens.	22 ½	21 0	4
Quæ præit in eodem capite.	21 0	21 0	4
Præcedens etiam hanc.	20 ⅓	22 ½	4
In dextro genu.	38 ⅓	28 ½	4
Præcedens hanc in genu.	37 ½	28 ½	4
In uentre duarum præcedens.	35 ½ ⅓	25 ½	4
Sequens.	37 ⅓	26 ½	4
In dextro coxendice.	37 ⅓	24 ⅕	5
In dextra ſura.	39 ½ ½	28 ½ ⅓	5
In ſiniſtra coxa.	30 ½	21 ½ ½	4 maior
In ſiniſtro genu.	32 0	19 ½ ⅓	3
In ſiniſtro crure.	31 ½ ⅓	14 ½ ⅓	3 maior
In ſiniſtro calcaneo.	24 ⅓	12 0	3 minor
In ſummo pedis ſiniſtra parte.	29 ½ ½	11 0	3 maior

Stellæ 26. quarum magnitud. ſecundæ 2. tertiæ 5. quartæ 16. quin- tæ 2. nebuloſa 1.

CIRCA PERSEA INFORMES.

Quæ ad ortum à ſiniſtro genu.	34 ½	31 0	5
In boream à dextro genu.	38 ⅓	31 0	5
Antecedens à capite Meduſæ.	18 0	20 ½ ⅓	obſcura.

Stellarum trium magnitud. quintæ 2. obſcura una.

BOREA SIGNA.: KUZEY BURÇLARI
Formae Stellarum: Takımyıldızlar
Logit. partes: Boylam değerleri

Latit. partes: Enlem değerleri
magnit.: Kadir

PERSEI: KAHRAMAN
In extremo dextrae manus obuolutione nebulosa: Sağ elin ucundaki bulutsu olan
In dextro cubito: Sağ önkoldaki
In humero dextro: Sağ omuzdaki
In sinistro humero: Sol omuzdaki
In capite siue nebula: Kafadaki ya da bulutsu olan
In scapulis: Kürekkemiklerindeki
In dextro latere fulgens: Sağ yandaki parlak olan
In eodem latere trium praecedens: Aynı taraftaki üç yıldızdan en batıda olanı
Media: Ortadaki
Reliqua trium: Diğeri
In cubito sinistro: Sol önkoldaki
In sinistra manu & capite Medusae lucens: Sol eldeki ve Medusa'nın başındaki
Eiusdem capitis sequens: Aynı kafadaki, diğeri
Quae praeit in eodem capite: Aynı kafadaki, daha batıda olan
Praecedens etiam hanc: En batıdaki
In dextro genu: Sağ dizdeki
Praecedens hanc in genu: Dizde, batı yönündeki
In uentre duarum praecedens: Karındaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Sonraki
In dextro coxendice: Sağ arka taraftaki
In dextra sura: Sağ baldırdaki
In sinistra coxa: Sol arka taraftaki
In sinistro genu: Sol dizdeki
In sinistro crure: Sol baldırdaki
In sinistro calcaneo: Sol topuktaki
In summo pedis sinistra parte: Sol ayağın üst kısmındaki
Stellae 26. quarum magnitud. secundae 2. tertiae 5. quartae 16. quintae 2. nebulosa 1: 26 yıldız: 2. kadir 2, 3. kadir 5, 4. kadir 16, 5. kadir 2, 1 bulutsu.

CIRCA PERSEA INFORMES: KAHRAMAN'IN ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
Quae ad ortum a sinistro genu: Sol yönden, doğuya doğru olan
In boream a dextro genu: Sağ yönden, kuzeye doğru olan
Antecedens a capite Medusae: Medusa'nın başının batısında olan
Stellarum trium magnitud. quintae 2. obscura una: 3 yıldız: 5. kadir 2, 1 sönük

BOREA SIGNA.

Formæ stellarum	Lõgitu		Lati.		
HENIOCHI SIVE AVRIGAE.	partes		partes		magnitudo
Duarum in capite Austtalior.	55 1/2 1/3		30 0	4	
Quæ magis in Boream. (capella	55 1/2 2/3		30 1/2 1/3	4	
In sinistro humero fulgẽs quã uocant	78 1/2		22 1/2	1	
In dextro humero.	56 2/3		20 0	2	
In dextro cubito.	54 1/2		15 2/3	4	
In dextra uola.	56 2/3		13 1/2	4	maior
In sinistro cubito.	45 1/3		20 1/2 1/2	4	maior
Antecedens hœdorum.	45 1/2		18 0	4	minor
In sinistra uola hœdorum sequens.	46 0		18 0	4	maior
In sinistra sura.	53 2/3		10 1/3	3	minor
In dextra sura & extremo cornu Tau	49 0		5 0	3	maior
In talo. (ri Boreo.	49 1/3		8 1/2	5	
In clune.	49 1/2 2/3		12 1/3	5	
In sinistro pede exigua.	24 0		10 1/3	0	

Stellæ 14. quarũ magnitud. primæ 1. secundæ 1. tertiæ 2. quartæ 7. quintæ 2. sextæ 1.

OPHIVCHI SIVE SERPENTARII.

In capite.	228 2/3		36 0	3	
In dextro humero duarũ præcedens.	231 1/3		27 1/3	4	maior
Sequens.	232 1/3		26 1/2 1/3	4	
In sinistro humero duarũ præcedens.	216 1/2 2/3		33 0	4	
Quæ sequitur.	218 0		31 1/2 1/3	4	
In ancone sinistro.	211 1/2 2/3		34 1/2	4	
In sinistra manu duarum præcedẽs.	208 1/3		17 0	4	
Sequens.	209 1/3		12 1/2	3	
In dextro ancone.	220 0		15 0	4	
In dextra manu præcedens.	205 1/2 2/3		18 1/2 2/3	4	maior
Sequens.	207 1/2 2/3		14 1/3	4	
In genu dextro.	224 1/3		4 1/2	3	
In dextra tibia.	227 0	Bor.	2 1/2	3	maior
In pede dextro ex quatuor præcedẽs	226 1/3	Aust.	2 1/2	4	maior
Sequens.	227 1/2 1/3	Aust.	1 1/3	4	maior
Tertia sequens.	228 1/3	Aust.	0 1/3	4	maior
Reliqua sequens.	229 1/2	Aust.	1 1/2 1/3	5	maior
Quæ calcaneum contingit.	229 1/3	Aust.	1 0	5	

BOREA SIGNA.: KUZEY BURÇLARI
Formae Stellarum: Takımyıldızlar

Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnit.: Kadir

HENIOCHI SIVE AVRIGAE.: ARABACI ya da AURIGA
Duarum in capite Australior: Kafadaki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Quae magis in Boream: Daha kuzeydeki
In sinistro humero fulges qua vocant capella: Sol omuzdaki, Capella denen
In dextro humero: Sağ omuzdaki
In dextro cubito: Sağ önkoldaki
In dextra uola: Sağ elin avucundaki
In sinistro cubito: Sol önkoldaki
Antecedens haedorum: Haedus'ların batısındaki
In sinistra uola haedorum sequens: Haedus'ların doğusunda kalan, sol elin avucundaki
In sinistra sura: Sol baldırdaki
In dextra sura & extremo cornu Tauri Boreo: Sağ baldırdaki ve Boğa'nın kuzey boynuzunun ucundaki
In talo: Ayak bileğindeki
In clune: Kalçadaki
In sinistro pede exigua: Sol ayaktaki küçük olan
Stellae 14. quaru magnitud. primae 1. secundae 1. tertiae 2. quartae 7. quintae 2. sextae 1: 14 yıldız: 1. kadir 1, 2. kadir 1, 3. kadir 2, 4. kadir 7, 5. kadir 2, 6. kadir 1

OPHIVCHI SIVE SERPENTARII: OPHIUCHUS ya da YILANCI
In capite: Kafadaki
In dextro humero duaru praecedens: Sağ omuzdaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Sonraki
In sinistro humero duaru praecedens: Sol omuzdaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Quae sequitur: Sonraki
In ancone sinistro: Sol dirsekteki
In sinistra manu duarum praecedes: Sol eldeki iki yıldızdan daha batıdaki
Sequens: Sonraki
In dextro ancone: Sağ dirsekteki
In dextra manu praecedens: Sağ elde, batıdaki
Sequens: Sonraki
In genu dextro: Sağ dizdeki
In dextra tibia: Sağ kavalkemiğindeki
In pede dextro ex quatuor praecedes: Sağ ayaktaki dört yıldızdan en batıda olanı
Sequens: Sonraki
Tertia sequens: Üçüncüsü
Reliqua sequens: Sonuncusu
Quae calcaneum contingit: Topuğa değen

Bor.: Kuzey
Aust.: Güney

BOREA SIGNA.

Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.		Latit. partes	magnitu.	
OPHIVCHI SIVE SERPENTA.					
In ſiniſtro genu.	215 ½	Bor.	11 ½ ⅓	3	
In crure ſiniſtro ad rectã lineã Borea	215 0	Bor.	5 ⅓	5	maior
Media earum. (trium	214 0	Bor.	3 ⅓	5	
Auſtralior trium.	213 ½	Bor.	1 ½ ⅓	5	maior
In ſiniſtro calcaneo.	215 ½ ⅓	Bor.	0 ½ ⅓	5	
Domeſticam ſiniſtri pedis attingẽs.	214 0	Auſt.	0 ½ ⅓	4	
Stellæ 24. quarum magnitud. tertiæ 5. quartæ 13. quintæ 6.					
CIRCA OPHIVCHVM INFORMES.					
Ab ortu in dextrũ humeri maxime	235 ⅓		28 ½	4	
Media trium. (Borea triũ.	236 0		26 ⅓	4	
Auſtralis trium.	233 ½ ⅓		25 0	4	
Adhuc ſequentes tres.	237 0		27 0	4	
Separata à quatuor in Septẽtriones.	238 0		33 0	4	
Informium ergo quinq; magnitud. quartæ omnes.					
SERPENTIS OPHIVCHI.					
In quadrilatero quæ in genu.	192 ⅓		38 0	4	
Quæ nares attingit.	201 0		40 0	4	
In tempore.	197 ½ ⅓		35 0	3	
In eductione colli.	195 ⅓		34 ⅓	3	
Media quadrilateri & in ore.	194 ½ ⅓		37 ⅓	4	
A capite in Septentriones.	201 ⅓		42 ⅓	4	
In prima colli conuerſione.	195 0		29 ⅓	3	
Sequentium trium Borea.	198 ⅓		26 ⅓	4	
Media earum.	197 ½ ⅓		25 ⅓	3	
Auſtralior trium.	199 ½ ⅓		24 0	3	
Duarũ pedẽs in ſiniſtra Serpentarij.	202 0		16 ⅓	4	
Quæ ſequitur hanc in eadem manu.	211 ⅓		16 ⅓	5	
Quæ poſt coxam dextram.	227 0		10 ⅓	4	
Sequentium duarum Auſtrina.	230 ⅓		8 ⅓	4	maior
Quæ Borea.	231 ⅓		10 ⅓	4	
Poſt dextrã manũ in inflexiõe caudæ	237 0		20 0	4	
Sequens in cauda.	242 0		21 ⅓	4	maior
In extrema cauda.	251 ½ ⅓		27 0	4	
Stellæ 18. quarum magnitud. tertiæ 5. quartæ 12. quintæ 1.					

BOREA SIGNA.: KUZEY BURÇLARI
Formae Stellarum: Takımyıldızlar

Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnit.: Kadir

OPHIVCHI SIVE SERPENTA.: OPHIUCHUS ya da YILANCI
In sinistro genu: Sol dizdeki
In crure sinistro ad recta linea Borea trium: Sol bacağın aşağısındaki düz çizgide yer alan üç yıldızdan en kuzeydeki
Media earum: Ortadaki
Australior trium: Daha güneydeki
In sinistro calcaneo: Sol topuktaki
Domesticam sinistri pedis attinges: Sol ayaktaki oyuğa değen
Stellae 24. quarum magnitud. tertiae 5. quartae 13. quintae 6: 24 yıldız: Beşi 3. kadir, on üçü 4. kadir, altısı 5. kadir

CIRCA OPHIVCHVM INFORMES: OPHIUCHUS'UN ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
Ab ortu in dextru humeru maxime Borea triu: Sağ omzun doğu yönündeki üç yıldızdan en kuzeydeki
Media trium: Ortadaki
Australis trium: Üçlünün güneyindeki
Adhuc sequens tres: Üçüncü gelen
Separata a quatuor in Septetriones: Kuzeyde, dört yıldızdan ayrılan
Informium ergo quinque, magnitud. quartae omnes: Buna göre 5 bağımsız yıldız, tümü 4. kadir.

SERPENTIS OPHIVCHI: YILAN
In quadrilatero quae in gena: Dörtgende, yanaktaki
Quae nares attingit: Burun deliklerine değen
In tempore: Şakaktaki
In eductione colli: Boynun başlangıcındaki
Media quadrilateri & in ore: Dörtgenin ortasında ve ağızdaki
A capite in Septentriones: Kafadan itibaren kuzey yönünde
In prima colli conversione: Boynun ilk kıvrımındaki
Sequentium trium Borea: Sonraki üç yıldızdan daha kuzeyde olanı
Media earum: Ortadaki
Australior trium: Daha güneydeki
Duaru pcedes in sinistra Serpentarii: Yılan'ın sol elindeki iki yıldızdan daha batıda olanı
Quae sequitur hanc in eadem manu: Aynı elde, sonraki
Quae post coxam dextram: Sağ arkanın doğu yönündeki
Sequentium duarum Austrina: Sonraki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Quae Borea: Daha kuzeydeki
Post dextra manu in inflexione caudae: Sağ elden sonra, kuyruk kıvrımında
Sequens in cauda: Kuyrukta, sonraki
In extrema cauda: Kuyruk ucundaki
Stellae 18. quarum magnitud. tertiae 5. quartae 12. quintae 1: 18 yıldız: 3. kadir 5, 4. kadir 12, 5. kadir 1

BOREA SIGNA.

Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.	Latit. partes	magnitu.
SAGITTÆ.			
In cuſpide.	273	39	4
In harundine trium ſequens.	270 0	39	6
Media ipſarum.	269	39	5
Antecedens trium.	268 0	39 0	5
In Glyphide.	266	38	5
Stellæ 5. quarum magnitud. quartæ 1. quintæ 3. ſextæ 1.			
AQVILÆ.			
In medio capite.	270	26	4
In collo.	268	27	3
In ſcapulis lucidâ quæ uocãt Aquilã.	267	29	2 maior
Proxima huic magis in Boream.	268 0	30 0	3 minor
In ſiniſtro humero præcedens.	266	31	3
Quæ ſequitur.	269	31	5
In dextro humero antecedens.	263 0	28	5
Quæ ſequitur.	264	26	5 maior
In cauda lacteũ circulum attingens.	255	26	5
Stellæ 9. quarũ mag. ſecundæ 1. tertiæ 4. quartæ 1. quintæ 3.			
CIRCA AQVILAM INFORMES.			
A capite in Auſtrum præcedens.	272 0	21	3
Quæ ſequitur.	272	29	3
Ab humero dextro uerſus Africum.	259	25 0	4 maior
Ad Auſtrum.	261	20 0	3
Magis ad Auſtrum.	263 0	15	5
Quæ præcedit omnes.	254	18	3
Informium 6. quarum magnitud. tertiæ 4. quartæ 1. & quintæ 1.			
DELPHINI.			
In cauda trium præcedens.	281 0	29	3 minor
Reliquarum duarum magis borea.	282 0	29 0	4 minor
Auſtralior.	282 0	26	4
In romboide p̃cedẽtis lateris auſtralis	281	32 0	3 minor
Eiuſdem lateris Borea. (or.	283	33	3 minor
Sequentis lateris Auſtrina.	284	32 0	3 minor
Eiuſdem lateris Borea.	286	33	3 minor
Inter caudã & rombũ tertiũ Auſtralior	280	34	6
Ceterarũ duarũ in boreã præcedens	280	31	6
Quæ ſequitur.	282	31	6
Stellæ 10. utputa magnitud. tertiæ 5. quartæ 2. ſextæ 3.			

BOREA SIGNA.: KUZEY BURÇLARI
Formae Stellarum: Takımyıldızlar
Logit. partes: Boylam değerleri

Latit. partes: Enlem değerleri
magnit.: Kadir

SAGITTAE.: YAY
In cuspide: Sivri uçtaki
In harundine trium sequens: Oktaki üç yıldızdan, daha batıda olanı
Media ipsarum: Ortadaki
Antecedens trium: Doğudaki
In Glyphide: Çentikteki
Stellae 5. quarum magnitud. quartae 1. quintae 3. sextae 1: 5 yıldız: Biri 4. kadir, üçü 5. kadir, biri 6. kadir

AQVILAE.: KARTAL
In medio capite: Başın ortasındaki
In collo: Boyundaki
In scapulis lucida qua vocat Aquila: Kürek kemiğindeki, Aquila adı verilen
Proxima huic magis in Boream: Kuzey yönünde, en yakındaki
In sinistro humero praecedens: Sol omuzda, daha batıdaki
Quae sequitur: Sonraki
In dextro humero antecedens: Sağ omuzda, daha doğudaki
Quae sequitur: Sonraki
In cauda lacteu circulum attingens: Kuyrukta, Samanyolu'na değen
Stellae 9. quarum mag. secundae 1. tertiae 4. quartae 1. quintae 3: 9 yıldız: 2. kadir 1, 3. kadir 4, 4. kadir 1, 5. kadir 3

CIRCA AQVILAM INFORMES.: KARTAL'IN ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
A capite in Austrum praecedens: Kafadan itibaren, güney yönünde daha batıda olan
Quae sequitur: Sonraki
Ab humero dextro uersus Africum: Sağ omuzdan güneybatıya doğru olan
Ad Austrum: Güneydeki
Magis ad Austrum: Daha güneydeki
Quae praecedit omnes: En batıdaki
Informium 6. quarum magnitud. tertiae 4. quartae 1. & quintae 1: 6 bağımsız yıldız: 3. kadir 4, 4. kadir 1 ve 5. kadir 1

DELPHINI.: YUNUS
In cauda trium praecedens: Kuyruktaki üçlüde, daha batıdaki
Reliquarum duarum magis borea: Diğer ikisinden, daha kuzeyde olanı
Australior: Daha güneydeki
In romboide pcedetis lateris australior: Paralelkenarın batı kenarında, daha güneydeki
Eiusdem lateris Borea: Aynı kenarda, kuzeydeki
Sequentis lateris Austrina: Diğer kenarda, güneydeki
Eiusdem lateris Borea: Aynı kenarda, kuzeydeki
Inter cauda & rombu triu Australior: Kuyrukla paralelkenar arasındaki üçlüde, daha güneydeki
Caeteraru duaru in borea praecedens: Kuzeydeki diğer iki yıldızdan daha batıda olanı
Quae sequitur: Diğeri
Stellae 10. utputa magnitud. tertiae 5. quartae 2. sextae 3: 10 yıldız: 3. kadir 5, 4. kadir 2, 6. kadir 3

BOREA SIGNA.

Formæ stellarum.	Lõgit. partes.	Latit. partes	magnitu.
EQVI SECTIONIS.			
In capite duarum præcedens,	289 1/3	20 1/2	obscura
Sequens,	292 1/3	20 1/2	obscura
In ore duarum præcedens,	289 1/6	25 1/2	obscura
Quæ sequitur.	291	25 0	obscura
Stellæ quatuor, obscuræ omnes.			
EQVI ALATI SEV PEGASI.			
In rictu.	298 1/2	21 1/2	3 maior
In capite duarum ppinquarũ borea.	302 1/2	16 1/2	3
Quæ magis in Austrum.	301	16 0	4
In iuba duarum Australior.	314 1/2	15 0	5
Quæ magis in Boream.	313 1/2	16 0	5
In cerulee duarum præcedens.	312	18 0	3
Sequens.	313 1/2	19 0	4
In sinistra suffragine.	305 1/2	36 1/2	4 maior
In sinistro genu.	311 0	34 1/2	4 maior
In dextra suffragine.	317 0	41 1/2	4 maior
In pectore duarũ propinquarũ sce-	319 1/2	29 0	4
Sequens. (dem.	320	20 1/2	4
In dextro genu duarum Borea.	322 1/2	35 0	3
In Austrum magis.	321 1/2	24 1/2	5
In corpore duarũ sub ala quæ borea.	327 1/2	25 1/2	4
Quæ Australior.	328 1/2	25 0	4
In scapula & armo alæ.	350 0	19 1/2	2 minor
In dextro humero & cruris eductiõe	325 1/2	31 0	2 minor
In extrema ala. (cõmunis	335 1/2	12 1/2	2 minor
In umbilico ꝙ & capiti Andromadæ	341 1/2	26 0	2 minor
Stellæ 20. mempe magnit. secundæ 4. tertiæ 4. quartæ 9. quintæ 3.			
ANDROMEDÆ.			
Quæ in scapula.	348 1/2	24 1/2	3
In dextro humero.	349 1/2	27 0	4
In sinistro humero.	347 1/2	23 0	4
In dextro brachio trium Australior.	347 0	32 0	4
Quæ magis in Boream.	348 0	33 1/2	4
Media trium.	348 1/2	32 1/2	5
In summa manu dextra trũ australi-	343 0	41 0	4
Media earum. (or.	344 0	42 0	4

BOREA SIGNA.: KUZEY BURÇLARI
Formae Stellarum: Takımyıldızlar
Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri

magnit.: Kadir
EQVI SECTIONIS.: TAY
In capite duarum praecedens: Kafadaki iki yıldızdan, daha batıda olanı
Sequens: Sonraki
In ore duarum praecedens: Ağızdaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Quae sequitur: Onu izleyen
Stellae quatuor, obscurae omnes: 4 yıldız, tümü sönük

EQVI ALATI SEV PEGASI: KANATLI AT ya da PEGASUS
In rictu: Açık ağızdaki
In capite duarum ppinquaru borea: Kafadaki birbirine yakın iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Quae magis in Austrum: Daha güneydeki
In tuba duarum Australior: Yeledeki iki yıldızdan, daha güneyde olanı
Quae magis in Boream: Daha kuzeydeki
In ceruice duarum praecedens: Boyundaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In sinistra suffragine: Sol bilekteki
In sinistro genu: Sol dizdeki
In dextra suffragine: Sağ bilekteki
In pectore duaru propinquaru pcedens: Göğüsteki iki yakın yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In dextro genu duarum Borea: Sağ dizdeki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
In Austrum magis: Daha güneydeki
In corpore duaru sub ala quae borea: Bedende, kanadın altındaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Quae Australior: Daha güneydeki
In scapulis & armo alae: Kanadın birleşim yerinde ve kürekkemiğindeki
In dextro humero & cruris eductioe: Sağ omuzda, bacağın başladığı yerdeki
In extrema ala: Kanadın ucundaki
In umbilico q & capiti Andromadae comunis: Karındaki ve Andromeda'nın başındaki
Stellae 20. mempe magnit. secundae 4. tertiae 4. quartae 9. quintae 3: 20 yıldız: 2. kadir 4, 3. kadir 4, 4. kadir 9, 5. kadir 3

ANDROMEDAE.: ANDROMEDA
Quae in scapulis: Kürek kemiklerindeki
In dextro humero: Sağ omuzdaki
In sinistro humero: Sol omuzdaki
In dextro brachio trium Australior: Sağ koldaki üç yıldızdan daha güneyde olanı
Quae magis in Boream: En kuzeydeki
Media trium: Ortadaki
In summa manu dextra triu australior: Sağ elin üstündeki üç yıldızdan daha güneyde olanı
Media earum: Ortadaki

BOREA SIGNA.

Formae ſtellarum,	Lõgit. partes.	Latit. partes.	magnitu.	
ANDROMEDAE.				
Borea trium.	345 ½	44 0	4	
In ſiniſtro brachio.	347 ½	17 ½	4	
In ſiniſtro cubito.	349 0	15 ½ ½	3	
In cingulo trium Auſtralis.	357 ½	25 ½	3	
Media.	355 ½	30 0	3	
Septentrionalis trium.	355 ½	32 ½	3	
In pede ſiniſtro.	10 ½	23 0	3	
In dextro pede.	10 ½	37 ½	4	maior
Auſtralior ab his.	8 ½	35 ½	4	maior
Sub poplite duarum Borea.	5 ½ ½	29 0	4	
Auſtrina.	5 ½	28 0	4	
In dextro genu.	5 ½	35 ½	5	
In ſummate ſiue tractu duarũ Borea.	6 0	34 ½	5	
Auſtrina.	7 ½	32 ½	5	
A dextra manu excedẽs & informis.	5 0	44 0	3	

Stellæ 23. earum magnitud. tertiæ 7. quartæ 12. quintæ 4.

TRIANGVLI.

In apice trianguli.	4 ½	16 ½	3	
In baſi præcedens trium.	9 ½	20 ½ ½	3	
Media.	9 ½	20 ½	4	
Sequens trium.	10 ½	19 0	3	

Stellæ 4. earum magnitud. tertiæ 3. quartæ 1.

Igitur in ipſa Septentrionali plaga ſtellæ omnes 360. Magnitudinis primæ 3. ſecundæ 18. tertiæ 81. quartæ 177. quintæ 58. ſextæ 13. nebulo ſa 1. obſcuræ 9.

EORVM QVÆ MEDIA ET CIRCA ſigniferum ſunt circulum.

ARIETIS.

In cornu duarũ poſtica & prima oim.	0 0	Bor.	7 ½	3	deficit.
Sequens in cornu.	1 0	Bor.	8 ½	3	
In ictu duarum Borea.	4 ½	Bor.	7 ½ ½	3	
Quæ magis in Auſtrum.	4 ½ ½	Bor.	6 0	5	
In ceruice.	9 ½ ½	Bor.	5 ½	5	
In renibus.	10 ½ ½	Bor.	6 0	6	
Quæ in eductione caudæ.	14 ½ ½	Bor.	4 ½	5	
In cauda trium præcedens.	17 ½	Bor.	1 ½ ½	4	
Media.	18 ½ ½	Bor.	2 ½	4	

Sequens

BOREA SIGNA.: KUZEY BURÇLARI
Formae Stellarum: Takımyıldızlar
Logit. partes: Boylam değerleri

Latit. partes: Enlem değerleri
magnit.: Kadir

ANDROMEDAE.: ANDROMEDA
Borea trium: Üçlünün en kuzeyindeki
In sinistro brachio: Sol koldaki
In sinistro cubito: Sol dirsekteki
In cingulo trium Australis: Kuşaktaki üç yıldızdan en güneydeki
Media: Ortadaki
Septentrionalis trium: En kuzeydeki
In pede sinistro: Sol ayaktaki
In dextro pede: Sağ ayaktaki
Australior ab his: Bunların daha güneyindeki
Sub poplite duarum Borea: Topuk kirişi altındaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Austrina: Daha güneydeki
In dextro genu: Sağ dizdeki
In syrmate siue tractu duarı Borea: Dalgalı giysideki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Austrina: Güneyde olanı
A dextra manu excedes & informis: Sağ elin batısındaki, bağımsız olan
Stellae 23. etenim magnitud. tertiae 7. quartae 12. quintae 4: Buna göre 23 yıldız: 3. kadir 7, 4. kadir 12, 5. kadir 4

TRIANGVLI: ÜÇGEN
Inn apice trianguli: Üçgenin tepesinde
In basi praecedens trium: Tabandaki üç yıldızdan en batıdaki
Media: Ortadaki
Sequens trium: En doğudaki
Stellae 4. earum magnitud. tertiae 3. quartae 1: 4 yıldız: 3. kadir 3, 4. kadir 1

Igitur in ipsa Septetrionali plaga stellae omnes 360. Magnitudinis primae 3. secundae 18. tertiae 81. quartae 177. quintae 58. sextae 13. nebulosa 1. obscurae 9: O halde kuzey bölgede tam olarak 360 yıldız vardır: 1. kadir 3, 2. kadir 18, 3. kadir 81, 4. kadir 177, 5. kadir 58, 6. kadir 13, 1 bulutsu ve 9 sönük

EORVM QVAE MEDIA ET CIRCA signiferum sunt circulum: ORTADA VE EKLİPTİK ÇEMBERİNİN ETRAFINDA YER ALANLAR

ARIETIS.: KOÇ
In cornu duaru pcedes & prima oim: Hepsinden evvel, boynuzdaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens in cornu: Boynuzda, diğeri
In rictu duarum Borea: Ağız girişindeki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Quae magis in Austrum: Daha güney yönündeki
In ceruice: Boyundaki
In renibus: Böbreklerdeki
Quae in eductione caudae: Kuyruğun başlangıcındaki
In cauda trium praecedens: Kuyruktaki üç yıldızdan daha batıda olanı
Media: Ortadaki

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM					
Formæ ſtellarum.	Lõgit.		Latit.		
ARIETIS.	partes.		partes		magnitu.
Sequens trium.	20 ⅓	Bor.	1 ½ ⅓	4	
In coxendice.	13 0	Bor.	1 ⅓	5	
In poplite.	11 ⅓	Auſt.	1 ⅓	5	
In extremo pede poſteriore.	8 ⅓	Auſt.	5 ⅓	4	maior
Stellæ 13. quarũ magnit. tertiæ 2. quartæ 4. quintæ 6. ſextæ 1.					
CIRCA ARIETEM INFORMES.					
Quæ ſupra caput.	3 ⅓ ⅓	Bor.	10 0	5	maior
Supra dorſum maxie ſeptẽtrionaria.	15 0	Bor.	10 ⅓	4	
Reliquarum trium parvarum Borea	14 ⅓ ⅓	Bor.	12 ⅓ ⅓	5	
Media.	13 0	Bor.	10 ⅓ ⅓	5	
Auſtralis earum.	12 ⅓	Bor.	10 ⅓ ⅓	5	
Stellæ 5. quarum magnitud. tertiæ 1. quartæ 1. quintæ 3.					
TAVRI.					
In ſectione ex quatuor maxie borea.	19 ⅓ ⅓	Auſt.	6 0	4	
Altera poſt ipſam.	19 ⅓	Auſt.	7 ⅓	4	
Tertia.	18 0	Auſt.	8 ⅓	4	
Quarta maxime Auſtrina.	17 ⅓ ⅓	Auſt.	9 ⅓	4	
In dextro armo.	23 0	Auſt.	9 ⅓	5	
In pectore.	27 0	Auſt.	8 0	3	
In dextro genu.	30 0	Auſt.	12 ⅓ ⅓	4	
In ſuffragine dextra.	26 ⅓	Auſt.	14 ⅓ ⅓	4	
In ſiniſtro genu.	135 ⅓	Auſt.	10 0	4	
In ſiniſtra ſuffragine.	36 ⅓	Auſt.	13 ⅓	4	
In facie 5. q̃ ſuccurlæ vocãt. q̃ nareb.	32 0	Auſt.	5 ⅓ ⅓	3	minor
Inter hanc & boreum oculum.	33 ⅓ ⅓	Auſt.	4 ⅓	3	minor
Inter eandem & oculum Auſtralem.	34 ⅓	Auſt.	0 ⅓ ⅓	3	minor
In ipſo oculo lucẽs palliciũ dicta 10	36 0	Auſt.	5 ⅓	1	
In oculo Boreo.	35 ⅓	Auſt.	3 0	3	
Quæ inf̃ originẽ auſtralis cornu et au	40 ⅓	Auſt.	4 0	4	
In eodẽ cornu duarũ auſtraliũ. (rẽ.	43 ⅓ ⅓	Auſt.	5 0	4	
Quæ magis in boream.	43 ⅓	Auſt.	3 ⅓	5	
In extremo eiuſdem.	50 ⅓	Auſt.	2 ⅓	3	
In origine cornu Septentrionalis.	49 0	Auſt.	4 0	4	
In extremo eiuſdẽ quæq; in dextro pe	49 0	Bor.	5 0	3	
In aure borea duarũ borea. (de Hie-	35 ⅓	Bor.	4 ⅓	5	
Auſtralis earum. (niuchi.	35 0	Bor.	4 0	5	

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM: EKLİPTİĞİN ETRAFINDA, ORTADAKİLER

Formae Stellarum: Takımyıldızlar

Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

ARIETIS.: KOÇ
Sequens trium: Üçünden diğeri
In coxendice: Arka kısımdaki
In poplite: Kalçadaki
In extremo pede posteriore: Arka ayağın ucundaki
Stellae 13. quaru magnit. tertiae 2. quartae 4. quintae 6. sextae 1: 13 yıldız: 3. kadir 2, 4. kadir 4, 5. kadir 6, 6. kadir 1

CIRCA ARIETEM INFORMES: KOÇ'UN ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
Quae supra caput: Başın üzerindeki
Supra dorsum maxie septetrionaria: Arka kısmın üzerinde, kuzeye doğru bakan
Reliquarum trium peruarum Borea: Diğer üç küçük yıldızdan en kuzeyde olanı
Media: Ortadaki
Australis earum: Güneydeki
Stellae 5. quarum magnitud. tertiae 1. quartae 1. quintae 3: 5 yıldız: 3. kadir 1, 4. kadir 1, 5. kadir 3

TAVRI.: BOĞA
In sectione ex quatuor maxie borea: Kesitteki dört yıldızdan en kuzeydeki
Altera post ipsam: Bir sonraki
Tertia: Üçüncüsü
Quarta maxime Austrina: Dördüncüsü, güneydeki
In dextro armo: Sağ omuzdaki
In pectore: Göğüsteki
In dextro genu: Sağ dizdeki
In suffragine dextra: Sağ bilekteki
In sinistro genu: Sol dizdeki
In sinistra suffragine: Sol bilekteki
In facie 5. q succulae uocat, q i narib: Hyades denilen beş yıldızdan, yüzde, burun deliklerinde
Inter hanc & boreum oculum: Bununla kuzeydeki göz arasındaki
Inter eandem & oculum Australem: Bununla güneydeki göz arasındaki
In ipso oculo paliliciu dicta Ro.: Gözdeki, Romalıların "Palilicius" dediği yıldız
In oculo Boreo: Kuzeydeki gözdeki
Quae int origine australis cornu et aure: Boynuzun dibiyle kulak arasında, güney yönündeki
In eode cornu duaru australior: Aynı boynuzdaki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Quae magis in boream: Daha kuzeydeki
In extremo eiusdem: Bunun ucundaki
In origine cornu Septentrionalis: Boynuz dibinin kuzey yönündeki
In extremo eiusde quaeque in dextro pede Heniuchi: Boynuzun ucunda ve Arabacı'nın sağ ayağındaki
In aure borea duaru borea: Kuzey kulaktaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australis earum: Daha güneyde olanı

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM.

Formæ stellarum.	Lõgit. partes.		Latit. partes	magnitu.
TAVRI.				
In ceruice duarũ exiguarũ pcedẽs.	30 ½	Bor.	0 ½	5
Quæ sequitur.	32 ½	Bor.	1 0	6
In collo q̃drilateri pcedẽtis australis.	31 ½	Bor.	5 0	5
Eiusdem lateris Borea.	32 ½	Bor.	7 ½	5
Sequentis lateris Australis.	35 ½	Bor.	3 0	5
Huius lateris Borea.	35 0	Bor.	5 0	5
Pleiadũ pcedẽtis lateris Boreq termi	25 ½	Bor.	4 ½	5
Eiusdẽ lateris australis termin9. (n9	25 ½	Bor.	4 ½	5
Pleiadũ sequẽs angustissimus termi.	27 0	Bor.	5 ½	5
Exigua Pleiadũ & ab extremis secta.	26 0	Bor.	3 0	5

Stellarum 32. absq; ea quæ in extremo cornu Septentrionali. mag. primæ 1. tertiæ 6. quartæ 11. quintæ 13. sextæ 1.

QVAE CIRCA TAVRVM INFORMES.

Inter pedem & armum deorsum.	18 ½	Auſt.	17 ½	4
Circa australiũ cornu pcedens trium.	43 ½	Auſt.	2 0	5
Media trium.	47 ½	Auſt.	1 ½	5
Sequens trium.	49 ½	Auſt.	2 0	5
Sub extremo eiusdem cornu duarum	52 ½	Auſt.	6 ½	5
Australna. (borea.	52 ½	Auſt.	7 ½	5
Sub Boreo cornu quinq; præcedens.	50 ½	Bor.	2 ½	5
Altera sequens.	52 ½	Bor.	1 0	5
Tertia sequens.	54 ½	Bor.	1 ½	5
Reliquarum duarum quæ Borea.	55 ½	Bor.	3 ½	5
Quæ Australis.	56 ½	Bor.	1 ½	5

Stellarum 11 informium, mag. quartæ 1. quintæ 10.

GEMINORVM.

In capite Gemini pcedẽtis. Castoris.	76 ½	Bor.	9 ½	2
In capite Gemini sequẽtis subsequa.	79 ½	Bor.	6 ½	2
In sinistro cubito gemin. pced. (Pol.	70 0	Bor.	10 0	4
In eodem brachio.	72 0	Bor.	7 ½	4
In scapulis eiusdem Gemini.	75 ½	Bor.	5 ½	4
In dextro humero eiusdem.	77 ½	Bor.	4 ½	4
In sinistro humero sequentis gemini.	80 0	Bor.	2 ½	4
In dextro latere antecedẽtis gemini.	75 0	Bor.	2 ½	5
In sinistro latere sequentis gemini.	76 ½	Bor.	3 0	3

0 In

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM: EKLİPTİĞİN ETRAFINDA, ORTADAKİLER

Formae Stellarum: Takımyıldızlar
Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

TAVRI.: BOĞA
In ceruice duaru exiguaru pcedes: Boyundaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Quae sequitur: Onu izleyen
In collo qdrilateri pcedetiu austria: Boyundaki karenin batı kenarında, daha güneydeki
Eiusdem lateris Borea: Aynı kenarda, kuzeydeki
Sequentis lateris Australis: Diğer kenarda, güneydeki
Huius lateris Borea: Bu kenarda, kuzeydeki
Pleiadu pcedetis lateris Borea termi.: Ülker'in batı kenarının kuzey sınırındaki
Eiusde lateris australis termin.: Aynı kenarın güney sınırındaki
Pleiadu seques angustissimus termi.: Ülker'in doğu kenarının daracık sınırındaki
Exigua Pleiadu & ab extremis secta.: Sınırlardan ayrılan, Ülker'in küçük yıldızı
Stellarum 32. absque ea quae in extremo cornu Septentrionali mag. primae 1. tertiae 6. quartae 11. quintae 13. sextae 1: Boynuzun kuzey ucundakinin dışında 32 yıldız: 1. kadir 1, 3. kadir 6, 4. kadir 11, 5. kadir 13, 6. kadir 1

QVAE CIRCA TAVRVM INFORMES: BOĞA'NIN ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
Inter pedem & armum deorsum: Ayağın ortasında, omzun altındaki
Circa austrinu cornu pcedens trium: Güneydeki boynuzun etrafında, üç yıldızdan daha batıda olanı
Media trium: Ortadaki
Sequens trium: Diğeri
Sub extremo eiusdem cornu duarum borea: Aynı boynuzun ucundaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Austrina: Daha güneydeki
Sub Boreo cornu quinque praecedens: Kuzey boynuzun altında, beş yıldızdan en batıda olanı
Altera sequens: Sonraki
Tertia sequens: Üçüncüsü
Reliquarum duarum quae Borea: Diğer ikisinden daha kuzeyde olanı
Quae Australis: Daha güneydeki
Stellarum 11. informium mag. quartae 1. quintae 10: 11 bağımsız yıldız: 4. kadir 1, 5. kadir 10

GEMINORVM.: İKİZLER
In capite Gemini pcedetis. Castoris: İkizler'den batıdaki Castor'un kafasındaki
In capite Gemini sequetis subflaua. Pol.: İkizler'den doğudaki Pollux'un kafasındaki
In sinistro cubito gemin. Pced.: Batıdakinin sol dirseğindeki
In eodem brachio: Aynı koldaki
In scapulis eiusdem Gemini: Aynı ikizin kürekkemiklerindeki
In dextro humero eiusdem: Aynı ikizin sağ omzundaki
In sinistro humero sequentis gemini: İkizler'den doğudakinin sol omzundaki
In dextro latere antecedetis gemini: İkizler'den batıdakinin sağ yanındaki
In sinistro latere sequentis gemini: İkizler'den doğudakinin sol yanındaki
Bor. Kuzey
Aust. Güney

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM.					
Formæ stellarum,	Lõgit.		Latit.		
GEMINORVM.	partes.		partes		magnitu.
In sinistro genu præcedentis gemini.	66	Bor.	1		3 maior.
In sinistro genu sequentis.	71	Aust.	2		3
In sinistro bubone eiusdem.	75 0	Aust.	0		3
In cauitate dextra eiusdem.	74	Aust.	0		3
In pede pœdentis gemini præcedens	60 0	Aust.	1		4 maior.
In eodem pede sequens.	61	Aust.	1		4
In extremo præcedentis gemini.	63	Aust.	3		4
In summo pede sequentis.	65	Aust.	7		3
In infimo eiusdem pedis.	68 0	Aust.	10		4
Stellæ 18. quarũ mag. secundæ 2. tertiæ 5. quartæ 9. quintæ 2.					
CIRCA GEMINOS INFORMES.					
Præcedẽs ad summũ pedẽ gemini pr	57	Aust.	0		4
Quæ ante genu eiusdẽ lucet. (cedẽtis	59	Bor.	5		4 maior.
Antecedens genu sinistrũ seq. gemi.	68	Aust.	2		5
Sequẽtis dextrã manũ gem. sequẽti.	81	Aust.	1		5
Media. (um triũ Borea.	79	Aust.	3		5
Australis trium quæ circa brachiũ de-	79	Aust.	4		5
Lucida sequens tres. (xtrum.	84 0	Aust.	2		4
Stellarum 7 informium, mag. quartæ 3. quintæ 4.					
CANCRI.					
In pectore neb. media, q̃ plepe uocat.	93	Bor.	0		nebulosa.
Quadrilateri duarũ pcedentiũ Borea	91 0	Bor.	1		4 minor
Australis.	91	Aust.	1		4 minor
Sequẽtiũ duarũ q̃ uocãt alioꝝ borea.	93	Bor.	2		4 maior
Australis alium.	94	Aust.	0		4 maior
In chele seu brachio australi.	99	Aust.	5		4
In brachio Septentrionali.	91	Bor.	11		4
In extremo pedis Borei.	86 0	Bor.	1	0	3
In extremo pedis Australi.	90	Aust.	7		4 maior
Stellarum 9. mag. quartæ 7. quintæ 1. nebulosa 1.					
CIRCA CANCRVM INFORMES.					
Supra cubitum Australis Chelæ.	103 0	Aust.	2		4 maior
Sequens ab extremo eiusdem Chelæ	105 0	Aust.	5		4 minor

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM: EKLİPTİĞİN ETRAFINDA, ORTADAKİLER

Formae Stellarum: Takımyıldızlar

Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

GEMINORVM.: İKİZLER
In sinistro genu praecedentis gemini: İkizler'den batıdakinin sol dizindeki
In sinistro genu sequentis: Diğerinin sol dizindeki
In sinistro bubone eiusdem: Aynısının sol kasığındaki
In cavitate dextra eiusdem: Aynısının sağ diz oyuğundaki
In pede pcedentis gemini praecedens: Batıdakinin ayağında, daha batıda olan
In eodem pede sequens: Aynı ayakta, diğeri
In extremo praecedentis gemini: Batıdakinin ayakucundaki
In summo pede sequentis: Doğudakinin ayağının üstündeki
In insimo eiusdem pedis: Aynı ayağın altındaki
Stellae 18. quaru mag. secundae 2. tertiae 5. quartae 9. quintae 2: 18 yıldız: 2. kadir 2, 3. kadir 5, 4. kadir 9, 5. kadir 2

CIRCA GEMINOS INFORMES: İKİZLER'İN ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
Praecedes ad summu pede gemini pcedetis: İkizler'den batıdakinin ayağının üstündeki
Quae ante genu eiusde lucet: Aynısının dizinde, batıdaki
Antecedens genu sinistru seq. gemi.: İkizler'den doğudakinin sol dizinin batı yönündeki
Sequetiu dextra manu gem. Sequetium triu Borea: Aynı ikize ait sağ elde, doğu yönündeki üç yıldızdan en kuzeydeki
Media: Ortadaki
Australis trium quae circa brachiu dextrum: Üç yıldızdan en güneydeki, sağ kolun yanındaki
Lucida sequens tres: Üç yıldızdan en parlak olan
Stellarum 7. informium mag. quartae 3. quintae 4: 7 yıldız: 4. kadir 3, 5. kadir 4

CANCRI.: YENGEÇ
In pectore neb. media q psepe uocat: Göğüsteki Praeses adındaki bulutsu yıldız
Quadrilateri duaru pcedentiu Borea: Karenin batısındaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Austrina: Daha güneydeki
Sequetiu duaru q uocat asini borea: Asini (Eşekler) denen doğudaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australis asinus: Güneydeki Asinus (Eşek)
In chele seu brachio austrino: Kıskaçlardaki ya da güney kolundaki
In brachio Septentrionali: Kuzey kolundaki
In extremo pedis Borei: Kuzey ayağının ucundaki
In extremo pedis Austrini: Güney ayağın ucundaki
Stellarum 9. mag. quartae 7. quintae 1. nebulosa 1: 9 yıldız: 4. kadir 7, 5. kadir 1, 1 bulutsu

CIRCA CANCRVM INFORMES: YENGEÇ'İN ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
Supra cubitum Australis Cheles: Güney kıskacının dirseği üzerindeki
Sequens ab extremo eiusdem Cheles: Aynı kıskacın ucundan sonraki
Bor.: Kuzey
Aust.: Güney
minor: Daha küçük
maior: Daha büyük

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM.

Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.		Latit. partes		magnitu.
CANCRI.					
Supra nubeculam duarum præcedēs.	97	Bor.	4	5	
Sequens hanc.	100	Bor.	7	5	
Quatuor informium, mag. quartæ 2. quintæ 2.					

LEONIS.

In naribus.	101	Bor.	10 0	4	
In hiatu.	104	Bor.	7	4	
In capite duarum Borea.	107	Bor.	12 0	3	
Auſtralis.	107	Bor.	9	3	maior
In ceruice trium Borea.	113	Bor.	11 0	3	
Media.	115	Bor.	8	2	
Auſtralis trium.	114 0	Bor.	4	3	
In corde quæ Baſiliſcū ſiue regulū uo-	115		0	1	
In pectore duarū Auſtrina. (cant.	110	Auſt.	1	4	
Antecedens parūcam quæ in corde.	113	Auſt.	0	5	
In genu dextro prioris.	110		0 0	5	
In drace dextra.	117	Auſt.	3	6	
In genu ſiniſtro anterioris.	122	Auſt.	4	4	
In drace ſiniſtra.	115	Auſt.	4	4	
In ſiniſtra axilla.	122	Auſt.	0	4	
In uentre trium antecedens.	120	Bor.	4 0	6	
Sequentium duarum Borea.	126	Bor.	5	6	
Quæ Auſtralis.	125	Bor.	2	6	
In lumbis duarum quæ præit.	124	Bor.	12	5	
Quæ ſequitur.	127	Bor.	13	2	
In clune duarum Borea.	127	Bor.	11	5	
Auſtrina.	129	Bor.	9	3	
In poſteriori coxa.	133	Bor.	5	3	
In caudate.	135 0	Bor.	1	4	
In poſteriori cubito.	135 0	Auſt.	0	4	
In pede poſteriori.	134 0	Auſt.	3 0	5	
In extremo caudæ.	137	Bor.	11	1	minor
Stellarū 27. mag. primæ 2. ſcdæ 2. tertiæ 6. quartæ 8. quintæ 5. ſextæ 4.					
CIRCA LEONEM INFORMES.					
Supra dorſum duarum præcedens.	119	Bor.	13	5	
Quæ ſequitur.	121	Bor.	15	5	
Sub uentre trium Borea.	129	Bor.	1	4	minor

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM: EKLİPTİĞİN ETRAFINDA, ORTADAKİLER

Formae Stellarum: Takımyıldızlar

Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

CANCRI.: YENGEÇ
Supra nubeculam duarum praecedes: Küçük bulutsunun üzerindeki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens hanc: Diğeri
Quatuor informium mag. quartae 2. quintae 2: 4 bağımsız yıldız: 4. kadir 2, 5. kadir 2

LEONIS.: ASLAN
In naribus: Burun deliklerindeki
In hiatu: Açık ağızdaki
In capite duarum Borea: Kafada, daha kuzeydeki
Australis: Güneydeki
In ceruice trium Borea: Boyundaki üç yıldızdan en kuzeyde olanı
Media: Ortadaki
Australis trium: En güneydeki
In corde que Basiliscu siue regulu uocant: Kalpte, Basiliscus ya da Regulus adındaki yıldız
In pectore duaru Austrina: Göğüsteki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Antecedens paru eam quae in corde: Kalpte, biraz batıdaki
In genu dextro priori: Sağ ön bacağın dizindeki
In drace dextra: Sağ ayak izindeki
In genu sinistro anteriori: Sol ön bacağın dizindeki
In drace sinistra: Sol ayak izindeki
In sinistra axilla: Sol koltuk altındaki
In uentre trium antecedens: Karındaki üç yıldızdan en doğuda olanı
Sequentium duarum Borea: Takip eden iki yıldızdan kuzeyde olanı
Quae Australis: Güneydeki
In lumbis duarum quae praeit: Beldeki iki yıldızdan batıda olanı
Quae sequitur: Sonraki
In clune duarum Borea: Kalçadaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Austrina: Güneydeki
In posteriroi coxa: Kalça kemiğindeki
In cauitate: Diz oyuğundaki
In posteriori cubito: Bacağın aşağı kısmındaki
In pede posteriori: Arka ayaktaki
In extremo caudae: Kuyruğun ucundaki
Stellaru 27. mag. primae 2. scdae 2. tertiae 6. quartae 8. qntae 5. sextae 4: 27 yıldız: 1. kadir 2, 2. kadir 2, 3. kadir 6, 4. kadir 8, 5. kadir 5, 6. kadir 4

CIRCA LEONEM INFORMES: ASLAN'IN ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
Supra dorsum duarum praecedens: Arka tarafın yukarısındaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Quae sequitur: Daha doğudaki
Sub uentre trium Borea: Karnın altındaki üç yıldızdan en kuzeyde olanı
maior: Daha büyük
minor: Daha küçük

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM.

Formæ ſtellarum.	Logit. partes.		Latit. partes	magnitu.
LEONIS.				
Media.	130 ½	Auſt.	0 ½	5
Auſtralis trium.	132 ½	Auſt.	2 ½ ⅓	5
Inter extrema Leonis & Vrſæ nebuloſæ inuolutiõis, quam uocant Beronices crines. q̃ maxiæ in Boreã	138 ½	Bor.	30 0	Luminoſa.
Auſtralium duarum præcedens.	133 ½ ⅓	Bor.	25 0	obſcura
Quæ ſequitur in figura folij hederæ.	141 ½ ⅓	Bor.	25 ½	obſcura
Informium 8. mag. quartæ 1. quintæ 4. luminoſa 1. obſcuræ 2.				
VIRGINIS.				
In lumino capite duarũ p̃cedẽs Au.	139 ½ ⅓	Bor.	4 ½	5
Sequens Septentrionalior. (ſtrina.	140 ½	Bor.	5 ⅓ ⅙	5
In uultu duarum Borea.	144 0	Bor.	8 0	5
Auſtralis.	143 ½	Bor.	5 ⅓	5
In extremo alæ ſiniſtræ & Auſtrinæ.	142 ½	Bor.	6 0	3
Earũ q̃ in ſiniſtra ala q̃tuor p̃cedens.	151 ½	Bor.	1 ⅓	3
Altera ſequens.	156 ½	Bor.	2 ⅓ ⅓	3
Tertia.	160 ½	Bor.	2 ⅓ ⅓	5
Vltima quarnor ſequens.	164 ½	Bor.	1 ⅓ ⅒	4
In dextro latere ſub cingulo.	157 ½ ⅓	Bor.	8 ⅓	3
In dextra & Borea ala triũ p̃cedens.	151 ½	Bor.	13 ½ ⅓	5
Reliquarum duarum Auſtrina.	153 ⅕	Bor.	11 ½ ⅛	6
Ipſarum Borea uocata Vindemiator.	155 ⅓	Bor.	15 ⅓	3
In ſiniſtra manu quæ Spica uocatur.	170 0	Auſt.	2 0	1
Sub pertzomate & in clune dextra.	168 ½	Bor.	8 ½ ⅙	3
In ſiniſtra coxa q̃dratetri p̃decẽtium	269 ½ ⅛	Bor.	2 ⅓	5
Auſtralis. (Borea.	170 ⅓	Bor.	0 ½	6
Sequentium duarum Borea.	173 ⅓	Bor.	1 ⅓	4
Auſtrina.	171 ⅓	Bor.	0 ⅓	5
In genu ſiniſtro.	175 0	Bor.	1 ½	5
In poſtremo coxæ dextræ	171 ½	Bor.	8 ⅓	5
In ſyrmate quæ media.	180 0	Bor.	7 ⅕	4
Quæ Auſtrina.	180 ⅓ ⅓	Bor.	2 ⅓ ⅓	4
Quæ Borea.	181 ⅓ ⅓	Bor.	11 ½ ⅙	4
In ſiniſtro & Auſtrino pede.	183 ⅓	Bor.	0 ⅓	4
In dextro & Boreo pede.	186 0	Bor.	9 ⅓ ⅓	3
Stellarũ 26. mag. primæ 1. tertiæ 6. quartæ 6. quintæ 11. ſextæ 2.				

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM: EKLİPTİĞİN ETRAFINDA, ORTADAKİLER

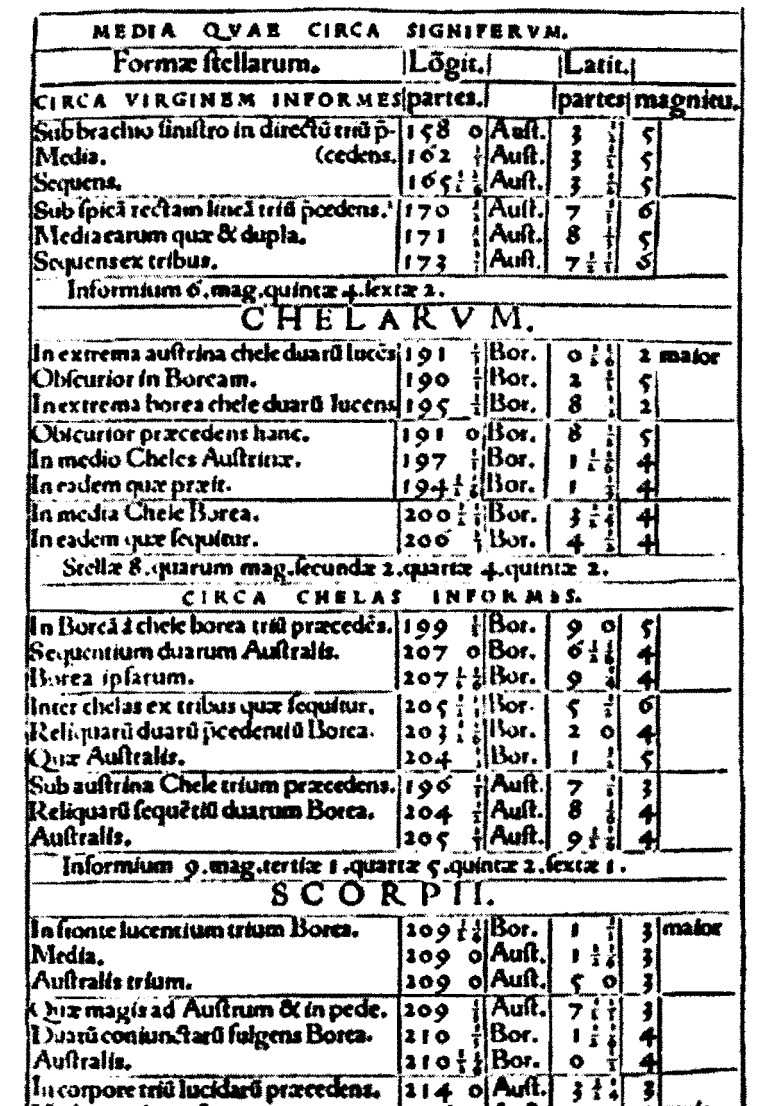
Formae Stellarum: Takımyıldızlar

Logit. partes: Boylam değerleri

Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

LEONIS.: ASLAN
Media: Ortadaki
Australis trium: Daha güneydeki
Inter extrema Leonis & Vrsae nebulosae inuolutiois, quam uocant Beronices crines q. maxiae in Borea: Aslan'ın sınırlarıyla Berenis'in Saçı denen karmaşık bulutsu arasında, en kuzey uçtaki
Australium duarum praecedens: Güneydeki iki yıldızdan daha batıda olanı
Quae sequitur in figura folii hederae: Sarmaşık yaprağı şeklinde, doğu yönündeki
Informium 8. mag. quartae 1. quintae 4. luminosa 1. obscurae 2: 8 bağımsız yıldız: 4. kadir 1, 5. kadir 4, 1 parlak, 2 sönük

VIRGINIS.: BAŞAK
In summo capite duaru pcedes Austrina: Kafanın üstündeki iki yıldızdan daha güneybatıda olanı
Sequens Septentrionalior: Kuzeybatıdaki
In uultu duarum Borea: Yüzdeki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australis: Daha güneydeki
In extremo alae sinistrae & Austrinae: Sol ve güney kanadın ucundaki
Earu q in sinistra ala qtuor pcedens: Sol kanattaki dört yıldızdan en batıda olanı
Altera sequens: Takip eden diğeri
Tertia: Üçüncüsü
Vltima quatuor sequens: Sonuncu ve dörtlünün en doğusundaki
In dextro latere sub cingulo: Kemerin altında, sağ yanda
In dextra & Borea ala triu pcedens: Kuzey kanattaki, sağdaki üç yıldızdan en batıda olanı
Reliquarum duarum Austrina: Diğer iki yıldızdan güneyde olanı
Ipsarum Borea uocata vindemiator: Daha kuzeydeki Vindemiator denen
In sinistra manu quae Spica uocatur: Sol eldeki Spica denen
Sub perizomate & in clune dextra: Kemerin altındaki, sağ kalçadaki
In sinistra coxa qdrilateri pcedetium Borea: Sol kalça kemiğindeki dörtgenin batı kenarındaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australis: Güneydeki
Sequentium duarum Borea: Diğer iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Austrina: Güneydeki
In genu sinistro: Sol dizdeki
In postremo coxae dextrae: Sağ kalça kemiğinin arka kenarındaki
In syrmate quae media: Ortada, dalgalı kıyafetteki
Quae Austrina: Güneydeki
Quae Borea: Kuzeydeki
In sinistro & Austrino pede: Solda, güney ayağındaki
In dextro & Boreo pede: Sağda, kuzey ayağındaki
Stellaru 26. mag. primae 1. tertiae 6. quartae 6. quintae 11. sextae 2: 26 yıldız: 1. kadir 1, 3. kadir 6, 4. kadir 6, 5. kadir 11, 6. kadir 2



MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM.					
Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.		Latit. partes		magnitu.
CIRCA VIRGINEM INFORMES					
Sub brachio ſiniſtro in directũ triũ p̃cedens.	158 0	Auſt.	3	5	
Media. (cedens.	162	Auſt.	3	5	
Sequens.	165	Auſt.	3	5	
Sub ſpicã rectam lineã triũ p̃cedens.	170	Auſt.	7	6	
Media earum quæ & dupla.	171	Auſt.	8	5	
Sequens ex tribus.	173	Auſt.	7	5	
Informium 6. mag. quintæ 4. ſextæ 2.					
CHELARVM.					
In extrema auſtrina chele duarũ lucẽs	191	Bor.	0	2	maior
Obſcurior in Boream.	190	Bor.	2	5	
In extrema borea chele duarũ lucens	195	Bor.	8	2	
Obſcurior præcedente hanc.	191 0	Bor.	8	5	
In medio Cheles Auſtrinæ.	197	Bor.	1	4	
In eadem quæ præit.	194	Bor.	1	4	
In media Chele Borea.	200	Bor.	3	4	
In eadem quæ ſequitur.	206	Bor.	4	4	
Stellæ 8. quarum mag. ſecundæ 2. quartæ 4. quintæ 2.					
CIRCA CHELAS INFORMES.					
In Borcã à chele borea triũ præcedẽs.	199	Bor.	9 0	5	
Sequentium duarum Auſtralis.	207 0	Bor.	6	4	
Borea ipſarum.	207	Bor.	9	4	
Inter chelas ex tribus quæ ſequitur.	205	Bor.	5	6	
Reliquarũ duarũ p̃cedentiũ Borea.	203	Bor.	2 0	4	
Quæ Auſtralis.	204	Bor.	1	5	
Sub auſtrina Chele trium præcedens.	196	Auſt.	7	3	
Reliquarũ ſequẽtiũ duarum Borea.	204	Auſt.	8	4	
Auſtralis.	205	Auſt.	9	4	
Informium 9. mag. tertiæ 1. quartæ 5. quintæ 2. ſextæ 1.					
SCORPII.					
In fronte lucentium trium Borea.	209	Bor.	1	3	maior
Media.	209 0	Auſt.	1	3	
Auſtralis trium.	209 0	Auſt.	5 0	3	
Quæ magis ad Auſtrum & in pede.	209	Auſt.	7	3	
Duarũ coniunctarũ fulgens Borea.	210	Bor.	1	4	
Auſtralis.	210	Bor.	0	4	
In corpore triũ lucidarũ præcedens.	214 0	Auſt.	3	3	
Media rutilans Antares uocata.	216 0	Auſt.	4 0	2	maior
Sequens trium.	217	Auſt.	5	3	

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM: EKLİPTİĞİN ETRAFINDA, ORTADAKİLER

Formae Stellarum: Takımyıldızlar
Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

CIRCA VIRGINEM INFORMES: BAŞAK ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
Sub brachio sinistro in directu triu pcedens: Sol kolun altındaki düz çizgideki üç yıldızdan en batıda olanı
Media: Ortadaki
Sequens: Diğeri
Sub Spica rectam linea triu pcedens: Spica'nın altındaki düz çizgideki üç yıldızdan batıda olanı
Media earum quae & dupla: Ortada ve ikili olan
Sequens ex tribus: Üç taneden diğeri
Informium 6. mag. quintae 4. sextae 2: 6 bağımsız yıldız: 5. kadir 4, 6. kadir 2

CHELARVM.: AKREP'İN KISKAÇLARI
Eskiden bu adla anılan takımyıldıza sonradan verilen ve günümüzde de kullanılan ad Terazi'dir)
In extrema austrina chele duaru luces: Güney kıskacın ucundaki iki yıldızdan parlak olanı
Obscurior in Boream: Kuzey yönündeki daha sönük olan
In medio Cheles Austrinae: Güney kıskacın ortasındaki
In eadem quae praeit:Aynı kıskaçta, doğu yönündeki
In media Chele Borea: Kuzey kıskacın ortasındaki
In eadem quae sequitur: Aynı kıskaçta, doğu yönündeki
Stellae 8. quarum mag. secundae 2. quartae 4. quintae 2: 8 yıldız: 2. kadir 2, 4. kadir 4, 5. kadir 2

CIRCA CHELAS INFORMES: AKREP'İN KISKAÇLARI'NIN ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
In Borea a chele borea triu praecedes: Kuzey kıskacın kuzeyindeki üç yıldızdan en batıda olanı
Sequentium duarum Australis: Doğu yönündeki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Borea ipsarum: Kuzeydeki
Inter chelas ex tribus quae sequitur: Kıskaçlar arasındaki üç yıldızdan daha doğuda olanı
Reliquaru duaru pcedentiu Borea: Batıdaki diğer iki yıldızdan kuzeyde olanı
Quae Australis: Güneydeki
Sub austrina Chele trium praecedens: Güney kıskacın altındaki üç yıldızdan en batıda olanı
Reliquaru sequetiu duarum Borea: Doğu yönündeki diğer iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australis: Daha güneydeki
Informium 9. mag. tertiae 1. quartae 5. quintae 2. sextae 1: 9 bağımsız yıldız: 3. kadir 1, 4. kadir 5, 5. kadir 2, 6. kadir 1

SCORPII.: AKREP
In fronte lucentium trium Borea: Alındaki üç parlak yıldızdan en kuzeyde olanı
Media: Ortadaki
Australis trium: Güneydeki
Quae magis ad Austrum & in pede: Daha güneyde, ayaktaki
Duaru coniunctaru fulgens Borea: Birbirine yakın parlak yıldızlardan daha kuzeyde olanı
Australis: Güneydeki
In corpore triu lucidaru praecedens: Gövdedeki üç parlak yıldızdan en batıda olanı
Media rutilans Antares uocata: Ortadaki, Antares denen
Sequens trium: Diğeri

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM.

Formæ stellarum.	Lögit. partes.		Latit. partes		magnitu.
SCORPII.					
In ultimo acetabulo duarũ pcedens.	212 1/6	Auſt.	6 1/6		5
Sequens.	213 1/6	Auſt.	6 1/6		5
In primo corporis ſpondylo.	221 1/2	Auſt.	11	0	3
In ſecundo ſpondylo.	222 1/6	Auſt.	15	0	4
In tertio duplicis Borea.	223 1/6	Auſt.	18 1/6		4
Auſtrina duplicis.	223 1/6	Auſt.	18	0	3
In quarto ſpondylo.	220 1/2	Auſt.	19 1/2		3
In quinto.	231 1/6	Auſt.	18 1/6		3
In ſexto ſpondylo.	233 1/6	Auſt.	16 1/2		3
In ſeptimo quæ proxima aculeo.	232 1/6	Auſt.	15 1/6		3
In ipſo aculeo duarum ſequens.	230 1/2	Auſt.	13 1/6		3
Antecedens.	230 1/6	Auſt.	12 1/6		4

Stellæ 21. quarum ſecundæ mag. 1. tertiæ 13. quartæ 5. quintæ 2.

CIRCA SCORPIVM INFORMES.

Nebuloſa ſequens aculeum.	234 1/6	Auſt.	12 1/2		Nebuloſa
Ab aculeo in boream duarũ ſequens.	228 1/6		0 1/6		5
Quæ ſequitur.	232 1/6	Auſt.	4 1/6		5

Informium trium, mag. quintæ duæ, nebuloſa una.

SAGITARII.

In cuſpide ſagittæ.	237 1/6	Auſt.	6 1/6		3
In manubrio ſiniſtræ manus.	241 0	Auſt.	6 1/6		3
In Auſtrali parte arcus.	241 1/6	Auſt.	10 1/6		3
In Septentrionali duarũ Auſtralior.	242 1/6	Auſt.	1 1/6		3
Magis in Boream in extremitate ar-	240 0	Bor.	2 1/6		4
In humero ſiniſtro. (cus	248 1/6	Auſt.	3 1/6		3
Antecedens hanc in ſaculo.	240 1/6	Auſt.	3 1/6		4
In oculo nebuloſa duplex.	248 1/6	Bor.	0 1/6		Nebuloſa
In capite trium quæ antelt.	249 0	Bor.	2 1/6		4
Media.	251 0	Bor.	1 1/6		4 maiorr
Sequens.	252 1/6	Bor.	2	0	4
In Boreo contactu trium Auſtralior.	254 1/6	Bor.	2 1/6		4
Media.	255 1/6	Bor.	4 1/6		4
Borea trium.	256 1/6	Bor.	6 1/6		4
Sequens tres obſcura.	259 0	Bor.	5 1/6		6
In Auſtrali contactu duarum Borea.	262 1/3	Bor.	5	0	5
Auſtralis.	261 0	Bor.	2	0	6
In humero dextro.	255 1/3	Auſt.	1 1/3		5

In

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM: EKLİPTİĞİN ETRAFINDA, ORTADAKİLER

Formae Stellarum: Takımyıldızlar

Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

SCORPII.: AKREP
In ultimo acetabulo duaru pcedens: Ayağın ucundaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In primo corporis spondylo: İlk omurdaki
In secundo spoondylo: İkinci omurdaki
In tertio duplicis Borea: Üçüncü omurdaki çiftten daha kuzeyde olanı
Austrina duplicis: Daha güneydeki
In quarto spondylo: Dördüncü omurdaki
In quinto: Beşincideki
In sexto spondylo: Altıncı omurdaki
In septimo quae proxima aculeo: Yedincide, iğnenin yanındaki
In ipso aculeo duarum sequens: İğnedeki iki yıldızdan daha batıda olanı
Antecends: Doğudaki
Stellae 21. quarum secundae mag. 1. tertiae 13. quartae 5. quintae 2: 21 yıldız: 2. kadir 1, 3. kadir 13, 4. kadir 5, 5. kadir 2

CIRCA SCORPIVM INFORMES: AKREP'İN ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
Nebulosa sequens aculeum: İğnenin doğu yönündeki bulutsu yıldız
Ab aculeo in boream duaru sequens: İğnenin kuzeyindeki iki yıldızdan daha batıda olanı
Quae sequitur: Sonraki
Informium trium mag. quintae duae, nebulosae una: 3 bağımsız yıldız: 5. kadir 2, 1 bulutsu

SAGITARII.: YAY
In cuspide sagittae: Okun baş kısmındaki
In manubrio sinistrae manus: Sol elin avucundaki
In Australi parte arcus: Yayın güney kısmındaki
In Septentironali duaru Australior: Kuzey yönündeki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Magis in Boream in extremitate arcus: Yayın ucunda, daha kuzeydeki
In humero sinistro: Sol omuzdaki
Antecedens hanc in iaculo: Batı yönünde, mızraktaki
In oculo nebulosa duplex: Gözdeki bulutsu, ikili olan
In capite trium quae anteit: Kafadaki üç yıldızdan en batıda olanı
Media: Ortadaki
Sequens: Diğeri
In Boreo contactu trium Australior: Kuzey kesişimindeki üç yıldızdan daha güneyde olanı
Media: Ortadaki
Borea trium: Daha kuzeydeki
Sequens tres obscura: Üç yıldızdan sonraki sönük olan
In Australi contactu duarum Borea: Güney kesişimindeki iki yıldızdan kuzeyde olanı
Australis: Güneydeki
In humero dextro: Sağ omuzdaki

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM.

Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.		Latit. partes	magnitu.
SAGITARII.				
In dextro cubito.	258 $\frac{1}{3}$	Auſt.	2 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	5
In ſcapulis.	253 $\frac{1}{3}$	Auſt.	2 $\frac{1}{3}$	5
In armo.	251 0	Auſt.	4 $\frac{1}{3}$	4 maior
Sub axilla.	249 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{6}$	Auſt.	6 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{6}$	3
In ſubfragine ſiniſtra priore.	251 0	Auſt.	2 $\frac{1}{3}$ 0	2
In genu eiuſdem cruris.	250 $\frac{1}{3}$	Auſt.	1 8 0	2
In priori dextra ſuffragine.	240 0	Auſt.	1 3 0	3
In ſiniſtra ſcapula.	260 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{6}$	Auſt.	1 3 $\frac{1}{3}$	3
In anteriori dextro genu.	260 0	Auſt.	20 $\frac{1}{2}$	3
In eductiõe caudæ 4 boreæ lateris p-	261 0	Auſt.	4 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	5
Sequens eiuſdem lateris. (cedẽs.	261 $\frac{1}{3}$	Auſt.	4 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	5
Auſtrini lateris præcedens.	261 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	Auſt.	5 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	5
Sequens eiuſdem lateris.	263 0	Auſt.	6 $\frac{1}{2}$	5

Stellæ 31. quarum mag. ſecundæ 2. tertiæ 9. quartæ 9. quintæ 8. ſextæ 2. nebuloſa una.

CAPRICORNI.

In præcedente cornu trium Boreæ.	270 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{6}$	Bor.	7 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	3
Media.	271 0	Bor.	6 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	6
Auſtralis trium.	270 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{6}$	Bor.	5 0	3
In extremo ſequentis cornu.	272 $\frac{1}{3}$	Bor.	8 0	6
In rictu trium Auſtralis.	272 $\frac{1}{3}$	Bor.	0 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	6
Reliquarum duarum præcedens.	272 0	Bor.	1 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	6
Sequens.	272 $\frac{1}{6}$	Bor.	1 $\frac{1}{2}$	6
Sub oculo dextro.	270 $\frac{1}{3}$	Bor.	0 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{6}$	5
In ceruice duarum Boreæ.	275 0	Bor.	4 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{12}$	6
Auſtralis.	275 $\frac{1}{2}$	Auſt.	0 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	5
In dextro genu.	274 $\frac{1}{6}$	Auſt.	6 $\frac{1}{2}$	4
In ſiniſtro genu ſubfracto.	275 0	Auſt.	8 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	4
In ſiniſtro humero.	280 0	Auſt.	7 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	4
Sub aluo duarũ cõtiguarũ præcedẽs.	283 $\frac{1}{3}$	Auſt.	6 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	4
Sequens.	283 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	Auſt.	6 0	5
In medio corpore trium ſequens.	282 0	Auſt.	4 $\frac{1}{2}$	5
Reliquarum præcedentiũ Auſtralis.	280 0	Auſt.	4 0	5
Septentrionalis earum.	280 0	Auſt.	2 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	5
In dorſo duarum quæ antec.	280 0	Auſt.	0 0	4
Sequens.	284 $\frac{1}{3}$	Auſt.	0 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	4
In Auſtrali ſpina antecedens duarũ.	286 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	Auſt.	4 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$	4

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM: EKLİPTİĞİN ETRAFINDA, ORTADAKİLER
Formae Stellarum: Takımyıldızlar

Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

SAGITARII.: YAY
In dextro cubito: Sağ dirsekteki
In scapulis: Kürek kemiklerindeki
In armo: Omuzdaki
Sub axilla: Koltuk altındaki
In subfragine sinistra priore: Sol ön bacağın bileğindeki
In genu eiusdem cruris: Aynı bacağın dizindeki
In priori dextra suffragine: Sağ ön bacağın bileğindeki
In sinistra scapula: Sol kürekkemiğindeki
In anteriori dextro genu: Sağ ön bacağın dizindeki
In eductioe caudae 4 borei lateris pcedes: Kuyruğun başlangıcındaki karenin kuzey kenarında, daha batıdaki
Sequens eiusdem lateris: Aynı kenarda, diğeri
Austrini lateris praecedens: Güney kenarında, daha batıdaki
Sequens eiusdem lateris: Aynı kenarda, daha doğudaki
Stellae 31. quarum mag. secundae 2. tertiae 9. quartae 9. quintae 8. sextae 2. nebulosa una: 31 yıldız: 2. kadir 2, 3. kadir 9, 4. kadir 9, 5. kadir 8, 6. kadir 2, 1 bulutsu

CAPRICORNI.: OĞLAK
In praecedente cornu trium Borea: Batı boynuzundaki üç yıldızdan en kuzeyde olanı
Media: Ortadaki
Australis trium: Güneydeki
In extremo sequentis cornu: Doğu boynuzunun ucundaki
In rictu trium Australis: Ağzın girişindeki üç yıldızdan en güneyde olanı
Reliquarum duarum praecedens: Diğer iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
Sub oculo dextro: Sağ gözün altındaki
In ceruice duarum Borea: Boyundaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australis: Daha güneydeki
In dextro genu: Sağ dizdeki
In sinistro genu subtracto: Kıvrık olan sol dizdeki
In sinistro humero: Sol omuzdaki
Sub aluo duaru cotiguaru praecedes: Karnın altındaki iki bitişik yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In medio corpore trium sequens: Gövdenin ortasındaki üç yıldızdan en doğuda olanı
Reliquarum praecedentiu Australis: Batıdaki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Septentrionalis earum: Daha kuzeydeki
In dorso duarum quae anteit: Arkadaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In Australi spina antecedens duaru: Omurganın güney bölümündeki iki yıldızdan daha batıda olanı

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM.

Formæ ſtellarum.	Lögit. partes.		Latit. partes		magnitu.
CAPRICORNI.					
Sequens.	288 ½	Auſt.	4 ½		4
In eductione caudæ duarũ præcedẽs.	288 ½	Auſt.	2 ½		3
Sequens.	289 ½	Auſt.	2 0		3
In Borea pte caudæ quatuor p̃cedẽs.	290 ½	Auſt.	2 ½		4
Reliquarum trium Auſtralis.	292 0	Auſt.	5 0		5
Media.	291 0	Auſt.	2 ½		5
Borea quæ in extremo caudæ.	292 0	Bor.	4 ½		5
Stellæ 28. quarum mag. tertiæ 4. quartæ 9. quintæ 6. ſextæ 6.					
AQVARII.					
In capite.	293 ½	Bor.	15 ½	½	5
In humero dextro quæ clarior	299 ½	Bor.	11 0		3
Quæ obſcurior.	289 ½	Bor.	9 ½		5
In humero ſiniſtro.	290 0	Bor.	8 ½		3
Sub axilla.	290 ½	Bor.	6 ½		5
Sub ſiniſtra manu i ueſte ſequẽs trib.	280 0	Bor.	5 ½		3
Media.	279 ½	Bor.	8 0		4
Antecedens trium.	278 0	Bor.	8 ½		3
In cubito dextro.	302 ½	Bor.	8 ½		3
In dextra manu quæ Borea.	303 0	Bor.	10 ½	½	3
Reliquarũ duarũ auſtraliũ præcedẽs.	305 ½	Bor.	9 0		3
Quæ ſequitur.	306 ½	Bor.	8 ½		3
In dextra coxa duarũ ꝓpinquarũ præ	299 ½	Bor.	3 0		4
Sequens. (cedens.	300 ½	Bor.	2 ½		5
In dextro clune.	302 0	Auſt.	0 ½	½	4
In ſiniſtro clune duarum Auſtralis.	295 0	Auſt.	1 ½	½	4
Septentrionalior.	295 ½	Bor.	4 0		6
In dextra tibia Auſtralis.	305 0	Auſt.	7 ½		3
Borea.	304 ½	Auſt.	5 0		4
In ſiniſtra coxa.	301 0	Auſt.	5 ½	½	5
In ſiniſtra tibia duarum Auſtralis.	300 ½	Auſt.	10 0		5
Septentrionalis ſub genu.	302 ½	Auſt.	9 0		5
In profuſione aquæ i manu prima.	303 ½	Bor.	2 0		4
Sequens Auſtralior.	308 ½	Bor.	0 ½		4
Quæ ſequitur in primo ſinu aquæ.	311 0	Auſt.	1 ½		4
Sequens hanc.	313 ½	Auſt.	0 ½		4
In altero ſinu Auſtrali.	313 ½	Auſt.	1 ½	½	4
Sequentium duarum Borea.	312 ½	Auſt.	3 ½		4
Auſtralis.	312 ½	Auſt.	4 ½		4
In Auſtrum auulſa.	314 ½	Auſt.	8 ½		5

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM: EKLİPTİĞİN ETRAFINDA, ORTADAKİLER

Formae Stellarum: Takımyıldızlar
Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

CAPRICORNI.: OĞLAK
Sequens: Sonraki
In eductione caudae duaru praecedes: Kuyruğun dibindeki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Sonraki
In Borea pte caudae quatuor pcedes: Kuyruğun kuzey bölümündeki dört yıldızdan daha batıda olanı
Reliquarum trium Australis: Kalan üçünden daha güneyde olanı
Media: Ortadaki
Borea quae in extremo caudae: Kuyruğun ucunda, en kuzeydeki
Stellae 28. quarum mag. tertiae 4. quartae 9. quintae 6. sextae 6: 28 yıldız: 3. kadir 4, 4. kadir 9, 5. kadir 9, 6. kadir 6

AQVARII.: KOVA
In capite: Kafadaki
In humero dextro quae clarior: Sağ omuzdaki iki yıldızdan daha parlak olan
Quae obscurior: Daha sönük olanı
In humero sinistro: Sol omuzdaki
Sub axilla: Koltuk altındaki
Sub sinistra manu i ueste seques triu: Kabanda ve sol elin altındaki üç yıldızdan en doğuda olanı
Media: Ortadaki
Antecedens trium: En batıdaki
In cubito dextro: Sağ dirsekteki
In dextra manu quae Borea: Sağ elde en kuzey noktadaki
Reliquaru duaru australiu praecedes: Güney yönündeki diğer iki yıldızdan daha batıda olanı
Quae sequitur: Daha doğudaki
In dextra coxa duaru ppinquaru praecedens: Sağ kalça kemiğindeki iki bitişik yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In dextro clune: Sağ baldırdaki
In sinistro clune duarum Australis: Sol baldırdaki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Septentrionalior: Daha kuzeydeki
In dextra tibia Australis: Sağ kavalkemiğinde, güneydeki
Borea: Kuzeydeki
In sinistra coxa: Sol kalça kemiğindeki
In sinistra tibia duarum Australis: Sol kavalkemiğindeki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Septentrionalis sub genu: Dizin altında, kuzeydeki
In prosusione aquae a manu prima: Elden dökülen sudaki ilk yıldız
Sequens Australior: Daha güneydeki
Quae sequitur in primo flexu aquae: Sudaki ilk dalgada, doğu yönündeki
Sequens hanc: Onu izleyen
In altero flexu Australi: Diğer dalgada, güneydeki
Sequentium duarum Borea: Doğu yönündeki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australis: Daha güneydeki
In Austrum auulsa: Güney yönünde, daha uzaktaki

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM.

Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.		Latit. partes		magnitu.
AQVARII.					
Poſt hanc duarũ cõiunctarũ ꝓcedẽs.	316 0	Auſt.	11 0		5
Sequens.	316 ½	Auſt.	10 ½ ½		5
In tertio aquæ flexu Borea trium.	315 0	Auſt.	14 0		5
Media.	316 0	Auſt.	14 ½ ½		5
Sequens trium.	316 ½	Auſt.	15 ½ ½		5
Sequentiũ exemplo ſimili triũ Borea	310 ½	Auſt.	14 ½		4
Media.	310 ½ ½	Auſt.	15 0		4
Auſtralis trium.	311 ½ ½	Auſt.	15 ½ ½		4
In ultima inflectione trium ꝓcedens.	305 ½	Auſt.	14 ½ ½		4
Sequentium duarum Auſtralis.	306 0	Auſt.	15 ½		4
Borea.	306 ½	Auſt.	14 0		4
Vltima aquæ & in ore piſcis auſtrini.	300 ½	Auſt.	23 0		1
Stellarum 42. mag. primæ 1. tertiæ 9. quartæ 18. quintæ 13. ſextæ. 1					
CIRCA AQVARIVM INFORMES.					
Sequẽtiũ flexũ aquæ triũ præcedens.	320 0	Auſt.	15 ½		4
Reliquarum duarum Borea.	323 0	Auſt.	14 ½		4
Auſtralis earum.	322 ½	Auſt.	18 ½		4
Stellæ tres, magnitudine quarta maiores.					

PISCIVM.

In ore Piſcis antecedentis.	315 0	Bor.	9 ½	4	
In occipite duarum Auſtralis.	317 ½	Bor.	7 ½	4	maior
Borea.	321 ½	Bor.	9 ½	4	
In dorſo duarum quæ præit.	319 ½	Bor.	9 ½	4	
Quæ ſequitur.	324 0	Bor.	7 ½	4	
In aliud præcedens.	319 ½	Bor.	4 ½	4	
Sequens.	323 0	Bor.	2 ½	4	
In cauda eiuſdem Piſcis.	329 ½	Bor.	6 ½	4	
In lino eius prima & cauda.	334 ½	Bor.	5 ½ ½	6	
Quæ ſequitur.	336 ½	Bor.	2 ½ ½	6	
Poſt hac tritum lucidarum præcedens	340 ½	Bor.	2 ½	4	
Media.	343 ½ ½	Bor.	1 ½	4	
Sequens.	346 ½	Auſt.	1 ½	4	
In flexura duarum exiguarũ Borea.	345 ½ ½	Auſt.	2 0	6	
Auſtralis.	346 ½	Auſt.	5 0	6	
Poſt inflexionem trium præcedens.	350 ½	Auſt.	2 ½	4	
Media.	352 0	Auſt.	4 ½ ½	4	
Sequens.	354 0	Auſt.	7 ½ ½	4	

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM: EKLİPTİĞİN ETRAFINDA, ORTADAKİLER

Formae Stellarum: Takımyıldızlar
Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

AQVARII.: KOVA
Post hanc duaru coiunctaru pcedes: Doğu yönündeki iki bitişik yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In tertio aquae flexu Borea trium: Sudaki üçüncü dalgadaki üç yıldızdan daha kuzeyde olanı
Media: Ortadaki
Sequens trium: Üç yıldızdan diğeri
Sequentiu exemplo simili triu Boreo: Doğu yönünde, aynı kıvrımdaki üç yıldızdan daha kuzeyde olanı
Media: Ortadaki
Australis trium: Üç yıldızdan güneyde olanı
In ultima inflectione trium pcedens: Sudaki son dalgada, üç yıldızdan daha batıda olanı
Sequentium duarum Australis: Diğer iki yıldızdan daha güneyde olanı
Borea: Kuzeydeki
Vltima aquae & in ore piscis austrini: Sudaki sonuncu ve güneydeki Balık'ın ağzındaki
Stellarum 42. mag. primae 1. tertiae 9. quartae 18. qntae 13. sextae 1: 42 yıldız: 1. kadir 1, 3. kadir 9, 4. kadir 18, 5. kadir 13, 6. kadir 1

CIRCA AQVARIVM INFORMES: KOVA'NIN ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
Sequetiu flexu aquae triu praecedens: Sudaki dalganın doğusundaki üç yıldızdan en batıda olanı
Reliquarum duarum Borea: Diğer iki yıldızdan kuzeyde olanı
Australis earum: Güneydeki
Stellae tres, magnitudine quarta maiores: 3 yıldız: 4. kadirden daha fazla

PISCIVM.: BALIK
In ore Piscis antecedentis: Batıda, balığın ağzındaki
In occipite duarum Australis: Kafanın arka kısmındaki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Borea: Kuzeydeki
In dorso duarum quae praeit: Arkadaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Quae sequitur: Sonraki
In aliud praecedens: Daha batıdaki
Sequens: Onu izleyen
In cauda eiusdem Piscis: Aynı balığın kuyruğundaki
In lino eius prima a cauda: Oltadaki, kuyruktan itibaren ilk yıldız
Quae sequitur: Onu izleyen
Post hac trium lucidarum praecedens: Doğu yönündeki üç parlak yıldızdan en batıda olanı
Media: Ortadaki
Sequens: Onu izleyen
In flexura duarum exiguaru Borea: Kavisteki iki küçük yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australis: Güneydeki
Post in flexionem trium praecedens: Kavisten sonraki üç yıldızdan en batıda olanı
Media: Ortadaki
Sequens: Onu izleyen

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM.

Formæ ſtellarum.	Lõgit.		Latit.		
PISCIVM.	partes.		partes		magnitu.
In nexu amborum linorum.	♓ 26 0	Auſt.	8 ½		3
In boreo lino à cõnexu præcedens.	♓ 24 0	Auſt.	4 ½		4
Poſt hanc trium Auſtralis.	♓ 23 ½	Bor.	1 ½		5
Media.	♓ 23 ½ ⅓	Bor.	5 ½		3
Borea trium & ultima in lino.	♓ 23 ½ ⅓	Bor.	9 0		4
PISCIS SEQVENTIS.					
In ore duarum Borea.	♓ 25 ½	Bor.	21 ½ ⅓		5
Auſtralis.	♓ 25 0	Bor.	21 ½		5
In capite trium partiarũ quæ ſequitur	♓ 22 0	Bor.	20 0		6
Media.	♓ 21 0	Bor.	19 ½ ½		6
Quæ præit ex tribus.	♓ 20 ½	Bor.	23 0		6
In auſtrali ſpina triũ p̃cedẽs, ꝑpẽdicubi	♓ 19 0	Bor.	14 ½		4
Media. (tũ Andromedes ſiniſtrũ.	♓ 19 ½ ⅙	Bor.	13 0		4
Sequens trium.	♓ 21 0	Bor.	12 0		4
In alio duarum quæ Borea.	♓ 25 ½	Bor.	17 0		4
Quæ magis in Auſtrum.	♓ 22 ½ ⅙	Bor.	15 ½		4
In ſpina ſequente prope caudam.	♓ 23 ½	Bor.	11 ½ ⅓		4
Stellarum 34. mag. tertiæ 2. quartæ 22. quintæ 3. ſextæ 7.					
QVAE CIRCA PISCES INFORMES.					
In quadrilatero ſub piſce p̃cedẽte Bo	♓ 24 ½	Auſt.	2 ½ ⅙		4
Quæ ſequitur. (rei lateris q̃ piſ	♓ 25 ½ ⅓	Auſt.	2 ½		4
Auſtralis lateris antecedens.	♓ 24 0	Auſt.	5 ½ ⅓		4
Sequens.	♓ 25 ½ ⅓	Auſt.	5 ½		4
Informes 4. magnitudinis quartæ.					

Omnes ergo q̃ in ſignifero ſunt, ſtellæ 346. Nempe mag. primæ 5. ſecundæ 9. tertiæ 64. quartæ 133. quintæ 105. ſextæ 27. nebuloſæ 3. Et Coma, quam ſuperius Beronices crines diximus appellari à Conone Mathematico, extra numerum.

EORVM QVÆ AVSTRALIS SVNT PLAGÆ

CETI.

In extremitate naris.	♓ 11 0			7 ½ ¼		4
In mandibula ſequens trium.	♓ 11 0			11 ½		3
Media in ore medio.	♓ 6 0			11 ½		3
Præcedens trium in gena.	♓ 3 ½ ⅓			14 0		3
In oculo.	♓ 4 0			8 ½		4
In capillamento borea.	♓ 5 ½			6 ½		4

MEDIA QVAE CIRCA SIGNIFERVM: EKLİPTİĞİN ETRAFINDA, ORTADAKİLER

Formae Stellarum: Takımyıldızlar
Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

PISCIVM.: BALIK
In nexu amborum linorum: İki oltanın birleşim yerindeki
In boreo lino a conexu praecedens: Kuzey oltasında, birleşim yerinden itibaren batıdaki
Post hanc trium Australis: Bundan sonra gelen üçlüde, güneydeki
Media: Ortadaki
Borea trium & ultima in lino: Oltanın sonunda ve üç yıldızdan en kuzeydeki

PISCIS SEQVENTIS.: DOĞUDAKİ BALIK
In ore duarum Borea: Ağızdaki iki yıldızdan kuzeyde olanı
Australis: Güneydeki
In capite trium paruaru quae sequitur: Kafadaki üç küçük yıldızdan en doğuda olanı
Media: Ortadaki
Quae praeit ex tribus: Üç yıldızdan en batıda olanı
In australi spina triu pcedes ppelcubitu Andromedes sinistru: Andromeda'nın sol dirseğine yakın, güneydeki yüzgeçte bulunan üç yıldızdan en batıda olanı
Media: Ortadaki
Sequens trium: Üç yıldızdan diğeri
In aluo duarum quae Borea: Karındaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Quae magis in Austrum: Daha güneydeki
In spina sequente prope caudam: Doğu yüzgecinde, kuyruğun yanındaki
Stellarum 34. mag. tertiae 2. quartae 22. quintae 3. sextae 7: 34 yıldız: 3. kadir 2, 4. kadir 22, 5. kadir 3, 6. kadir 7

QVAE CIRCA PISCES INFORMES: BALIK'IN ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
In quadrilatero sub pisce pcedete Borei lateris q pit: Batıdaki balığın altındaki dörtgenin kuzey kenarında, daha batıdaki
Quae sequitur: Onu izleyen
Australis lateris antecedens: Güney kenarında, batıdaki
Sequens: Diğeri
Informes 4. magnitudinis quartae: 4 bağımsız yıldız: 4. kadir

Omnes ergo q in signifero sunt stellae 346. Nempe mag primae 5 secundae 9 tertiae 64 quartae 133 quitae 105 sextae 27 nebulosae 3. Et Coma, quam superius Beronices crines diximus appellari a Conone Mathematico, extra numerum: Buna göre ekliptikte tam olarak 348 yıldız vardır: 1. kadir 5, 2. kadir 9, 3. kadir 65, 4. kadir 132, 5. kadir 105, 6. kadir 27, 3 bulutsu, 2 sönük ve bunlar dışında Coma, yani, matematikçi Conon tarafından Berenis'in Saçı denildiğini yukarıda söylediğimiz.

EORVM QVAE AVSTRALIS SVNT PLAGAE: GÜNEYDEKİ YILDIZLAR
CETI.: BALİNA
In extremitate naris: Burnun ucundaki
In mandibula sequens trium: Çenedeki üç yıldızdan en doğuda olan
Media in ore medio: Ağzın ortasında, ortadaki
Praecedens trium in gena: Üç yıldızdan en batıda olanı, yanaktaki
In oculo: Gözdeki
In capillamento borea: Kuzey yönünde, saçtaki

AVSTRALIA SIGNA.

Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.	Latit. partes	magnitu.
CETI.			
In luba præcedens.	1 0	4	4
In pectore quatuor ſequẽtiũ Borea.	355	24	4
Auſtralis.	356	28 0	4
Sequentium Borea.	0 0	25	4
Auſtralis.	0	27	3
In corpore trium quæ media.	345	25	3
Auſtralis.	346	30	4
Borea trium.	348	20 0	3
Ad caudam duarum ſequens.	343 0	15	2
Præcedens.	338	15	3
In cauda quadrilateris ſequẽtiũ Bor.	335 0	11	5
Auſtralis.	334 0	13	5
Antecedentium reliquarum Borea.	332	13 0	5
Auſtralis.	332	14 0	5
In extremitate Septẽtrionali caudæ.	327	9	3
In extremitate Auſtrali caudæ.	329 0	20	3

Stellæ 22. quarũ. mag. tertiæ 10. quartæ 8. quintæ 4.

ORIONIS.

In capite nebuloſa.	50	16	nebuloſa
In humero dextro lucida rubeſcens.	55	17 0	1
In humero ſiniſtro.	43	17	2 maior
Quæ ſequitur hanc.	48	18 0	4 minor
In dextro cubito.	57	14	4
In ulna dextra.	59	11	0
In manu dextra 4 auſtraliũ ſequens.	59	10	4
Præcedens.	59	9	4
Borei lateris ſequens.	60	8	6
Præcedens eiuſdem lateris.	59 0	8	6
In colorobo duarum præcedens.	55 0	3	5
Sequens.	57	3	5
In dorſo 4. ad lineã rectã cj ſequitur.	50	19	4
Secundo præcedens.	49	20 0	0
Tertio præcedens.	48	20	6
Quarto loco præcedens.	47	20	5
In clypeo maxime Borea ex nouem.	43	8 0	4
Secunda.	42	8	4
Tertia.	41	10	4
Quarta.	39	12	4
Quinta.	38	14	4
Sexta.	37	15	3

Canes.

AVSTRALIA SIGNA.: EKLİPTİĞİN GÜNEYİNDEKİLER
Logit. partes: Boylam değerleri

Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

CATI.: BALİNA
In luba praecedens: Yelede, batıdaki
In pectore quatuor pcedetiu Borea: Göğüsteki dörtgenin batı kenarında, kuzeydeki
Australis: Güneydeki
Sequentium Borea: Diğer yıldızlardan daha kuzeyde olanı
Australis: Güneydeki
In corpore trium quae media: Gövdedeki üç yıldızdan ortada olanı
Australis: Güneydeki
Borea trium: Üç yıldızdan daha kuzeydeki
Ad caudam duarum sequens: Kuyruk yönündeki iki yıldızdan doğudaki
Praecedens: Batıdaki
In cauda quadrilateris sequetiu Bor.: Kuyruktaki dörtgenin doğu kenarında daha kuzeydeki
Australis: Güneydeki
Antecedentium reliquarum Borea: Batı yönündeki diğer iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australis: Güneydeki
In extremitate Septetrionali caudae: Kuyruğun kuzey ucundaki
In extremitate Australi caudae: Kuyruğun güney ucundaki
Stellae 22. quaru mag. tertiae 10. quartae 8. quintae 4: 22 yıldız: 3. kadir 10, 4. kadir 8, 5. kadir 4

ORIONIS.: ORİON
In capite nebulosa: Kafadaki bulutsu yıldız
In humero dextro lucida rubescens: Sağ omuzdaki kızılımsı, parlak yıldız
In humero sinistro: Sol omuzdaki yıldız
Quae sequitur hanc: Bunu izleyen
In dextro cubito: Sol dirsekteki
In ulna dextra: Sağ önkoldaki
In manu dextra 4 australiu sequens: Sağ eldeki dörtgenin güney kenarında, daha doğudaki
Praecedens: Daha batıdaki
Borei lateris sequens: Kuzey kenarında, daha doğudaki
Praecedens eiusdem lateris: Aynı kenarda, daha batıdaki
In colorobo duarum praecedens: Sopadaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In dorso 4. ad linea recta q sequitur: Arkadaki düz çizgide yer alan dört yıldızdan en doğuda olanı
Secundo praecedens: Batı yönünde ikinci
Tertio praecedens: Batı yönünde üçüncü
Quarto loco praecedens: Batı yönünde dördüncü
In clypeo maxime Borea ex nouem: Kalkandaki dokuz yıldızdan en kuzeyde olanı
Sacunda: İkincisi
Tertia: Üçüncüsü
Quarta: Dördüncüsü
Quinta: Beşincisi
Sexta: Altıncısı

AVSTRALIA SIGNA.

Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.	Latit. partes	magnitu.
ORIONIS.			
Septima.	38 1/6	17 4/5	3
Octaua.	38 1/2 1/6	20 1/3	3
Reliqua ex his maxime Auſtralis.	39 1/2 1/6	21 1/2	3
In baltheo fulgẽtiũ trium præcedes.	48 1/2 1/6	24 1/6	2
Media.	50 1/2 1/6	24 1/2 1/3	2
Sequens trium ad rectam lineam.	52 1/2 1/6	25 1/2	2
In manubrio enſis.	47 1/6	25 1/2 1/3	3
In enſe trium Borea.	50 1/6	28 1/2 1/6	4
Media.	50 0	29 1/2	3
Auſtralis.	50 1/3	29 1/2 1/3	3 minor
In extremo enſis duarum ſequens.	51 0	30 1/2	4
Præcedens.	49 1/2	30 1/2 1/3	4
In ſiniſtro pede clara & fluſo cois.	42 1/2	31 1/2	1
In tibia ſiniſtra.	44 1/3	30 1/3	4 maior
In ſiniſtro calcaneo.	46 1/2 1/6	31 1/6	4
In dextro genu.	53 1/2	33 1/2	3

Stellarũ 38. mag. primæ 2. ſecundæ 4. tertiæ 8. quartæ 15. quintæ 3. ſextæ 5. & nebuloſa una.

FLVVII.

Quæ à ſiniſtro pede oriõis in pricl.	41 1/2 1/6	31 1/2 1/3	4
In flexura ad crus Orio. (pio fluuĩ	42 1/6	28 1/3	4
Poſt hãc duarũ ſequẽs. (nis maxie bo	41 1/3	29 1/2 1/3	4
Quæ præit.	38 0	28 1/3	4
Deinde duarum quæ ſequitur.	36 1/2	25 1/3	4
Quæ præcedit.	33 1/2	25 1/3	4
Poſt hæc ſequens trium.	29 1/2 1/6	26 0	4
Media.	29 0	27 0	4
Antecedens trium.	26 1/6	27 1/2 1/3	4
Poſt interuallum ſequẽs ex quatuor.	20 1/3	32 1/2 1/3	3
Quæ præit hanc.	18 0	31 0	4
Tertio præcedens.	17 1/2	28 1/2 1/3	3
Antecedens omnes quatuor.	15 1/2	28 0	3
Rurſus ſimili modo q̃ ſeq̃ ex q̃uor.	10 1/2	25 1/2	3
Antecedens hanc.	8 1/6	23 1/2 1/3	4
Præcedens hanc etiam.	5 1/2	23 1/6	3
Quæ antecedit has quatuor.	3 1/2 1/3	23 1/3	4
Quæ i cõuerſiõe fluuĩ pectus cetꝰ cõ	3 58 1/2	32 1/6	4
Quæ ſequitur hanc. (tingit.	3 59 1/3	34 1/2 1/3	4
Sequentium trium præcedens.	2 1/6	38 1/2	4

AVSTRALIA SIGNA.: EKLİPTİĞİN GÜNEY TARAFINDAKİLER
Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

ORIONIS.: ORION
Septima: Yedincisi
Octaua: Sekizincisi
Reliqua ex his maxime Australis: Sonuncu ve en güneydeki
In baltheo fulgetiu trium praecedes: Kılıç kayışındaki üç parlak yıldızdan en batıda olanı
Media: Ortadaki
Sequens trium ad rectam lineam: Düz çizgideki üç yıldızdan en doğuda olanı
In manubrio ensis: Kılıcın sapındaki
In ense trium Borea: Kılıçtaki üç yıldızdan en kuzeyde olanı
Media: Ortadaki
Australis: Güneydeki
In extremo ensis duarum sequens: Kılıcın ucundaki iki yıldızdan daha doğuda olanı
Praecedens: Batıdaki
In sinistro pede clara & fluuio cois: Sol ayaktaki, Nehir'e ait olan parlak yıldız
In tibia sinistra: Sol kavalkemiğindeki
In sinistro calcaneo: Sol topuktaki
In dextro genu: Sağ dizdeki
Stellaru 38. mag. primae 2. secundae 4. tertiae 8. quartae 15. quintae 3. sextae 5. & nebulosa una: 38 yıldız: 1. kadir 2, 2. kadir 4, 3. kadir 8, 4. kadir 15, 5. kadir 3, 6. kadir 5 ve 1 bulutsu

FLVVII.: NEHİR
Quae a sinistro pede oriois in pricipio fluuii: Orion'un sol ayağından itibaren, nehrin başlangıcındaki
In flexura ad crus Orionis maxie bo.: Orion'un bacağına doğru olan kıvrımda, en kuzeydeki
Post hac duaru seques: Bundan sonra doğudaki
Quae praeit: Daha batıdaki
Deinde duarum quae sequitur: İkisinden sonra gelen
Quae praecedit: Daha batıdaki
Post haec sequens trium: Sonraki üç yıldızdan en batıda olanı
Media: Ortadaki
Antecedens trium: Üç yıldızdan en doğudaki
Post interuallum seques ex quatuor: Aralıktan sonraki dört yıldızdan en doğuda olanı
Quae praeit hanc: Batıdaki
Tertio praecedens:: Batıdaki, üçüncü
Antecedens omnes quatuor: Dördü içinde en doğudaki
Rursus simili modo q seqi ex qtuor.: Yine dört yıldızdan en batıda olanı
Antecedens hanc: Doğudaki
Praecedens hanc etiam: Onun batısındaki
Quae antecedit has quatuor: Dört yıldızdan en doğuda olanı
Quae i couersioe fluuii pectus ceti cotingit: Nehrin Balina'nın göğsüne değen kıvrımındaki
Quae sequitur hanc: Bunu izleyen
Sequentium trium praecedens: Sonraki üçünden daha batıda olanı

AVSTRALIA SIGNA.

Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.	Latit. partes	magnitu.
FLVVII.			
Media.	7	38	4
Sequens trium.	10	39	5
In quadrilatero p̃cedẽtiũ duarũ bor.	14	41	4
Auſtrina.	14	42	4
Sequentis lateris antecedens.	15	43	4
Sequens eaꝝ quatuor.	18	43	4
Verſus ortũ cõiũctarũ duarũ borea.	27	50	4
Magis in Auſtrum.	28	51	4
In reflexione duarum ſequens.	21	53	4
Præcedens.	19	53	4
In reliqua diſtantia trium ſequens.	11	53 0	4
Media.	8	53	4
Præcedens trium.	5	52 0	4
In extremo fluminis fulgens.	353	53	1
Stellæ 34. mag. prima 1. tertia 5. quarta 27. quinta 1.			
LEPORIS.			
In auribus q̃drilateri p̃cedẽtiũ borea	43 0	35 0	5
Auſtralis.	43	36	5
Sequentis lateris borea.	44	35	5
Auſtralis.	44	36	5	
In mento.	42	39	4	maior
In extremo pedis ſiniſtri prioris.	39	45	4	minor
In medio corpore.	48	41	3
Sub aluo.	48	44	3
In poſterioribus pedibꝰ duarũ borea	54	44 0	4
Quæ magis in Auſtrum.	52	45	4
In lumbo.	53	38	4
In extrema cauda.	56 0	38	4
Stellæ 12. mag. tertia 2. quarta 6. quinta 4.			
CANIS.			
In ore ſplendidiſſima uocata Canis.	71 0	39	1	maxia
In auribus.	73 0	35 0	4
In capite.	74	36	5
In collo duarum Borea.	76	37	4
Auſtralis.	78	40 0	4
In pectore.	73	42	5
In genu dextro duarum Borea.	69	41	5
Auſtralis.	69	42	5
In extremo prioris pedis.	64	41	3

AVSTRALIA SIGNA.: EKLİPTİĞİN GÜNEY TARAFINDAKİLER
Logit. partes: Boylam değerleri

Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

FLVVII.: NEHİR
Media: Ortadaki
Sequens trium: Üç yıldızdan diğeri
In quadrilatero pcedetiu duaru bor.: Dörtgenin batı kenarındaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Austrina: Güneydeki
Sequentia lateris antecedens: Diğer kenarda, doğudaki
Sequens earum quatuor: Dört yıldızdan doğuda olanı
Versus ortu coiuctaru duaru borea: Doğuya karşı, bitişik iki yıldızdan kuzeyde olanı
Magis in Austrum: Daha güneydeki
In reflexione duarum sequens: Kıvrımda, iki yıldızdan daha doğuda olanı
Praecedens: Batıdaki
In reliqua distantia trium sequens: Kalan mesafede üç yıldızdan diğeri
Media: Ortadaki
Praecedens trium: Üç yıldızdan batıdaki
In extremo fluminis fulgens: Nehrin ucundaki parlak yıldız
Stellae 34. mag. prima 1. tertia 5. quarta 27. quinta 1: 34 yıldız: 1. kadir 1, 3. kadir 5, 4. kadir 27, 5. kadir 1

LEPORIS.: TAVŞAN
In auribus qdrilateri pcedetiu borea: Kulaklardaki dörtgenin batı kenarında, daha kuzeydeki
Australis: Güneydeki
Sequentis lateris borea: Diğer kenarın kuzeyindeki
Australis: Güneydeki
In mento: Çenedeki
In extremo pedis sinistri prioris: Sol ön ayağın ucundaki
In medio corpore: Gövdenin ortasındaki
Sub aluo: Karnın altındaki
In posterioribus pedibus duarum borea: Arka ayaklarda, iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Quae magis in Austrum: Daha güneydeki
In lumbo: Beldeki
In extrema cauda: Kuyruğun ucundaki
Stellae 12. mag. tertia 2. quarta 6. quinta 4: 12 yıldız: 3. kadir 2, 4. kadir 6, 5. kadir 4

CANIS.: KÖPEK
In ore splendidissima uocata Canis: Ağızdaki Canis denilen çok parlak yıldız
In auribus: Kulaklardaki
In capite: Kafadaki
In collo duarum Borea: Boyundaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australis: Güneydeki
In pectore: Göğüsteki
In genu dextro duarum Borea: Sağ dizdeki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australis: Güneydeki
In extremo prioris pedis: Ön ayağın ucundaki

Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.	Latit. partes	magnitu.
CANIS.			
In genu ſiniſtro duarum præcedens.	68 0	46 ½	5
Sequens.	69 ½	45 ½ ⅓	5
In humero ſiniſtro duarum ſequens.	78 0	46 0	4
Quæ præit.	75 0	47 0	5
In coxa ſiniſtra.	80 0	48 ½ ¼	3 minor
Sub aluo inter fœmora.	77 0	51 ½	3
In cauitate pedis dextri.	76 ⅓	55 ⅙	4
In extremo ipſius pedis.	77 0	55 ½ ⅙	3
In extrema cauda.	85 ½	50 ⅓	3 minor
Stellæ 18. mag. prima 1. tertia 5. quarta 5 quinta 7.			
CIRCA CANEM INFORMES.			
A ſeptentrione ad uerticem Canis.	72 ½ ⅓	25 ⅓	4
Sub poſterioribus pedib. ad rectã li-	63 ⅓	60 ½	4
Quæ magis in boreã. (neam Auſt.	64 ½ ½	58 ½ ⅓	4
Quæ etiam hanc Septentrionalior.	66 ⅓	57 0	4
Reſidua ipſarũ quatuor maxie borea	67 ¼	56 0	4
Ad occaſum q̃ſi ad rectã lineã triũ p̃-	50 ⅓	55 ½	4
Media. (cedẽs.	53 ⅓ ⅙	57 ½ ⅙	4
Sequens trium.	55 ½ ⅙	59 ⅛	4
Sub his duarũ lucidarũ præcedens.	52 ⅓	59 ½ ⅙	2
Antecedens.	49 ⅓	57 ½ ⅙	2
Reliqua Auſtralior ſupradictis.	45 ½	59 ½	4
Stellæ 11. mag. ſecunda 2. quarta 9.			
CANICVLAE SEV PROCYNIS.			
In ceruice. (Canicula.	78 ⅓	14 0	4
In fœmore fulgens ipſa προκυων ſeu	82 ½	16 ½	1
Duarum mag. prima una, quarta una.			
ARGVS SIVE NAVIS.			
In extrema nauis duarum præcedens.	93 ½ ⅙	42 ½ ⅙	5
Sequens.	97 ½ ⅙	43 ⅓	3
In puppi duarum quæ borea.	92 ⅙	45 0	4
Quæ magis in Auſtrum.	92 ⅓	46 0	4
Præcedens duas.	88 ½ ⅙	45 ½	4
In medio ſcuto fulgens.	89 ½ ⅓	47 ⅓	4
Sub ſcuto præcedens trium.	88 ½ ⅓	49 ½ ⅙	4
Sequens.	92 ½ ⅙	49 ½ ⅓	4
Media trium.	91 ½ ⅙	49 ⅓	4
In extremo gubernaculo.	97 ⅓	49 ½ ⅓	4
In carina puppis duarum borea.	87 ⅓	53 0	4
Auſtralis.	87 ⅓	58 ½	3

AVSTRALIA SIGNA.: EKLİPTİĞİN GÜNEY TARAFINDAKİLER
Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

CANIS.: KÖPEK
In genu sinistro duarum praecedens: Sol dizdeki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In humero sinistro duarum sequens: Sol omuzdaki iki yıldızdan daha doğuda olanı
Quae praeit: Daha batıdaki
In coxa sinistra: Sol kalça kemiğindeki
Sub aluo inter foemora: Uyluklar arasında, karnın altındaki
In cavitate pedis dextri: Sağ ayağın oyuğundaki
In extremo ipsius pedis: Aynı ayağın ucundaki
In extremo cauda: Kuyruğun ucundaki
Stellae 18. mag. prima 1. tertia 5. quarta 5. quinta 7: 18 yıldız: 1. kadir 1, 3. kadir 5, 4. kadir 5, 5. kadir 7

CIRCA CANEM INFORMES: KÖPEK'İN ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
A septentrione ad uerticem Canis: Kuzeyden itibaren Köpek'in başına doğru
Sub posterioribus pedib. ad rectalineam Aust.: Arka ayağının altında, düz çizgi boyunca daha güneyde olan
Quae magis in borea: Daha kuzeydeki
Quae etiam hanc Septentrionalior: Daha da kuzeydeki
Residua ipsaru quatuor maxie borea: Dört yıldızdan en kuzeyde olanı
Ad ocasum qsi ad recta linea triu pcedes: Batıdaki düz çizgi şeklindeki üç yıldızdan en batıda olanı
Media: Ortadaki
Sequens trium: Üç yıldızdan sonuncusu
Sub his duaru lucidaru praecedens: Alttaki iki parlak yıldızdan daha batıda olanı
Antecedens: Doğudaki
Reliqua Australior supradictis: Yukarıda bahsedilen yıldızlardan daha güneyde olanı
Stellae 11. mag. secunda 2. quarta 9: 11 yıldız: 2. kadir 2, 4. kadir 9

CANICVLAE SEV PROCYNIS.: KÜÇÜK KÖPEK ya da PROCYON
In ceruice: Boyundaki
In foemore fulgens ipsa Προκυων seu Canicula: Uyluktaki Προκυων ya da Canicula denen parlak yıldız
Duarum mag. prima una, quarta una: 2 yıldız: 1. kadir 1, 4. kadir 1

ARGVS SIVE NAVIS.: ARGO ya da GEMİ
In extrema naue duarum praecedens: Gemi'nin ucundaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In puppi duarum quae borea: Pupadaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Quae magis in Austrum: Daha güneydeki
Praecedens duas: İki yıldızdan batıda olanı
In medio scuto fulgens: Siperin ortasındaki parlak yıldız
Sub scuto praecedens triun: Siperin altındaki üç yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
Media trium: Üç yıldızdan ortadaki
In extremo gubernaculo: Dümenin ucundaki
In carina puppis duarum borea: Pupa omurgasındaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australis: Daha güneydeki

AVSTRALIA SIGNA.

Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.	Latit. partes	magnitu.
ARGVS SIVE NAVIS.			
In ſoleo puppis Borea.	93 $\frac{1}{3}$	55 $\frac{1}{3}$	5
In eodem ſolio trium præcedens.	95 $\frac{1}{3}$	58 $\frac{1}{3}$	5
Media.	96 $\frac{1}{3}$	57 $\frac{1}{3}$	4
Sequens.	99 $\frac{1}{3}$	57 $\frac{1}{3}$	4
Lucida ſequens in tranſtro.	104 $\frac{1}{3}$	58 $\frac{1}{3}$	2
Sub hac duarum obſcurarũ p̃cedens.	101 $\frac{1}{3}$	60 0	5
Sequens.	104 $\frac{1}{3}$	59 $\frac{1}{3}$	5
Supradictam fulgentẽ duarũ p̃cedẽs.	106 $\frac{1}{3}$	56 $\frac{1}{3}$	5
Sequens.	107 $\frac{1}{3}$	57 0	5
In ſcutulis & ſtatiõe mali borea triũ.	119 0	51 $\frac{1}{3}$	4 maior
Media.	119 $\frac{1}{3}$	55 $\frac{1}{3}$	4 maior
Auſtralis trium.	117 $\frac{1}{3}$	57 $\frac{1}{3}$	4
Sub his duarũ cõiunctarum Borea.	122 $\frac{1}{3}$	60 0	4
Auſtralior.	122 $\frac{1}{3}$	61 $\frac{1}{3}$	4
In medio mali duarum Auſtralis.	113 $\frac{1}{3}$	51 $\frac{1}{3}$	4
Borea.	112 $\frac{1}{3}$	49 0	4
In ſummo uelli duarum antecedens.	111 $\frac{1}{3}$	43 $\frac{1}{3}$	4
Sequens.	112 $\frac{1}{3}$	43 $\frac{1}{3}$	4
Sub tertia quæ ſequitur ſcutum.	98 $\frac{1}{3}$	54 $\frac{1}{3}$	2 minor
In ſectione inſtrati.	100 $\frac{1}{3}$	51 $\frac{1}{3}$	2
Inter remos in carina.	95 0	63 0	4
Quæ ſequitur hanc obſcura.	102 $\frac{1}{3}$	64 $\frac{1}{3}$	6
Lucida quæ ſequitur hãc in ſtratione.	113 $\frac{1}{3}$	63 $\frac{1}{3}$	2
Ad Auſtrũ magis infra carinã fulgẽs.	121 $\frac{1}{3}$	69 $\frac{1}{3}$	2
Sequentium hanc trium antecedens.	128 $\frac{1}{3}$	65 $\frac{1}{3}$	3
Media.	134 $\frac{1}{3}$	65 $\frac{1}{3}$	3
Sequens.	139 $\frac{1}{3}$	65 $\frac{1}{3}$	2
Sequentiũ duarũ ad ſectionẽ p̃cedẽs.	144 $\frac{1}{3}$	62 $\frac{1}{3}$	3
Sequens.	151 $\frac{1}{3}$	62 $\frac{1}{3}$	3
In temone boreo & antecedẽte q̃pit.	57 $\frac{1}{3}$	65 $\frac{1}{3}$	4 maior
Quæ ſequitur.	73 $\frac{1}{3}$	65 $\frac{1}{3}$	3 maior
Quæ in temone reliq̃ p̃cedit Canob.	70 $\frac{1}{3}$	75 0	1
Reliqua ſequens hanc.	82 $\frac{1}{3}$	71 $\frac{1}{3}$	3

Stellæ 45. mag. prima 1. ſecõda 6. tertia 8. q̃rta 22. q̃nta 7. ſexta 1

HYDRÆ.

In capite 5. p̃cedentiũ duarũ in naribꝰ.	97 $\frac{1}{3}$	15 0	4
Borea duarũ & in oculo. (Auſt.	98 $\frac{1}{3}$	13 $\frac{1}{3}$	4
Sequẽtiũ duarũ Borea & in occipite.	99 0	11 $\frac{1}{3}$	4

A...O...ſt.

AVSTRALIA SIGNA.: EKLİPTİĞİN GÜNEY TARAFINDAKİLER
Lɔgit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri

magnitu.: Kadir
ARGVS SIVE NAVIS.: ARGO ya da GEMİ
In soleo puppis Borea: Pupanın çapraz kıyısında, daha kuzeyde olanı
In eodem folio trium praecedens: Aynı taraftaki üç yıldızdan en batıda olanı
Media: Ortadaki
Sequens: Diğeri
Lucida sequens in transtro: Çapraz kıyının doğu yönündeki parlak yıldız
Sub hac duarum obscuraru pcedens: Alttaki iki sönük yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
Supradictam fulgente duaru pcedes: Yukarıda bahsedilen parlak yıldızın doğusundaki ikiliden daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In scutilis & statioe mali borea triu: Gemi direğinin ayağındaki ve küçük siperlerdeki üç yıldızdan en kuzeyde olanı
Media: Ortadaki
Australis trium: Üç yıldızdan daha güneyde olanı
Sub his duaru coiunctarum Borea: Bunların altındaki bitişik iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australior: Daha güneydeki
In medio mali duarum Australis: Gemi direğinin ortasındaki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Borea: Daha kuzeydeki
In summo ueli duarum antecedens: Yelkenin üst bölümündeki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
Sub tertia quae sequitur scutum: Siperin doğusunda bulunan üç yıldızın altındaki
In sectione instrati: Köprü kesitindeki
Inter remos in carina: Geminin omurgasında, kürekler arasındaki
Quae sequitur hanc obscura: Bunu izleyen sönük yıldız
Lucida quae sequitur hac in stratione: Bunun doğusunda ve çapraz kıyının altında kalan parlak yıldız
Ad Austru magis infra carina fulges: Güney yönünde, gemi omurgasının daha iç tarafındaki parlak yıldız
Sequentium hanc trium antecedens: Bunu izleyen üç yıldızdan doğuda olanı
Media: Ortadaki
Sequens: Diğeri
Sequentiu duaru ad sectione pcedes: Kesitteki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In temone boreo & antecedete q pit: Kuzeybatıdaki kürekte, daha batıda olanı
Quae sequitur: Bunu izleyen
Quae in temone reliq pcedit Canob.: Diğer kürekte, daha batıda olanı, Canopus
Reliquae sequens hanc: Bunu izleyen diğeri
Stellae 45. mag. prima 1. secuda 6. tertia 8. qrta 22. qnta 7. sexta 1: 45 yıldız: 1. kadir 1, 2. kadir 6, 3. kadir 8, 4. kadir 22, 5. kadir 7, 6. kadir 1

HYDRAE.: SU YILANI
In capite 5. pcedetiu duaru in narib. Aust.: Kafadaki beş yıldızdan, burun deliklerinde, daha güneyde olanı
Borea duaru & in oculo: Gözdeki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Sequetiu duaru Borea & in occipite: Kafanın arkasında, doğu yönündeki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı

AVSTRALIA SIGNA.					
Formæ ſtellarum,	Logit.		Latit.		
HYDRAE.	partes.		partes		magnitu.
Auſtralis earum & in hiatu.	98		14		4
Quæ ſequitur has omnes in gena.	100		12		4
In ꝓductione ceruicis duarū ꝓcedēs.	103		11		5
Quæ ſequitur.	106		13		4
In flexu colli trium media.	111		15		4
Sequens hanc.	114	0	14		4
Quæ maxime Auſtralis.	111		17		4
Ab auſtro duarū cōſiguarū obſcura	112		19		6
Lucida earū ſequēs. (et Borea.	113		20		2
Poſt flexum colli trium antecedens.	119		26		4
Sequens.	124		23		4
Media earum.	122	0	26	0	4
Quæ in rectā lineā trium præcedit.	131		24		3
Media.	133		23	0	4
Sequens.	136		22		3
Sub baſe crateris duarum Borea.	144		25		4
Auſtralis.	145		30		4
Poſt has in triquetro præcedens.	155		31		4
Earum Auſtralis.	157		34		4
Sequens earundem trium.	159		31		3
Poſt eorum proxima caudæ.	173		13		4
In extrema cauda.	186		17		4
Stellæ 25. mag. ſecūda 1. tertia 3. quarta 19. quinta 1. ſexta 1.					
CIRCA HYDRAM INFORMES.					
A capite ad Auſtrum.	96	0	23		3
Sequens eas quæ ſunt in collo.	124		26	0	3
Informes 2. magnitudinis tertiæ.					
CRATERIS.					
In baſi Crateris quæ & Hydræ coia.	139		23	0	4
In medio Cratere Auſtralis duarum.	146	0	19		4
Borea ipſarum.	143		18	0	4
In Auſtrali circumferentia orificij.	150		18		4 maior
In Boreo ambitu.	142		13		4
In Auſtrali anſa.	152		16		4 minor
In anſa Borea.	145	0	11		4
Stellæ ſeptem, magnitudine quarta.					

AVSTRALIA SIGNA.: EKLİPTİĞİN GÜNEY TARAFINDAKİLER
Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

HYDRAE.: HYDRA
Australis earum & in hiatu: Daha güneyde, ağızdaki
Quae sequitur has omnes in gena: Bütün hepsinin doğusunda, yanaktaki
In pductione ceruicis duaru pcedes: Boynun başlangıcındaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Quae sequitur: Sonraki
In flexu colli trium media: Boyun kıvrımındaki üç yıldızdan ortadaki
Sequens hanc: Bunu izleyen
Quae maxime Australis: En güneydeki
Ab austro duaru cotiguaru obscura et Borea: Güneyden itibaren iki bitişik yıldızdan daha kuzeyde ve karanlıkta olanı
Lucida earu seques: Diğeri, parlak olan
Post flexum colli trium antecedens: Boyundaki kıvrımdan sonraki üç yıldızdan en batıda olanı
Sequens: Diğeri
Media earum: Ortadaki
Quae in recta linea trium praecedit: Düz çizgi boyunca yer alan üç yıldızdan en batıda olanı
Media: Ortadaki
Sequens: Diğeri
Sub base crateris duarum Borea: Kupa'nın dibindeki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australis: Daha güneydeki
Post has in triquetro praecedens: Doğuda, üçgendeki üç yıldızdan en batıda olanı
Earum Australis: Daha güneydeki
Sequens earundem trium: Aynı üç yıldızdan bir diğeri
Post coruum proxima caudae: Karga'dan sonra, kuyruğun yanındaki
In extrema cauda: Kuyruk ucundaki
Stellae 25. mag. secuda 1. tertia 3. quarta 19. quinta 1. sexta 1: 25 yıldız: 2. kadir 1, 3. kadir 3, 4. kadir 19, 5. kadir 1, 6. kadir 1

CIRCA HYDRAM INFORMES: HYDRA ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
A capite ad Austrum: Kafanın güneyindeki
Sequens eas quae sunt in collo: Boyundaki yıldızlardan doğuda olanı
Informes 2. magnitudinis tertiae: 2 bağımsız yıldız: 3. kadir

CRATERIS.: KUPA
In basi Crateris quae & Hydrae cois: Kupanın dibinde, Suyılanı'ndaki
In medio Cratere Australis duarum: Kupanın ortasındaki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Borea ipsarum: Daha kuzeydeki
In Australi circumferentia orificii: Kupanın güney kenarındaki
In Boreo ambitu: Kenarın kuzey bölümündeki
In Australi ansa: Sapın güney bölümündeki
In ansa Borea: Sapta, kuzeydeki
Stellae septem, magnitudine quarta: 7 yıldız: 4. kadir

AVSTRALIA SIGNA.

Formæ ſtellarum.	Lõgit. partes.	Latit. partes	magnitu.
CORVI.			
In roſtro & hydræ communis.	158 1/2 2/3	21 1/2 1/3	3
In ceruice.	157 1/2 2/3	19 1/2 1/6	3
In pectore.	160 0	18 1/2	5
In ala dextra & præcedente.	160 2/3 1/3	14 1/2 1/3	3
In ala ſequente duarum antecedens	160 0	12 1/2 1/3	3
Sequens,	161 1/3	11 1/2 1/3	4
In extremo pede cõmunis Hydræ.	163 1/2 1/3	18 1/2 1/3	3
Stellæ 7. magnitud. tertiæ 5. quartæ 1. quintæ 1.			
CENTAVRI.			
In capite quatuor maxime auſtralis.	183 1/2 1/3	21 1/2 1/3	5
Quæ magis in Boream.	183 1/3	13 1/2 1/3	5
Mediantium duarum præcedens.	182 1/2	20 1/2	5
Sequens & reliqua ex quatuor.	183 1/3	20 0	5
In humero ſiniſtro & præcedente.	179 1/2	25 1/2	3
In humero dextro.	189 0	22 1/2	3
In armo ſiniſtro.	182 1/2	17 1/2	4
In ſcuto quatuor p̃cedentiũ duar: Bo	191 1/3	22 1/2	4
Auſtralis. (rea.	192 1/2	23 1/2 1/3	4
Reliquarũ duarũ q̃ ſummitate ſcuti	195 1/3	18 1/2	4
Quæ magis in Auſtrum.	196 1/2 1/3	20 0	4
In latere dextro trium præcedens.	196 1/2 1/3	28 1/2	4
Media.	187 1/3	29 1/2	4
Sequens.	188 1/2	28 0	4
In brachio dextro.	189 1/2 1/3	26 1/2	4
In dextro cubito.	196 1/2	25 1/2 1/3	3
In extrema manu dextra.	200 1/2 1/3	24 0	4
In eductiõe corpis humani lucens.	191 1/2	33 1/2 1/3	3
Duarum obſcurarum ſequens.	191 0	31 0	5
Præcedens.	189 1/2 1/3	30 1/2	5
In ductu dorſi.	185 1/2	33 1/2 1/3	5
Antecedens hanc in dorſo equi.	182 1/3	37 1/2 1/3	5
In lumbis trium ſequens.	179 1/2	40 0	3
Media.	178 1/3	41 1/2	4
Antecedens talum.	176 0	41 0	5
In dextra coxa duarũ cõtiguarum p̃	176 0	46 1/2 1/3	2
Sequens, (cedẽs	176 1/2 1/3	46 1/2 1/3	4
In pectore ſub ala equi.	191 1/2 1/3	40 1/2 1/3	4

AVSTRALIA SIGNA.: EKLİPTİĞİN GÜNEY TARAFINDAKİLER
Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

CORVI.: KARGA
In rostro & hydrae communis: Gagada ve Suyılanı'ndaki
In ceruice: Boyundaki
In pectore: Göğüsteki
In ala dextra & praecedente: Sağ kanatta, batıdaki
In ala sequente duarum antecedens: Doğu kanadındaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In extremo pede comunis Hydrae: Suyılanı ile birlikte ayağın ucundaki
Stellae 7. magnitud. tertiae 5. quartae 1. quintae 1: 7 yıldız: 3. kadir 5, 4. kadir 1, 5. kadir 1

CENTAVRI.: ERBOĞA
In capite quatuor maxime australis: Kafadaki dört yıldızdan en güneyde olanı
Quae magis in Boream: Daha kuzeydeki
Mediantium duarum praecedens: Ortadaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens & reliqua ex quatuor: Dört yıldızdan sonuncusu, daha doğudaki
In humero sinistro & praecedente: Sol omuzda, batıdaki
In humero dextro: Sağ omuzdaki
In armo sinistro: Sol koldaki
In scuto quatuor pcedentiu duaru. Borea: Kalkandaki dörtgenin batı kenarındaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Australis: Güneydeki
Reliquaru duaru q i summitate scuti: Diğer iki yıldızdan kalkanın üstünde olan
Quae magis in Austrum: Daha güney yönündeki
In latere dextro trium praecedens: Sağ kenardaki üç yıldızdan en batıda olanı
Media: Ortadaki
Sequens: Diğeri
In brachio dextro: Sağ koldaki
In dextro cubito: Sağ dirsekteki
In extrema manu dextra: Sağ elin ucundaki
In eductioe corpis humani lucens: İnsan gövdesinin kesişim yerindeki parlak yıldız
Duarum obscurarum sequens: Sönük iki yıldızdan daha doğuda olanı
Praecedens: Batıdaki
In ductu dorsi: Sırtın başlangıç noktasındaki
Antecedens hanc in dorso equi: Atın sırtında, doğudaki
In lumbis trium sequens: Beldeki üç yıldızdan batıdaki
Media: Ortadaki
Antecedens trium: Üç yıldızdan doğudaki
In dextra coxa duaru cotiguarum pcedes: Sağ arka taraftaki iki bitişik yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In pectore sub ala equi: Atın kanadının altında, göğüsteki

AVSTRALIA SIGNA.

Formæ stellarum.	Lõgit. partes.	Latit. partes	magnitu.
CENTAVRI.			
Sub aluo duarum præcedens.	179 1/3 1/3	43 0	2
Sequens.	181 0	43 1/3 1/3	3
In cauo pedis dextri.	183 1/3	51 1/3 1/3	2
In sura eiusdem.	188 1/3 1/3	51 1/3 1/3	2
In cauo pedis sinistri.	188 1/3 1/3	55 1/3 1/3	4
Sub musculo eiusdem.	184 1/3	55 1/3 1/3	4
In summo pede dextro priore.	181 1/3 1/3	41 1/3 1/3	1
In genu sinistro.	197 1/3	45 1/3 1/3	2
De forti sub femore dextro.	188 0	49 1/3 1/3	3

Stellæ 37. magnit. primæ 1. secundæ 5. tertiæ 7. quartæ 15. quintæ 9.

BESTIÆ QVAM TENET CENTAVRVS.

In summo pede posteriore ad manū	201 1/3 1/3	24 1/3 1/3	3
In cauo eiusdē pedis. (Cētauri.	199 1/3 1/3	20 1/3 1/3	3
In armo duarum præcedens.	204 1/3	21 1/3 1/3	4
Sequens.	207 1/3	21 0	4
In medio corpore.	206 1/3	25 1/3 1/3	4
In aluo.	203 1/3	27 0	5
In coxa.	204 1/3 1/3	29 0	5
In ductu coxæ duarum Borea.	208 0	28 1/3 1/3	5
Australis.	207 0	30 0	5
In summo lumbo.	208 1/3 1/3	33 1/3 1/3	5
In extrema cauda trium Australis.	195 1/3	31 1/3 1/3	5
Media.	195 1/3	30 0	4
Septentrionalis trium.	196 1/3	29 1/3 1/3	4
In iugulo duarum Australis.	212 1/3	17 0	4
Borea.	212 1/3 1/3	15 1/3 1/3	4
In rictu duarum præcedens.	209 0	13 1/3 1/3	4
Sequens.	210 0	12 1/3 1/3	4
In priore pede duarum Australior.	240 1/3 1/3	11 1/3 1/3	4
Quæ magis in Boream.	239 1/3 1/3	10 0	4

Stellæ 19. magnitud. tertiæ 2. quartæ 11. quintæ 6.

LARIS SEV THVRIBVLI.

In basi duarum Borea.	231 0	22 1/3 1/3	5
Australis.	233 1/3 1/3	25 1/3 1/3	4
In media ara.	229 1/3	26 1/3 1/3	4

AVSTRALIA SIGNA.: EKLİPTİĞİN GÜNEY TARAFINDAKİLER
Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

CENTAVRI.: ERBOĞA
Sub aluo duarum praecedens: Karnın altındaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In cauo pedis dextri: Sağ arka ayağın oyuğundaki
In sura eiusdem: Aynı ayağın bileğindeki
In cauo pedis sinistri: Sol arka ayağın oyuğundaki
Sub musculo eiusdem: Aynı ayağın kasının altındaki
In summo pede dextro ptiore: Sağ ön ayağın üstündeki
In genu sinistro: Sol dizdeki
Deforis sub femore dextro: Sağ kalçanın altındaki bağımsız yıldız
Stellae 37. magnit. primae 1. secundae 5. tertiae 7. quartae 15. quintae 9: 37 yıldız: 1. kadir 1, 2. kadir 5, 3. kadir 7, 4. kadir 15, 5. kadir 9

BESTIAE QVAM TENET CENTAVRVS: ERBOĞA'NIN TUTTUĞU HAYVAN
In summo pede posteriore manu Cetauri: Arka ayağın üzerinde, Erboğa'nın elindeki
In cauo eiusde pedis: Aynı ayağın oyuğundaki
In armo duarum praecedens: Ön omuzdaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Sonraki
In medio corpore: Gövdenin ortasındaki
In aluo: Karındaki
In coxa: Kalçadaki
In ducru coxae duarum Borea: Kalçanın başlangıcındaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australis: Güneydeki
In summo lumbo: Belin üst kısmındaki
In extrema cauda trium Australis: Kuyruktaki üç yıldızdan güneyde olanı
Media: Ortadaki
Septentrionalis trium: Üç yıldızdan en kuzeydeki
In iugulo duarum Australis: Boğazdaki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Borea: Kuzeydeki
In rictu duarum praecedens: Ağız girişindeki iki yıldızdan daha batıda olanı
Sequens: Diğeri
In priore pede duarum Australior: Ön ayaktaki iki yıldızdan daha güneyde olanı
Quae magis in Boream: Daha kuzeydeki
Stellae 19. magnitud. tertiae 2. quartae 11. quintae 6: 19 yıldız: 3. kadir 2, 4. kadir 11, 5. kadir 6

LARIS SEV THVRIBVLI: SUNAK ya da BUHURDAN
In basi duarum Borea: Tabandaki iki yıldızdan daha kuzeyde olanı
Australis: Güneydeki
In media arula: Sunak ortasındaki

SIGNA AVSTRALIA.

Formæ ſtellarum.	Logitu. partes.	Latitu. partes	magnitudo
LARIS SEV THVRIBVLI.			
In foculo trium Borea.	224 0	30 1/2	5
Reliquarũ duarũ cõtiguarũ auſtralis	228 1/2	34 1/2	4
Borea.	228 1/2	33 1/2	4
In media flamma.	224 1/2	34 1/2	3
Stellæ 7. magnitud. quartæ 5. quintæ 2.			

CORONÆ AVSTRINÆ.

Quæ ad ambitũ auſtralẽ ſoris ꝓcedit	242 1/2	21 1/2	4
Quæ hanc ſequitur in corona.	245 0	21 0	5
Sequens hanc.	246 1/2	20 1/2	5
Quæ etiam hanc ſequitur.	248 1/2	20 0	4
Poſt hanc ante genu Sagittarij.	249 1/2	18 1/2	5
Borea in genu lucens.	250 1/2	17 1/2	4
Magis Borea.	250 1/2	16 0	4
Adhuc magis in Boream.	249 1/2	15 1/2	4
In ambitu Boreo duarum ſequens.	248 1/2	15 1/2	0
Præcedens.	248 0	14 1/2	6
Ex interuallo præcedens has.	245 1/2	14 1/2	5
Quæ etiam hanc antecedit.	243 0	15 1/2	5
Reliqua magis in Auſtrum.	242 1/2	18 1/2	5
Stellæ 13. magnitud. quartæ 5. quintæ 6. ſextæ 2.			

PISCIS AVSTRINI.

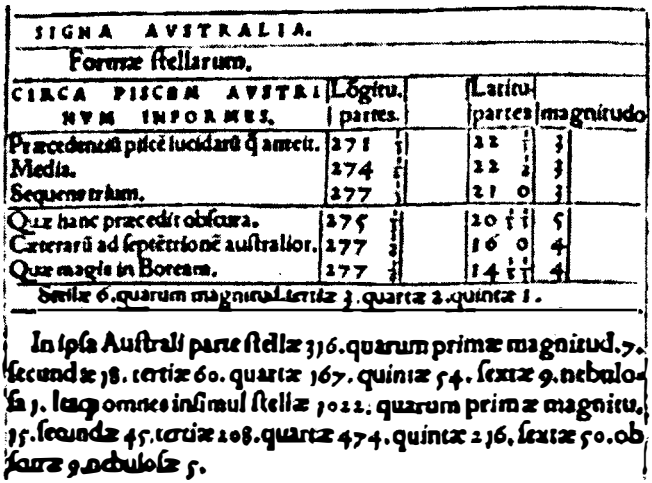
In ore atq; eadẽ q̃ in extrema aquæ.	300 1/2	23 0	1
In capite trium præcedens.	294 0	21 1/2	4
Media.	297 1/2	22 1/2	4
Sequens.	299 0	22 1/2	4
Quæ ad branchiam.	297 1/2	16 1/2	4
In ſpina Auſtrali atq; dorſo.	289 1/2	19 1/2	5
In aluo duarum ſequens.	294 1/2	15 1/2	5
Antecedens.	292 1/2	14 1/2	4
In ſpina ſeptẽtrionali ſequẽs trium.	288 1/2	15 1/2	4
Media.	285 1/2	16 1/2	4
Præcedens trium.	284 1/2	18 1/2	4
In extrema cauda.	289 1/2	22 1/2	4
Stellæ præter primã 11. quarum mag. quartæ 9. quintæ 2.			

SIGNA AVSTRALIA: EKLİPTİĞİN GÜNEY TARAFINDAKİLER
Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

LARIS SEV THVRIBVLI: SUNAK ya da BUHURDAN
In soculo trium Borea: Ortadaki üç yıldızdan en kuzeyde olanı
Reliquaru duaru cotiguaru australis: Diğer bitişik iki yıldızdan daha güneyde olanı
Borea: Kuzeydeki
In media flamma: Alevin ortasındaki
Stellae 7. magnitud. quartae 5. quintae 2: 7 yıldız: 4. kadir 5, 5. kadir 2

CORONAE AVSTRINAE: GÜNEYTACI
Quae ad ambitu australe foris pcedit: Dış sınırda, daha batıdaki
Quae hanc sequitur in corona: Taçta, bunu izleyen
Sequens hanc: Sonraki
Quae etiam hanc sequitur: Daha doğudaki
Post hanc ante genu Sagittarii: Sonraki, Yay'ın doğu dizindeki
Borea in genu lucens: Dizde, kuzey yönündeki parlak yıldız
Magis Borea: Daha kuzeydeki
Adhuc magis in Boream: Bundan daha kuzeydeki
In ambitu Boreo duarum sequens: Dış sınırın kuzeyindeki iki yıldızdan daha doğudaki
Praecedens: Batıdaki
Ex interuallo praecedens has: Aralıktan itibaren daha batıdaki
Quae etiam hanc antecedit: Daha doğudaki
Reliqua magis in Austrum: Daha güneydeki
Stellae 13. magnitud. quartae 5. quintae 6. sextae 2: 13 yıldız: 4. kadir 5, 5. kadir 6, 6. kadir 2

PISCIS AVSTRINI.: GÜNEYBALIĞI
In ore atque eade q in extrema aquae: Kova'nın bittiği yerde, ağızdaki
In capite trium praecedens: Kafadaki üç yıldızdan daha batıda olanı
Media: Ortadaki
Sequens: Diğeri
Quae ad branchiam: Solungaçtaki
In spina Australi atque dorso: Güneyde, sırttaki yüzgeçteki
In aluo duarum sequens: Karındaki iki yıldızdan daha batıda olanı
Antecedens: Daha doğudaki
In spina septetrionali seques trium: Kuzey yüzgeçteki üç yıldızdan daha doğuda olanı
Media: Ortadaki
Praecedens trium: Üç yıldızdan daha batıdaki
In extrema cauda: Kuyruk ucundaki
Stellae praeter prima 11. quarum mag. quartae 9. quintae 2: 11 yıldız: 4. kadir 9, 5. kadir 2



SIGNA AVSTRALIA.

Formæ ſtellarum.

CIRCA PISCEM AVSTRINVM INFORMES.	Logitu. partes.	Latitu partes	magnitudo
Præcedentiũ pręcẽ lucidarũ q̃ anteit.	271 ½	22 ½	3
Media.	274 ½	22 ½	3
Sequens trium.	277 ½	21 0	3
Quæ hanc præcedit obſcura.	275 ½	20 ½ ½	5
Cæterarũ ad ſeptẽtrionẽ auſtralior.	277 ½	16 0	4
Quæ magis in Boream.	277 ½	14 ½ ½	4

Stellæ 6. quarum magnitud. tertiæ 3. quartæ 2. quintæ 1.

In ipſa Auſtrali parte ſtellæ 316. quarum primæ magnitud. 7. ſecundæ 18. tertiæ 60. quartæ 167. quintæ 54. ſextæ 9. nebuloſa 1. Itaq; omnes inſimul ſtellæ 1022. quarum primæ magnitu. 15. ſecundæ 45. tertiæ 208. quartæ 474. quintæ 216. ſextæ 50. obſcurę 9. nebuloſæ 5.

SIGNA AVSTRALIA.: EKLİPTİĞİN GÜNEY TARAFINDAKİLER
Logit. partes: Boylam değerleri
Latit. partes: Enlem değerleri
magnitu.: Kadir

CIRCA PISCEM AVSTRINUM INFORMES: GÜNEYBALIĞI'NIN ETRAFINDAKİ BAĞIMSIZ YILDIZLAR
Praecedentiu prsce lucidaru q anteit: Balık'ın batısındaki parlak yıldızlardan en batıda olanı
Media: Ortadaki
Sequens trium: Üç yıldızdan en doğuda olanı
Quae hanc praecedit obscura: Bunun batısındaki sönük yıldız
Caeteraru ad septetrione australior: Kuzey yönündeki diğer iki yıldızdan daha güneyde olanı
Quae magis in Boream: Daha kuzeydeki
Stellae 6. quarum magnitud. tertiae 3. quartae 2. quintae 1: 6 yıldız: 3. kadir 3, 4. kadir 2, 5. kadir 1

In ipsa Australi parte stellae 316. quarum primae magnitud. 7. secundae 18. tertiae 60. quartae 167. quintae 54. sextae 9. nebulosa 1. Itaque omnes insimul stellae 1022. quarum primae magnitu. 15. secundae 45. tertiae 208. quartae 474. quintae 216. sextae 50. obscurae 9. nebulosae 5.
Güney bölgede 316 yıldız vardır: 1. kadir 7, 2. kadir 18, 3. kadir 60, 4. kadir 167, 5. kadir 54, 6. kadir 9, 1 bulutsu. Böylece toplamda 1022 yıldız vardır: 1. kadir 15, 2. kadir 45, 3. kadir 208, 4. kadir 474, 5. kadir 216, 6. kadir 50, 9 sönük, 5 bulutsu.

İkinci kitabın sonu.

Nicolaus Copernicus'un Göksel Kürelerin Devinimleri'nin Üçüncü Kitabı

1. Ekinoksların ve Gündönümlerinin Tahmini Üzerine

Yıllık dönüşlerine bağlı olarak sabit yıldızların görünümünü anlattıktan sonra devam etmemiz gerekiyor; bu yüzden evvela, sabit yıldızların hareket ettiğine inanıldığından, ekinoksların değişimi üzerinde duracağız. Eski matematikçilerin *dönen* ya da bir ekinoks veyahut gündönümü zamanında başlayan doğal yıl ile sabit yıldızlardan biri sayesinde belirlenen yıl arasında bir ayrım yapmadığını görüyoruz. Bu yüzden Küçük Köpek'in doğuşundan hesapladıkları olimpiyat yıllarının, yaz gündönümünden hesaplanan yıllarla aynı olduğunu düşünüyorlardı; zira henüz birinin diğerinden farklı olduğunu bilmiyorlardı. Şaşırtıcı kavrayışıyla ilk defa Rodoslu Hipparchus bunlar arasındaki farklılığa dikkat çekmiş, yılın uzunluğunu pek dikkatli bir şekilde gözlemleyerek sabit yıldızlardan hesap edilen yılın, ekinokslardan ya da gündönümlerinden hesap edilen yıldan daha uzun olduğunu bulmuştu. Buradan hareketle yine yıldızların doğu yönünde, bir kerede hesap edilemeyecek ölçüde yavaş bir devinim içerdiğine de inanmıştı. Fakat zamanın geçmesiyle birlikte devinim daha da belirgin hale geldi. Hatta bizzat devinim sayesinde burçların ve yıldızların doğuşlarıyla batışlarının, eskiler

tarafından çok farklı olduğu tanımlanan doğuş ve batışlardan çok farklı olduğunu bulabiliyor; her ne kadar başta aynı konumda ve isimlerde seyretmişlerse de ekliptiğin 12 parçasının sabit yıldızlardaki burçlardan büyük bir mesafeyle geride kaldığını görüyoruz. Dahası düzensiz bir hareket daha bulunmuştur. Gökbilimciler buradaki düzensizliği saptayabilmek adına farklı teoriler geliştirmiştir; bazıları, asılı kalmış Dünya'nın, gezegenlerle ilgili olarak bulduğumuz enlemdeki harekete benzeyen, belirli sınırlar dahilinde orta noktadan sapma derecesi 8°den fazla olmayacak ölçüde tek yönde ileriye ve bir başka anda da geriye doğru, sallantılı bir deviniminin olduğunu iddia etmiştir. Fakat çoktan eskimiş olan bu teorinin daha fazla savunulacak tarafı kalmamıştır; özellikle de Koç takımyıldızının başının ilkbahar ekinoksundan ve benzer diğer yıldızlardan uzaklığının 8°nin 3 katı kadar olduğu yeterince açıktır; zaten çağlar boyunca söz konusu gerilemeye dair en ufak bir ize de rastlanmamıştır. Bazıları da sabit yıldızlar küresinin ilerlediğini düşünmüş, fakat düzensiz hareketlerden ötürü, kesin bir hareket tarzı da belirleyememiştir. Dahası, doğanın şaşırtıcı bir özelliğidir ki, anlattığımız gibi, ekliptiğin eğimi bize, Ptolemaeus'a göründüğü kadar büyük görünmemiştir. Bu durumların nedenini bulmak için bazıları dokuz, bazıları on küre olduğunu ve bu küreler sayesinde bunların açıklanabileceğini düşünmüşse de beklenen veremeyişlerdir. Hatta on birinci küre de gün yüzüne çıkmaya başlamıştır. Dünya'nın deviniminden bahsederken bu kürelerin sayısının ne kadar da önemsiz olduğunu kolayca ortaya koyabiliriz. Zira birinci kitapta tarafımızca birçok kere açıklandığı gibi, yıllık yükselime ve yeryüzünün merkezine özgü, hiçbir şekilde eşit olmayan iki devinim mevcuttur; yükselimin eski durumuna dönmesi merkeze özgü periyodu az da olsa tahmin etmemizi sağlayabilir, zira bu ekinoksların vaktinden evvel gelmesini gerektirir – sabit yıldızlar küresi doğu yönünde hareket etmez; aksine ekvator, yerküre ekse-

ninin sapması oranında ekliptik düzlemine eğik bir şekilde meylettiğinden, batı yönünde hareket etmiş olur. Daha kesin bir şekilde söylemek gerekirse, ekliptiğe eğik bir şekilde meyleden ekvator çemberi daha büyük; ekvatora meyleden ekliptik çemberiyse daha küçüktür. Buna göre yıllık dönüş boyunca Güneş ile Dünya arasındaki mesafeyle belirlenen ekliptik, Dünya'nın, ekseni etrafındaki günlük dönüşüyle belirlenen ekvatordan çok daha büyüktür. Ve bu sayede yıldızlar geride kalmış görünürken, zamanın geçmesiyle birlikte ekvatorun ve eğik ekliptiğin ortak kesitlerinin ilerlediği görülür. Fakat bu hareketin ölçüsü ve düzensizliğinin oranı bizden öncekilerin gözünden kaçmıştır; zira olağanüstü yavaşlığından ötürü devinimin periyodu henüz bilinmiyordu; insanlar tarafından ilk defa fark edilmesinden sonra çağlar boyunca sadece çemberin on beşte biri, yani 24° kadar ilerleyebilmişti. Bununla beraber gözlemlerin tarihinden günümüze, bu olgularla ilgili öğrendiklerimizin de yardımıyla konuları mümkün olduğunca kesin bir şekilde açıklamaya çalışacağız.

2. Ekinoksların ve Gündönümlerinin Düzensiz Devinmesini Tasdikleyen Gözlemlerin Tarihi

Buna göre Büyük İskender'in ölümünün 30. yılında, Calippusçu 76 yıllık ilk periyodun[1] 36. yılında, sabit yıldızların konumlarını inceleyen ilk kişi olan İskenderiyeli Timochares[2], Başak takımyıldızında yer alan Başakçı'nın[3] 2° güney

1 Zamanının önde gelen gökbilimcilerinden Calippus (MÖ 370-300) sonradan Calippusçu periyot adı verilen, dört Metoncu periyot devrine dayalı bir sistem tasarlamıştı. Meton, bir Güneş yılının 365 5/19 günden oluştuğunu düşünüyordu; Calippus bunu geliştirerek 76 yıllık bir devir ortaya çıkardı. Calippusçu periyodun ilk yılı MÖ 330'a denk geliyordu (G. C. Lewis, s. 122, 1862).

2 İskenderiyeli Timochares (MÖ 320-260): Euclides ile Calippus'un çağdaşı Yunan filozof ve gökbilimci.

3 Başakçı: Simâk-ül-azel, Sünbüle (M. Pultar, s. 16, 2007). Lat. Spica.

enleminde ve yaz gündönümü noktasından $82^{1}/_{3}$°lik açısal uzanıma sahip olduğunu; üç yıldızdan en kuzeyde bulunan Akrep'in alnında ve burç dizilimi sisteminde ilk sırada yer alan yıldızın $1^{1}/_{3}$° enlemde ve sonbahar gündönümünden itibaren 32° boylamında yer aldığını kaydetmişti. Aynı periyodun 48. yılında ise Başakçı'nın, yaz gündönümünden itibaren 82,5° boylamında olduğunu, ancak aynı enlemde seyrettiğini bulmuştu. Hipparchus da İskender'in ölümünün 196. yılında, Calippusçu üçüncü periyodun 50. yılında, Aslan'ın göğsünde bulunan Küçük Kral[4] adındaki yıldızın yaz gündönümünün $29^{5}/_{6}$° doğu yönünde olduğunu bulmuştu. Daha sonra Romalı geometrici Menelaus[5], İmparator Traianus'un[6] (yönetiminin) birinci yılında, İsa'nın doğumunun 99, İskender'in ölümünün 422. yılında Başakçı'nın Başak'ta, yaz gündönümünden itibaren $86^{1}/_{4}$° boylamında ve Akrep'in alnındaki yıldızın da sonbahar ekinoksundan itibaren $35^{11}/_{12}$° boylamında yer aldığını bulmuştu. Sonra Ptolemaeus, Antoninus Pius'un[7] ikinci yılında, İskender'in ölümünün 462. yılında Aslan'daki Küçük Kral'ın, yaz gündönümünden itibaren $32^{1}/_{2}$° boylamında, Başakçı'nın $86^{1}/_{2}$° boylamında; yukarıdaki tablolarda da gösterildiği gibi Akrep'in alnındaki yıldızınsa, enleminde hiçbir değişiklik olmaksızın, sonbahar ekinoksundan itibaren $36^{1}/_{3}$° boylamında olduğunu bulmuştu. Böylece bunları eskilerin kaydettiği şekliyle gözden geçirmiş olduk. Büyük bir zaman atlamasından sonra, İskender'in ölümünün 1202. yılında Machometus Arecensis'in gözlemi gelir; bu gözleme kesin bir şekilde güvenebiliriz. Bu yılda Re-

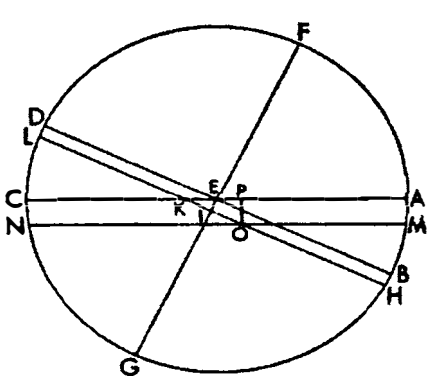
4 Latince'deki adı *küçük kral, prens* anlamına gelen Aslan Takımyıldızı'ndaki bu en parlak yıldızın günümüzdeki yaygın adı Regulus'tur.

5 Menelaus (MÖ 1. yy.): Hakkında fazla bilgimizin olmadığı Menelaus özellikle geometri ve küresel trigonometri üzerinde yoğunlaşmış; birçok teorem geliştirmişti (J. R. Newman, s. 109, 2000).

6 Marcus Ulpius Nerva Traianus (MS 53-117): MS 98-117 yılları arasında Roma imparatoru.

7 Titus Aurelius Fulvus Boionius Arrius Antoninus Pius (MS 86-161): MS 138-161 yılları arasında Roma imparatoru.

gulus ya da Basiliscus'un (Küçük Kral) yaz gündönümünden itibaren 44°5′ boylamında; Akrep'in alnındaki yıldızın sonbahar ekinoksundan itibaren 47°50′da bulunduğu da görülebilir. Bu yıldızların enlemi tümüyle aynı kalmış; bu yüzden sonuca dair herhangi bir şüphemiz yoktur. Hıristiyan (İsa) takvimine göre 1525 yılında, Roma takvimine göre artık yıldan sonraki yılda ve Mısır takvimine göre İskender'in ölümünden sonra 1849'da, Prusya'daki Frauenburg'da adı geçen Başakçı'nın gözlemini gerçekleştirdik. Buna göre yıldızın meridyen dairesindeki en büyük yüksekliğinin yaklaşık 27° olduğunu gördük. Frauenburg'un enlemi de 54°19,5′ydı. Buna bağlı olarak ekvatordan eğimi de 8°40′ kadardı. Konumu şöyle anlaşılabilir: Ekliptiğin ve ekvatorun kutuplarından geçen bir ABCD meridyen dairesi çizeriz. AEC, ekvatorla birlikte çap ve ortak kesit olsun; BED, ekliptikle birlikte çap ve ortak kesit olsun. F, ekliptiğin kuzey kutbu ve FEG de ekseni; B, Oğlak'ın, D de Yengeç'in başlangıcı olsun. Bu durumda yıldızın güney enlemine denk gelen BH yayı 2° olur. H noktasından BD'ye paralel olarak HL çizilsin; bu HL, I noktasında ekliptiğin eksenini, K noktasında ekvatoru kessin. Ayrıca MA yayı, yıldızın güney yükseliminden dolayı 8° 40′ya eşittir. M noktasından AC'ye paralel olarak MN çizilsin. MN, ekliptiğe paralel HIL'yi kesmiş olacak; buna göre MN HIL'yi O noktasında kessin.



Ve OP düz çizgisi, MN ve AC'ye dik olarak çizilirse; bu durumda OP, AM'nin iki katını ayıran kirişin yarısına eşit olur. Fakat FG, HL ve MN çaplarını içeren çemberler ABCD düzlemine diktir; Euclides'in *Elementler*'inin on birinci kitabının XIX. bölümünde gösterildiği gibi ortak kesitler, O ve I noktalarında aynı düzleme diktir. Böylelikle on birinci kitabın VI. bölümünde de gösterildiği gibi ortak kesitler birbirine paraleldir. I, çapı HL olan dairenin merkeziyse, bu durumda OI çizgisi, HL çaplı çemberdeki bir yayın iki katını ayıran kirişin yarısına eşit olacaktır; buradaki yay, Terazi'nin başlangıcından itibaren yıldızın boylamını ölçen yaya benzer olup aradığımız yayın bizzat kendisidir. Şu yolla bulunur: Dış açı, iç açıyla ters açıya eşit olduğundan AEB açısı, OKP açısına eşittir ve OPK açısı 90°dir. Buna uygun olarak OP'nin OK'ye oranı, AB'nin iki katını ayıran kirişin yarısının BE'ye olan oranına; o da AH'nin iki katını ayıran kirişin yarısının HIK'ye oranına eşittir. Zira bu çizgiler OPK'ye benzer üçgenleri ihtiva eder; fakat AB yayı 23°28′30″ye; BE 100.000 birimken, AB'nin iki katını ayıran kirişin yarısı da 39.832 birime eşit olup ABH yayı 25°28′30″ye; ABH'nin iki katını ayıran kirişin yarısı 43.010 birime, yükselime denk gelen MA yayı 8°40′ya; MA'nın iki katını ayıran kirişin yarısı da 15.069 birime eşittir. Buradan hareketle HIK, 107.978 birime; OK de 37.831 birime eşit olur; ikisinin farkı olan HO da 70.147 birimdir. Fakat HOI, HGL kirişinin yarısına; HGL yayı da 176°ye eşittir. O halde HOI, BE 100.000 birimken, 99.939 birime eşittir. O halde çıkarma işlemiyle OI, HOI'nın HO'dan farkına, yani 29.792 birime eşittir. Fakat HOI yarıçap olarak 100.000 birim ise OI, 29.810 birime eşittir; bu da 17°21′lık yayın iki katını ayıran kirişin yarısına denktir. Bu, Terazi'nin başlangıcından itibaren Başak'taki Başakçı'nın uzaklığıydı; ayrıca yıldızın konumu da yine burasıydı. 10 yıl evvel, 1515'te bu yıldızın 8°36′lık bir yükseliminin olduğunu da bulmuştuk; konumu Terazi'nin başlangıcından 17°14′ uzaklıktaydı. Ptolemaeus, bu yıldızın sadece

0,5°lik bir yükseliminin olduğunu kaydetmişti; buna göre konumu Başak'ta 26°40′ydı; bu da evvelki gözlemlerle karşılaştırıldığında üç aşağı beş yukarı doğruydu. Buradan şu anlaşılıyor: Toplamı $4^{1}/_{3}$°ye varan devinme miktarıyla zaman arasında sabit bir oran kurulursa, Timochares'ten Ptolemaeus'a kadarki neredeyse 432 yıllık zaman diliminin tümünde, ekinokslar ve gündönümleri 100 yılda 1°lik devinmeyle hareket etmiştir. Buna göre Hipparchus ile Ptolemaeus arasındaki 266 yıl içinde Aslan'daki Basiliscus'un boylamı yaz gündönümünden itibaren 2°40′ hareket etmiştir; bu yüzden burada da bir karşılaştırma yaparsak, her 100 yılda 1°lik bir devinmenin bulunduğunu görürüz. Dahası Menelaus ile Albategius'un[8] gözlemleri arasındaki yaklaşık 782 yıl boyunca, Akrep'in alnındaki ilk yıldızın boylamı 11°55′lık bir değişim göstermiştir; kuşkusuz burada 100 yılda bir değil 66 yılda bir 1°lik değişim, Ptolemaeus'tan sonraki 741 yıl içindeyse 65 yılda 1°lik bir değişim gösterdiği görülür. En nihayetinde 645 yıllık geri kalan kısım, gözlemimiz sayesinde bulunan 9°11′lık farkla karşılaştırılırsa, her 1°ye 71 yıl düşecektir. Buradan anlaşılıyor ki, ekinoksların devinmesi Ptolemaeus'tan önceki 400 yıl boyunca, Ptolemaeus ile Albategius arasındaki zaman diliminde olduğundan daha yavaş; bu ara dönemdeyse Albategius'tan günümüze kadarki süreden daha hızlı gerçekleşmiştir. Ayrıca eğimin hareketiyle ilgili olarak da bir uzlaşmazlık söz konusudur; zira Samoslu Aristarchus, Ptolemaeus gibi, ekvatorla ekliptiğin eğimini 23°51′20″; Albategius 23°35′; 190 yıl sonra İspanyol Arzachel[9] 23°34′; yine 230 yıl sonra Yahudi Prophatius[10], yaklaşık 2′ daha küçük olarak bulmuştu; zamanımızda ise aynı

---

8 Albategius: Machometus Arecensis'in diğer Latince adı.

9 Arzachel (1028-1087): Zamanının önde gelen matematikçi ve gökbilimcilerinden Ebu İshak İbrahim bin Yahya ez-Zerkali'nin Latince adı.

10 Prophatius (1236-1304): Ortaçağın önemli gökbilimcilerinden olan Jacob ben Machir ibn Tibbon'ın Latince adı.

eğim 23°28 1/2′dan daha büyük bulunmamıştır. Buradan anlaşılıyor ki; bu hareket, Aristarchus'un zamanından Ptolemaeus'un zamanına kadar en yavaş; Ptolemaeus'un zamanından Albategius'un zamanına kadar da en hızlıdır.

3. Ekinokslardaki ve Ekvatorla Ekliptiğin Eğimindeki Değişimi Gösteren Hipotezler

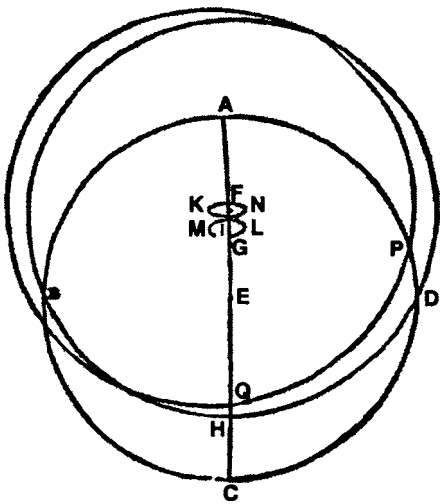
O halde buradan açıkça anlaşılıyor ki; gündönümleri ve ekinokslar düzensiz bir hareketle değişmektedir. Belki de kimse buna ekvatorun kutuplarında ve Dünya'nın ekseninde kesin bir dönme olduğundan daha iyi bir açıklama getiremeyecektir. Bunun Dünya'nın hareket ettiği hipotezinden geldiği görülmektedir; zira sabit yıldızların durağan enlemlerinin de kanıtladığı gibi, ekvator hareket ederken ekliptiğin daimi olarak hareketsiz kaldığı açıktır. Dünya'nın ekseninin hareketi merkezin hareketine oranla basit ve kesin olsaydı, söylediğimiz gibi, ekinokslara ve gündönümlerine ait hiçbir devinme olmazdı; oysa bu hareket değişken bir farkla birbirinden ayrıldığından, gündönümü ve ekinoksların düzensiz bir hareketle yıldızların konumlarının önüne geçmesi gerekir. Her ne kadar bu eğim daha doğru bir şekilde ekvatora yakıştırılmalıysa da, ekliptiğin eğimini düzensiz bir şekilde değiştiren yükselimin hareketi konusunda da aynı durum geçerlidir. Bu nedenle tıpkı terazinin kefeleri gibi tümüyle kutuplara ait iki karşıt hareket olduğu anlaşılmalıdır; zira kutuplar ve çemberler bir kürede karşılıklı olarak, uyum içinde bulunmaktadır. Bu yüzden kesit açısıyla orantılı olarak kutupların aşağı ve yukarı taşındığı, bu çemberlerin eğimini değiştiren bir hareket söz konusudur. Bunun yanında farklı noktalarda yer alan bir akımla gündönümüne ve ekinokslara ait devinmeleri[11] değ-

11 Presesyon: Devinme olayı.

şimli olarak artıran ve azaltan başka bir hareket daha vardır. Bu hareketlere *sallantılar*[12] diyoruz; zira bunlar iki uç arasında aynı yönde sallanan cisimler gibi, ortada daha hızlı, uçlarda ise oldukça yavaştır. Yeri geldiğinde de göreceğimiz gibi, bu tarz hareketler gezegenlerin enlemleriyle bağlantılı olarak çok sık gerçekleşmektedir. Kendi periyotlarında da farklılık gösterirler; zira eğim bir kez eski konuma gelirken ekinoksların düzensiz hareketi iki kez eski konumuna ulaşır. Fakat her görünür düzensiz harekette, kendisi sayesinde düzensizliğin düzeyinin ölçülebileceği kesin bir ortalamanın da görülmesi; bunun için de ortalama kutupların, ortalama ekvatorun, ortalama ekinoksların ve ortalama gündönümü noktalarının dikkate alınması gerekir. Kutuplar ve yeryüzü ekvatoru, bu ortalama kutuplardan uzakta, karşıt yönlerde döndürüldüğünden; her ne kadar sabit sınırlar içeriyorsa da bu, düzenli hareketlerin düzensiz olarak görünmesini sağlar. Ve birbiriyle çekişen bu iki sallantı, Dünya'nın kutuplarının, düz çizgileri zaman içinde kıvrımlı ve küçük çelenklere benzer şekilde çizmesini sağlar. Fakat bunları salt kelimelerle iyi bir şekilde ifade edebilmek ya da gözle görmeden duyumla algılayabilmek kolay değil. Bu yüzden bir kürede ekliptik olarak bir ABCD dairesi çizelim; E, kuzey kutbu; A, Oğlak; C, Yengeç; B, Koç; D, Terazi olsun. A, C ve E kutup noktalarından AEC dairesi çizilsin. Ekliptiğin ve ekvatorun kuzey kutupları arasındaki en büyük mesafe EF, en küçük mesafe de EG olsun. Benzer şekilde I, orta konumdaki kutup olsun ve etrafında BHD ekvatoru çizilerek ona ortalama ekvator; B ve D'ye ise ortalama ekinokslar densin.

---

12 Sallantı: Gökcisimlerinin yörüngesel özellikleri nedeniyle bir başka gökcisminden bakan gözlemciye sallanıyormuş gibi görünmesi durumu, librasyon. Örneğin Dünya'dan Ay'ın hep aynı yüzü görünse de sallantı nedeniyle Ay'ın arka yüzünün küçük bir bölümü de (% 18'i) parça parça görülür.



E kutbunun çevresinde ne varsa, söylendiği gibi, sabit yıldızlar küresi dizisine zıt yönde düzenli ve yavaş bir hareketle sürekli batıya doğru taşınır. O halde yeryüzü kutuplarının, tıpkı asılı cisimler gibi, karşıt iki hareketinin olduğu anlaşılsın; bunlardan biri F ile G sınırları arasında, yükselimin ayrıklığının[13] yani düzensizliğinin hareketi olarak adlandırılabilecek olan; diğeri batıdan doğuya, doğudan da batıya doğru taşınandır. İlkine göre iki kat daha hızlı olan bu ikinci harekete ekinoksların ayrıklığı diyeceğiz. Her iki hareket de Dünya'nın kutuplarına ait olduğundan, şaşırtıcı bir şekilde kutupları saptırır. Buna göre Dünya'nın kuzey kutbu olarak F ile birlikte kutbun etrafında çizilen ekvator, B ve D'nin aynı kesitlerinden, yani AFEC dairesinin kutupları boyunca geçecektir. Fakat FI yayına oranla eğimin açıları daha büyük olacaktır. Bu

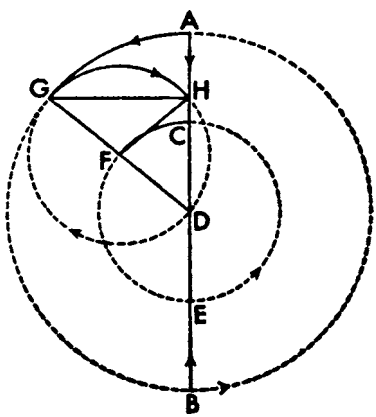
13 Ayrıklık: Bir konik (elips, daire, parabol, hiperbol) üzerinde devinen bir cismi odağa ya da merkeze birleştiren doğrunun büyük eksen ile yaptığı açı (A. Kızılırmak, 1969). Lat. Anomalia. C. G. Wallis'in belirttiği gibi ayrıklık burada, ilk düzenli hareketle birleşerek onu düzensiz görünen bir hareket kılan düzenli bir hareket olarak kullanılmıştır (C. G. Wallis, s. 125, 1995).

durumda ortaya çıkan ikinci hareket, başlangıç kabul edilen F noktasından ortalama eğime geçmek üzere olan yeryüzüne özgü kutbun düz bir çizgide FI boyunca ilerlemesine engel olarak onu K'deki, doğu yönündeki en uzak enleme doğru dairesel bir hareketle yaklaştırır. Bu konumun etrafında çizilen, görünür OQP ekvatorunun kesişimi B'de değil, onun doğu yönündeki O'da olacak ve ekinoksların devinmesi BO yayıyla orantılı olarak azalacaktır. Yönünü değiştirip batıya doğru hareket eden kutup, eşzamanlı olarak çekişen iki hareket tarafından ortalama konum I'ya yönlenir. Görünen ekvator da düzenli veya ortalama ekvatorla her açıdan özdeştir. Dünya'nın kutbu buradan geçerek batıya doğru hareket eder, görünen ekvatoru ortalama ekvatordan ayırır ve ekinoksların devinmesini artırarak başka bir L sınırına çıkartır. Orada konumunu yeniden değiştirerek G noktasına yerleşir ve yaklaşık olarak F'de olduğu gibi, ekinoksların ve gündönümlerinin hareketinin bir kez daha çok yavaş görüneceği aynı B ortak kesitinde en küçük eğime neden oluncaya değin, ekinoksların devinmesine eklediğini çıkartır. Bu anda ekinoksların düzensizliği dönüşünü tamamlamaya devam eder; zira ortalamadan başlayıp her iki uçtan geçerek ortalamaya geri döner; eğimin hareketiyse yükselimlerin en büyüğünden en küçüğüne geçerek turun sadece yarısını tamamlamış olur. Kutup, buradan doğuya doğru hareketlenerek en uzaktaki M sınırına varır; sonra yönünü terse çevirerek ortalama kutup I'yla bir olur ve bir kez daha batıya doğru ilerleyip N sınırına ulaşınca, nihayet kıvrımlı FKILGMINF çizgisi dediğimiz yolu tamamlar. Ve buradan anlaşılıyor ki; Dünya'nın kutbu, eğimin bir devrinde doğu sınırına da batı sınırına da ikişer defa ulaşmış olur.

4. Karşılıklı Hareket ya da Sallantı Hareketi Dairesel Hareketlerden Nasıl Oluşur

Böylece bu hareketin görünenle uyumunu tam anlamıyla açıklayacağız. Bu sallantılardaki düzenliliğin nasıl anlaşı-

lacağı sorulacaktır; zira başlangıçta göksel hareketlerin bir bileşimi olduğunu söylemiştik. Fakat burada, iki sınır arasında bir hareket görülür ve bu iki sınırın hareketler arasındaki aracılığa son vermesi gerekir. Böylelikle düzenli hareketler yoluyla ortaya çıkan ikiz hareketler olduğunu kabul etmiş oluyoruz. Bir AB düz çizgisi olsun ve C, D ve E noktalarında dört eşit parçaya ayrılsın. Aynı düzlemde D'nin etrafında eş merkezli ADB ve CDE çemberleri çizilsin. Aynı ADB ve CDE düzleminde içteki çemberin çevresi üzerinde bir F noktası alınsın ve merkezi F, yarıçapı FD olan bir GHD çemberi çizilsin ve bu AB düz çizgisini H noktasında kessin ve DFG çapı çizilsin.



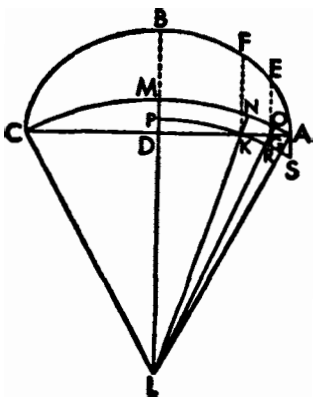
GHD ve CFE çemberlerinin ikiz hareketleri birbiriyle çatıştığında hareketli H noktası, karşıt bir hareketle aynı AB düz çizgisi boyunca ileri ve geri gider. Bu, H'nin F'ye göre farklı bir yönde, iki katı mesafede hareket ettiğini anlarsak gerçekleşecektir; zira CFE çemberinin merkezinde ve GHD çemberinin yayında yer alan aynı CDF açısı, eşit çemberlerin her iki yayını da, yani FC ve onun iki katı kadar olan GH'yi kapsar. ACD ve DFG düz çizgilerinin kesiştiği anda hareket eden H noktası, daha sonra A ile çakışacak olan

G'de; F de C'de olacaktır. Bu durumda F merkezi, CF boyunca sağa doğru; H de yayın etrafında CF'nin iki katı kadar mesafede sola doğru ya da tam ters yönde hareket eder; buna göre H, AB çizgisi boyunca döndürülmüş olur; aksi halde, kolayca görülebileceği gibi, parça bütünden daha büyük olur. Fakat H, katlanmış DFH çizgisiyle ortaya çıkan AH uzunluğu boyunca AD'ye eşit bir mesafeyle ilk konumundan uzaklaşır; DFG çapı da DH kirişini aşacak ölçüde ilerlemiş olur. Bu yolla H; GD, AB'ye dik olduğunda, yani AB düz çizgisi DHG çemberine teğet olunca D merkezine vardırılmış olacak; daha sonra H, B'de bir diğer sınıra ulaşacak ve yine aynı mantıkla bu konumdan geriye hareket edecektir. Böylece gösterildiği gibi, düz bir çizgi boyunca hareketin, birbiriyle çekişen iki dairesel hareketten oluştuğu; karşılıklı ve düzensiz bir hareketin de aslında düzenli hareketlerden meydana geldiği anlaşılıyor. Dahası buradan hareketle GH düz çizgisi her daim AB'ye dik olacaktır; zira yarım çember içindeki DH ve HG çizgileri de her zaman bir dik açı oluşturacaktır. Buna göre GH, AG'nin iki katını ayıran kirişin yarısına; DH de 90°nin AG'den farkının iki katını ayıran kirişin yarısına eşittir; zira AGB çemberi, HGD çemberinin çapının iki katına sahiptir.

5. Ekinoks Devinmesinin ve Eğiminin Düzensizliğinin Gösterilmesi

Bu yüzden bazıları çemberin bu hareketini, çap boyunca enine bir hareket olarak betimliyor. Fakat ondaki düzenliliği ve periyodikliği yay sayesinde; büyüklüğü de onu ayıran kirişler sayesinde belirliyorlar. Hareketin merkezde düzensiz ve daha hızlı, yaydaysa daha yavaş göründüğü kolayca gösterilebilir. Bunun için merkezi D ve çapı ADC olan bir ABC yarım çemberi olsun ve B noktasında ikiye bölünsün. Buna göre AE ve BF yayları eşit alınsın ve F ile

E noktalarından ADC'ye dik olarak EG ve FK çizilsin. Bu durumda DK'nin iki katı, BF kirişinin iki katına; EG'nin iki katı, AE kirişinin iki katına; buna göre DK de EG'ye eşittir. Fakat Euclides'in *Elementler*'inin üçüncü kitabının VII. bölümünde de gösterildiği gibi AG, GE'den küçüktür; bu durumda AG, DK'den de küçük olur.

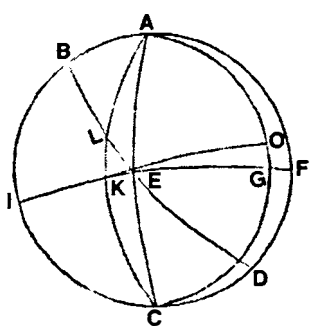


Fakat GA ve KD eşit süreleri kaplayacaktır; zira AE yayı, BF yayına eşittir; buna göre A yayının civarındaki hareket D merkezinin civarındaki hareketten daha yavaş görünecektir. Bunu gösterdikten sonra L'yi Dünya'nın merkezi olarak alalım; buna göre DL düz çizgisi yarım çemberin ABC düzlemine diktir ve merkez olarak L, A ve C noktalarından bir dairenin AMC yayı, bir düz çizgide de LDM çizilsin. Buna uygun olarak ABC yarım dairesinin kutbu M'de olacak; ADC de dairelerin ortak kesiti olacaktır. Buna LA ve LC yanında, aynı şekilde LK ve LG de eklensin. Düz çizgi şeklinde uzatılan LK ve LG, N'de ve O'da AMC yayını kessin. Buna göre LDK açısı dik olduğundan LKD açısı dardır. LK çizgisi LD'den daha uzun olduğundan, geniş açılı üçgenlerde LG kenarı LK kenarından, LA da LG'den daha büyüktür. Bu yüzden merkezi L,

yarıçapı LK olarak çizilmiş çember LD'nin ötesine düşecek fakat LG ve LA'yı kesecektir; bu da PKRS çemberi olsun. LDK üçgeni, LPK kesitinden küçük olduğundan ve LGA üçgeni, LRS kesitinden büyük olduğundan; LDK üçgeninin LPK kesitine oranı, LGA üçgeninin LRS kesitine oranından küçüktür. Bundan dolayı değişimli olarak LDK üçgeninin LGA üçgenine oranı, LPK kesitinin LRS kesitine oranından küçüktür. Ve Euclides'in *Elementler*'inin altıncı kitabının I. bölümünde de gösterildiği gibi LDK üçgeninin LGA üçgenine oranı DK tabanının AG tabanına oranına eşittir. Fakat LPK kesitinin LRS kesitine oranı, DLK açısının RLS açısına oranına, o da MN yayının OA yayına oranına eşittir. Bu durumda DK tabanının GA tabanına oranı MN yayının OA yayına oranından küçüktür. Fakat zaten DK'nın GA'dan daha büyük olduğunu göstermiştik; o halde MN de OA'dan büyük olur. Ve böylece gösterildiği gibi, MN ve OA yaylarının, Dünya'nın kutuplarının eşit süreler boyunca çizdiği eşit ayrıklık yayları AE ve BF'yle uyumlu olduğu anlaşılır. Fakat eğimlerin en büyüğüyle en küçüğü arasındaki fark $^{2}/_{5}$°yi aşmayacak ölçüde belirsiz olduğundan AMC kıvrımlı çizgisi ile ADC düz çizgisi arasında algılanabilir bir fark olmayacaktır; bu yüzden ADC çizgisiyle ABC yarım dairesi üzerinde basitçe çalışırsak hiçbir hata ortaya çıkmayacaktır. Hemen hemen aynı husus, kutupların ekinokslarla alakalı diğer hareketi için de geçerlidir; zira birazdan anlaşılacağı gibi, bu hareket ortalama dereceye kadar ulaşmaz. Bir kere daha ekliptiğin kutupları ve ortalama ekvator boyunca geçen bir ABCD çemberi alalım. Buna Yengeç'in ortalama koluresi[14] diyebiliriz. Eklip-

[14] Kolure (colure): Gökküredeki iki büyük çemberden her biri. Bunlardan biri gök kutuplarından ve ekinokslardan, ötekiyse kutuplardan ve gündönümlerinden geçer (İdea Yayınevi, Yabancı Sözcükler: http://getir.net/rn4).

tiğin yarım dairesi DEB; ortalama ekvator da AEC olsun; bunlar birbirini, ortalama ekinoksun olacağı E noktasında kessin. Bu durumda ekvatorun kutbu F olsun ve onun bir ucundan diğerine FEI büyük dairesi çizilsin; o sebeple bu, ortalama ya da düzenli ekinoksların koluresi olacaktır. O halde daha kolay gösterebilmek için, ekinoksların sallantısını ekliptiğin eğiminden ayırmalıyız. EF koluresinde FG yayı alınsın ve bu mesafe boyunca ekvatorun görünen G kutbunun ortalama F kutbundan taşınmış olduğu anlaşılsın. Ve bir kutbu G olan, görünen ekvatorun ALKC yarım dairesi çizilsin. Bu, ekliptiği L'de kesecektir. Buna göre L noktası görünen ekinoks olacaktır ve onun ortalama ekinokstan uzaklığı, FG'ye eşit olan EK yayı sayesinde oluşan LE yayıyla ölçülecektir.



Fakat bir kutbu K olan AGC dairesini çizelim ve ekvatoral kutbun, FG sallantısının gerçekleştiği süre boyunca, G noktasında gerçek kutup olarak kalmadığı, aksine başka bir sallantıyla ya da salınımla hareket ederek GO yayı boyunca eğik ekliptik yönünde uzaklaştığı anlaşılmalıdır. Bu yüzden BED ekliptiği dururken, gerçek ekvator kutbun O'ya aktarımına uygun olarak görünür hale gelecektir. Ve yine gözden kaçırmamamız gerekir ki, evvelce gösterdiğimiz gibi kutupların salınımıyla az çok orantılı olarak, gö-

rünen ekinoksun L kesişimindeki hareketi, ortalama ekinoks E'nin civarında daha hızlı, uçlarda ise oldukça yavaş olacaktır.

6. Ekinoksların Devinmesinin ve Ekliptik Eğiminin Düzenli Hareketleri Üzerine

Görünen her düzensiz dairesel hareket dört duraktan geçer: En uçlarda yavaş ve hızlı göründüğü duraklar ile ortada ortalama bir sürate sahipken göründüğü duraklar. Sürat, en az olduğu ve artışın başladığı noktadan ortalama sürate geçtiği için ortalamadan yeniden hızlanana kadar artar; hızlandıktan sonra yine ortalamaya yaklaşır ve dairenin son durağında eski yavaşlığına döner. Bu sayede verilen bir zaman diliminde, düzensiz hareketin konumunun veya düzensizliğinin, dairenin hangi bölümünde olduğunu bilmek mümkündür. Bu yüzden, yukarıda da kaydedildiği gibi, ekinoksların devinmesinin görünen hareketi, diğer zamanlarla karşılaştırıldığında Timochares ile Ptolemaeus arasında kalan zaman diliminde daha yavaş bulunmuştur. Hareket, Aristyllus'a[15], Hipparchus'a, Agrippa'ya ve Menelaus'a ait zaman diliminin ortasında gerçekleşen gözlemlerle de gösterildiği gibi bir süreliğine düzenli ve kurallı görünür. Bu yüzden müşterek telafi, hareketi bir süreliğine kurallı gösterdiği için süratteki azalmanın kesilmesiyle artışın başlangıcının birleşmesi gerçekleştiğinden; bu durum, ekinoksların görünen hareketinin en yavaş olduğu anda basit bir şekilde meydana geldiğini ve bu zaman diliminin ortasındayken hızdaki artışın başlangıcında olduğunu kanıtlar. Buna göre Timochares'in gözlemi, dairenin dördüncü çeyreğine, DA boyunca yerleştirilmelidir; fakat Ptole-

15 Arystillus veya Aristillus (MÖ 280 civarı): Büyük İskenderiye Kütüphanesi'nde çalışmış ve ilk yıldız kataloğunu hazırlamış gökbilimci.

maeus'un gözlemi ilk çeyrekte AB boyunca yer alır. Yine Ptolemaeus'tan Machometus Arecensis'e kadarki ikinci aralıkta üçüncüdekinden daha hızlı bir hareket bulunduğundan, en yüksek hız noktasının ikinci zaman aralığı boyunca geçildiği ve düzensizliğin CD boyunca dairenin üçüncü çeyreğine zaten ulaştığı; üçüncü aralıktan bize doğru da düzensizliğin üç aşağı beş yukarı giderildiği ve Timochares'le birlikte başlangıç noktasına geri döndüğü açıktır. Buna göre biz, Timochares ile günümüz arasındaki 1819 senelik daireyi alışılageldiği gibi 360 parçaya ayırırsak, orantılı olarak 432 yıl için 85,5°lik yayı, 742 yıl için 146°51′yı ve geri kalan 645 yıl için de 127°39′lık diğer yayı elde ederiz. Bu saptamaları açık ve basit bir çıkarımla yapabildik; fakat gözlemlerle ne ölçüde uyumlu olduklarını görebilmek için çalışma üzerinde daha sağlam hesaplamalarla 1819 Mısır yılı boyunca düzensiz hareketin 21°24′sı boyunca tüm devinimi aştığını ve periyodun sadece 1717 Mısır yılını kapsadığını buluruz. Bu mantığa uygun olarak dairenin ilk diliminin 90°35′yı, ikinci diliminin 155°34′yı içerdiği keşfedilir; oysa 543 yıllık periyot, dairenin diğer 113°51′sını içerecektir. Böylelikle bütün bunlar bu şekilde açıklanmış ve ekinoksların devinmesindeki ortalama hareket de ortaya konmuş olur; bu, 1819 yıl için yaklaşık olarak 25°1′lık, görünen bir hareket elde ettiğimizden düzensizlikteki hareketin önceki duruma getirilmesinin sonunda aynı 1717 yıl için 23°57′dır. Fakat Timochares'ten sonra 1717 ile 1819 arasındaki 102 yılda görünen hareket aşağı yukarı 1°4′ olmalıdır; zira azalma sonuna varmasa da görünen hareket, her 100 yıl için gereken 1°den biraz büyük olmalıydı. Buradan hareketle 1°4′yı 25°1′dan çıkarırsak, söylediğimiz gibi 1717 Mısır yılı için artık düzensiz ve görünen harekete uygun olarak düzeltilen 23°57′lık ortalama ve düzenli hareketi buluruz. O halde ekinoksların devinmesinin bütün ve düzenli hareketi

25.816 yılda gerçekleşir; bu yıllar boyunca düzensizliğin yaklaşık olarak 1/28 kadarlık 15 çevrimi söz konusudur. Dahası geri çevriminin ekinoksların düzensiz devinmesinden iki kat daha yavaş olduğunu söylediğimiz eğimin hareketi bu mantığa uymaktadır. Ptolemaeus'un kaydettiğine göre, Samoslu Aristarchus ile kendi zamanı arasındaki 400 yıl boyunca 23°51′20″'lik eğim neredeyse hiç değişim göstermediğine göre eğiklik en büyük eğiklik sınırına yakındır; yani ekinoksların devinmesinin en yavaş hareketi söz konusudur. Fakat artık yavaşlığın aynı geri dönüşü yaklaşmaktadır; eksenin eğimi en büyük eğikliğinde değil, en küçüğüne yakın durumdadır. Söylendiği gibi eğimi, aradaki dönemin ortasında Machometus Arecensis, 23°35′; ondan 190 yıl sonra İspanyol Arzachel 23°34′; yine 230 yıl sonra Yahudi Prophatius ise yaklaşık 2′ daha az bulmuştu. En nihayetinde bizim zamanımızda 30 yıllık sık gözlemimizde eğimi yaklaşık 23°28′12″ olarak bulduk; en yakın öncellerimiz olan Georgius Purbachius[16] ve Monteregiumlu Ioannes[17] ise eğimi buna çok yakın bulmuştur. Yine burada kusursuz bir şekilde ortadadır ki, Ptolemaeus'tan sonraki 900 yıllık süre boyunca eğimdeki değişim, diğer bütün zaman aralıklarında olduğundan daha büyük olmuştur. O halde devinmenin düzensizliğinin 1717 yıldaki çevrimini bildiğimiz için, bu süredeki eğiklik periyodunun yarısını ve 3434 yıldaki toplam düzeltimi de elde etmiş oluruz. Bu nedenle 360°yi 3434 yıla ya da 180°yi 1717 yıla bölersek, bölüm, basit ayrıklıktaki yıllık hareket miktarı olan

16 Georgius Purbachius (1423-1461): Alman/Avusturyalı matematikçi ve gökbilimci Georg von Peuerbach'ın Latince adı.

17 Monteregiumlu Ioannes (1436-1476): Alman matematikçi ve gökbilimci Johannes Müller von Königsberg. Latince adı Regiomontanus'tur. Copernicus'un ilk ve tek öğrencisi olan Rheticus, *De Revolutionibus*'u muştulayan *Narratio Prima* adlı eserinin başında hocası Copernicus'un kaderini Regiomontanus'unkiyle karşılaştırır.

6′17″24‴9⁗ olacaktır. Bunlar 365 güne pay edildiğinde de 1″2‴2⁗ kadarlık günlük hareketi verir. Aynı şekilde ekinoksların ortalama devinmesi 1717 yıla pay edildiğinde –yani 23°57′ söz konusuyken– sonuç 50″12‴5⁗ kadarlık yıllık hareket olacak ve bu 365 güne pay edildiğinde 8‴15⁗ kadarlık günlük hareketi ortaya çıkaracaktır. Bu hareketler daha da açık olsunlar ve kendilerine ihtiyaç duyulduğunda el altında hazır bulunsunlar diye, yıllık hareketin sürekli ve düzenli artışına göre tablolarını veya genel kurallarını da sunacağız; toplam miktar bunu aşarsa, 60'lık parçaları her daim dakikalara ve derecelere aktaracağız; ve daha uygun olsun diye 60. yıla varıncaya değin bunlara ekleme yapmayı sürdüreceğiz; zira her altmış yılda bir rakamların konumu başa dönerken sadece lafzi değerleri arttığından, evvelce saniye olanlar daha sonra dakika olur ve bu hep böyle devam eder. Tablolar şeklindeki bu özet sayesinde 3600 yıl içindeki söz konusu yılları ilgilendiren düzenli hareketleri salt çift kayıtla belirleyebilmek mümkün olacaktır. O halde bu, günlerin sayısını da içerecektir. Göksel hareketleri hesaplamada resmi yıllar arasında düzenli olarak kabul edilen Mısır yıllarından yararlanacağız; zira ölçünün ölçülmüş olana uygun olması gerekir; bu durum Romalıların, Yunanların ve Perslerin kullandığı yıllarda geçerli değildir; çünkü araya eklemeler tek bir yolla değil, insanların arzularına göre olmuştur. Fakat Mısır yılı sabit 365 güne ayrılarak herhangi bir belirsizlik içermez; bir yılda sırasıyla şu isimlerdeki 12 düzenli ay yer alır: Thoth, Phaophi, Athyr, Chiach, Tybi, Mechyr, Phamenoth, Pharmuthi, Pachon, Pauni, Epiphi ve Mesori. Bu aylar takvime eklenmiş günler olarak adlandırılan 5 günle birlikte 60'ar günlük altı periyodu oluşturmaktadır. Bu nedenle Mısır yılları düzenli hareketleri hesap etmeye en uygun olandır. Diğer yıllar, günlerin dönüştürülmesiyle kolayca Mısır yıllarına uyarlanabilir.

Æqualis motus præceſsionis æquinoctiorũ in annis & ſexag.

Anni	MOTVS				
1	0	0	0	50	12
2	0	0	1	40	24
3	0	0	2	30	36
4	0	0	3	20	48
5	0	0	4	11	0
6	0	0	5	1	12
7	0	0	5	51	24
8	0	0	6	41	36
9	0	0	7	31	48
10	0	0	8	22	0
11	0	0	9	12	12
12	0	0	10	2	25
13	0	0	10	52	37
14	0	0	11	42	49
15	0	0	12	33	1
16	0	0	13	23	13
17	0	0	14	13	25
18	0	0	15	3	37
19	0	0	15	53	49
20	0	0	16	44	1
21	0	0	17	34	13
22	0	0	18	24	25
23	0	0	19	14	37
24	0	0	20	4	50
25	0	0	20	55	2
26	0	0	21	45	14
27	0	0	22	35	26
28	0	0	23	25	38
29	0	0	24	15	50
30	0	0	25	6	2

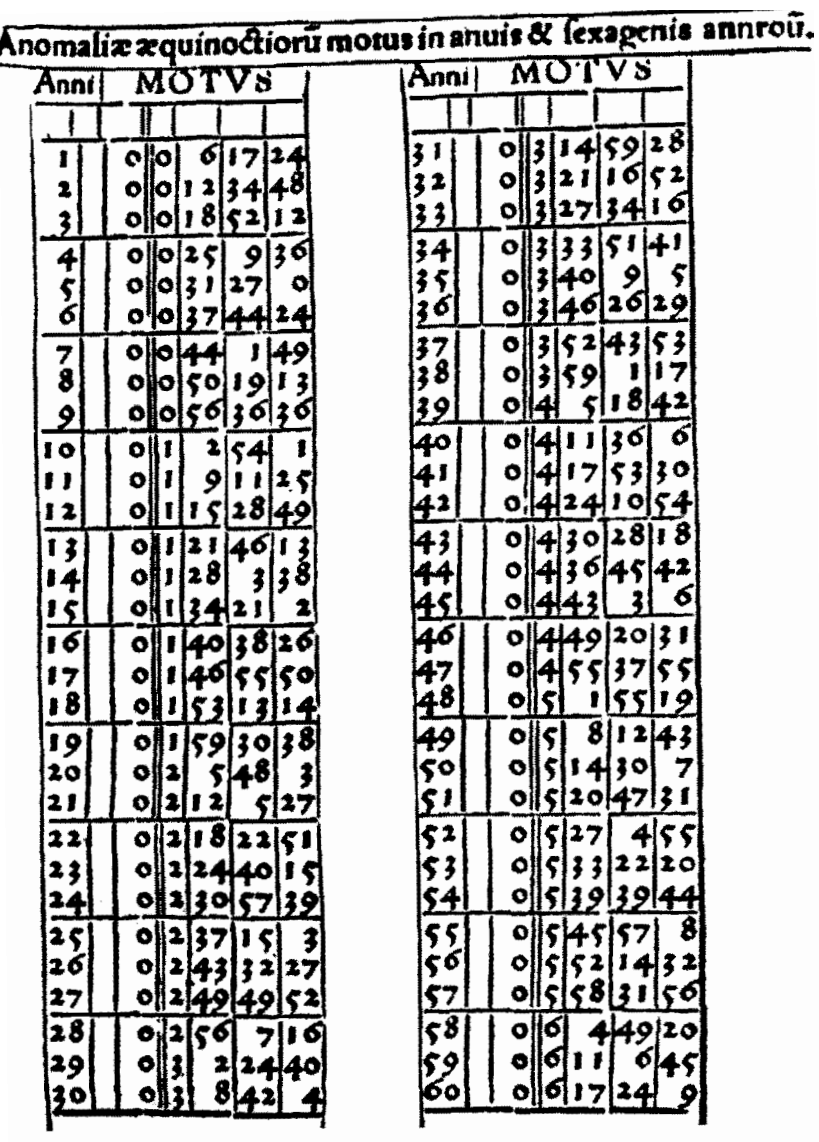
Anni	MOTVS				
31	0	0	25	50	14
32	0	0	26	40	26
33	0	0	27	36	38
34	0	0	28	26	50
35	0	0	29	17	2
36	0	0	30	7	15
37	0	0	30	57	27
38	0	0	31	47	39
39	0	0	32	37	51
40	0	0	33	28	3
41	0	0	34	18	15
42	0	0	35	8	27
43	0	0	35	58	39
44	0	0	36	48	51
45	0	0	37	39	3
46	0	0	38	29	15
47	0	0	39	19	27
48	0	0	40	9	40
49	0	0	40	59	52
50	0	0	41	50	4
51	0	0	42	40	16
52	0	0	43	30	28
53	0	0	44	20	40
54	0	0	45	10	52
55	0	0	46	1	4
56	0	0	46	51	16
57	0	0	47	41	28
58	0	0	48	31	40
59	0	0	49	21	52
60	0	0	50	12	5

Aequalis motus praecessionis aequinoctioru in annis & sexag.: Yıllara ve altmış yıllık periyotlara göre ekinoksların devinmesinin düzenli hareketi
Anni: Yıllar
MOTVS: HAREKETLER

Aequalis motus præceſsionis æquinoctiorũ in diebus & ſexagenis.

Dies	MOTVS				Dies	MOTVS			
1	0	0	0	8	31	0	0	4	15
2	0	0	0	16	32	0	0	4	24
3	0	0	0	24	33	0	0	4	32
4	0	0	0	33	34	0	0	4	40
5	0	0	0	41	35	0	0	4	48
6	0	0	0	49	36	0	0	4	57
7	0	0	0	57	37	0	0	5	5
8	0	0	1	6	38	0	0	5	13
9	0	0	1	14	39	0	0	5	21
10	0	0	1	22	40	0	0	5	30
11	0	0	1	30	41	0	0	5	38
12	0	0	1	39	42	0	0	5	46
13	0	0	1	47	43	0	0	5	54
14	0	0	1	55	44	0	0	6	3
15	0	0	2	3	45	0	0	6	11
16	0	0	2	12	46	0	0	6	11
17	0	0	2	20	47	0	0	6	27
18	0	0	2	28	48	0	0	6	36
19	0	0	2	36	49	0	0	6	44
20	0	0	2	45	50	0	0	6	52
21	0	0	2	53	51	0	0	7	0
22	0	0	3	1	52	0	0	7	9
23	0	0	3	9	53	0	0	7	17
24	0	0	3	18	54	0	0	7	25
25	0	0	3	26	55	0	0	7	33
26	0	0	3	34	56	0	0	7	42
27	0	0	3	42	57	0	0	7	50
28	0	0	3	51	58	0	0	7	58
29	0	0	3	59	59	0	0	8	6
30	0	0	4	7	60	0	0	8	15

Aequalis motus praecessionis aequinoctioru in diebus & sexagenis.: Yıllara ve altmış günlük periyotlara göre ekinoksların devinmesinin düzenli hareketi
Dies: Günler
MOTVS: HAREKETLER



Anomaliæ æquinoctiorũ motus in anuis & ſexagenis annrou.

Anni	MOTVS				
1	0	0	6	17	24
2	0	0	12	34	48
3	0	0	18	52	12
4	0	0	25	9	36
5	0	0	31	27	0
6	0	0	37	44	24
7	0	0	44	1	49
8	0	0	50	19	13
9	0	0	56	36	36
10	0	1	2	54	1
11	0	1	9	11	25
12	0	1	15	28	49
13	0	1	21	46	13
14	0	1	28	3	38
15	0	1	34	21	2
16	0	1	40	38	26
17	0	1	46	55	50
18	0	1	53	13	14
19	0	1	59	30	38
20	0	2	5	48	3
21	0	2	12	5	27
22	0	2	18	22	51
23	0	2	24	40	15
24	0	2	30	57	39
25	0	2	37	15	3
26	0	2	43	32	27
27	0	2	49	49	52
28	0	2	56	7	16
29	0	3	2	24	40
30	0	3	8	42	4

Anni	MOTVS				
31	0	3	14	59	28
32	0	3	21	16	52
33	0	3	27	34	16
34	0	3	33	51	41
35	0	3	40	9	5
36	0	3	46	26	29
37	0	3	52	43	53
38	0	3	59	1	17
39	0	4	5	18	42
40	0	4	11	36	6
41	0	4	17	53	30
42	0	4	24	10	54
43	0	4	30	28	18
44	0	4	36	45	42
45	0	4	43	3	6
46	0	4	49	20	31
47	0	4	55	37	55
48	0	5	1	55	19
49	0	5	8	12	43
50	0	5	14	30	7
51	0	5	20	47	31
52	0	5	27	4	55
53	0	5	33	22	20
54	0	5	39	39	44
55	0	5	45	57	8
56	0	5	52	14	32
57	0	5	58	31	56
58	0	6	4	49	20
59	0	6	11	6	45
60	0	6	17	24	9

Anomaliae aequinoctioru motus in anuis & sexagenis annrou: Yıllara ve altmış yıllık periyotlara göre ekinoksların ayrıklık hareketi
Anni: Yıllar
MOTVS: HAREKETLER

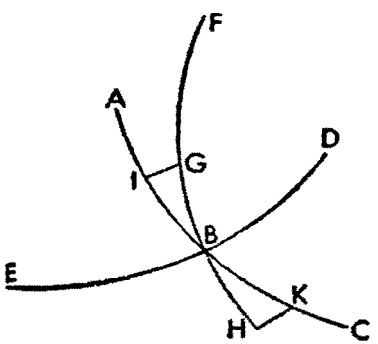
Anomaliæ æquinoctiorū motus in diebus & ſexagenis dierū.

Dies	MOTVS					Dies	MOTVS				
1	0	0	0	1	2	31	0	0	0	32	3
2	0	0	0	2	4	32	0	0	0	33	5
3	0	0	0	3	6	33	0	0	0	34	7
4	0	0	0	4	8	34	0	0	0	35	9
5	0	0	0	5	10	35	0	0	0	36	11
6	0	0	0	6	12	36	0	0	0	37	13
7	0	0	0	7	14	37	0	0	0	38	15
8	0	0	0	8	16	38	0	0	0	39	17
9	0	0	0	9	18	39	0	0	0	40	19
10	0	0	0	10	20	40	0	0	0	41	21
11	0	0	0	11	22	41	0	0	0	42	23
12	0	0	0	12	24	42	0	0	0	43	25
13	0	0	0	13	26	43	0	0	0	44	27
14	0	0	0	14	28	44	0	0	0	45	29
15	0	0	0	15	30	45	0	0	0	46	31
16	0	0	0	16	32	46	0	0	0	47	33
17	0	0	0	17	34	47	0	0	0	48	35
18	0	0	0	18	36	48	0	0	0	49	37
19	0	0	0	19	38	49	0	0	0	50	39
20	0	0	0	20	40	50	0	0	0	51	41
21	0	0	0	21	42	51	0	0	0	52	43
22	0	0	0	22	44	52	0	0	0	53	45
23	0	0	0	23	46	53	0	0	0	54	47
24	0	0	0	24	48	54	0	0	0	55	49
25	0	0	0	25	50	55	0	0	0	56	51
26	0	0	0	26	52	56	0	0	0	57	53
27	0	0	0	27	54	57	0	0	0	58	55
28	0	0	0	28	56	58	0	0	0	59	57
29	0	0	0	29	58	59	0	0	1	0	59
30	0	0	0	31	1	60	0	0	1	2	2

Anomaliae aequinoctioru motus in diebus & sexagenis dieru: Günlere ve altmış günlük periyotlara göre ekinoksların ayrıklık hareketi
Dies: Günler
MOTVS: HAREKETLER

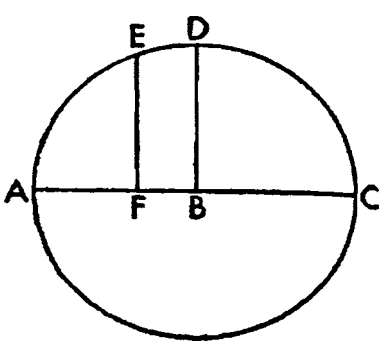
7. Ekinoksların Görünen ve Düzenli Devinmesi Arasındaki En Büyük Fark Üzerine

Böylece ortalama hareketler bu yolla açıklandıktan sonra artık ekinoksların görünen ve düzenli hareketi arasındaki en büyük farkın veya kendisi boyunca ayrıklık hareketinin geçtiği küçük dairenin çapının ne olduğu araştırılmalı. Zira bu bilindiğinde, hareketlerdeki diğer farklılıkları ayırt etmek de kolay olacaktır. Yukarıda da yazıldığı gibi, Timochares'in ilk gözlemiyle Antoninus Pius'un yönetiminin ikinci yılında gerçekleşen Ptolemaeus'un gözlemi arasında 432 yıl vardı ve bu süre boyunca ortalama hareket 6°; görünen hareket ise 4°20′ kadardı.



O halde onlar arasındaki fark 1°40′, çifte ayrıklık hareketi ise 90°35′ydı. Bu sürenin ortasında ya da civarında görünür hareketin en yavaş noktasına ulaştığı görülür. Bu anda görünür hareketin konumu kaçınılmaz olarak ortalama harekete uyar ve hakiki ekinoks ile ortalama ekinoks, dairelerin aynı kesitinde gerçekleşir. Bu nedenle hareketi ve zamanı iki eşit parçaya ayırırsak, her bir parçada, düzenli ve düzensiz hareket arasında farklılık olarak ayrıklık dairesinin her bir kenarda 45°17′30″lik yayın altında kapsadığı $^{10}/_{12}$° bulunacaktır. Fakat tüm bu farklar çok küçük olduğundan

ekliptikte 1,5°ye varamaz ve düz çizgiler hemen hemen ayırdıkları yaylara eşittir. Bu yüzden fark ancak saniyenin altında görülebilir ve bizim gibi dakikalar dahilinde kalanlar için yaylar yerine düz çizgileri koymak herhangi bir fark yaratmaz. Bu yapıdan hareketle ABC, ekliptiğin yayı; DBE ortalama ekvatoral yay ve B görünen ekinoksların ortalama kesiti, yani Koç veya Terazi olsun; BF, DBE'nin kutupları boyunca insin. Bu durumda ABC yayı boyunca her iki kenarda BI yayı, BK yayına, o da 1°10′ya eşit olsun; buradan hareketle IBK yayı da 1°40′ya eşit olur. Dahası FB'ye dik olarak, görünen ekvatorların IG ve HK yayları çizilsin. Buna "dik olarak" diyorum ancak IG ile HK'nin kutupları genellikle BF dairesinin dışında yer alır; zira hipotezlerde de görüldüğü gibi, eğikliğin hareketi buna dahil olduğundan aradaki mesafe çok belirsizdir –en büyük noktada 45′yi aşmaz– ve duyulara dayalı algımıza göre bu açılar dik olur. Böylelikle ortaya büyük bir hata çıkmamış olacak. Buna göre IBG üçgeninde, IBG açısı 66°20′ya eşittir; çünkü tümleyeni, ekliptiğin ortalama eğiklik açısı olan DBA, 23°40′dır. BGI açısı 90°ye; buna ek olarak BIG açısı da yaklaşık olarak IBD açısına eşittir. Ve IB kenarı 50′ya eşit olur. Buna göre BG yayı da 20′dır ve bu, görünen ekvator ile ortalama ekvatorun kutupları arasındaki mesafeye eşittir.

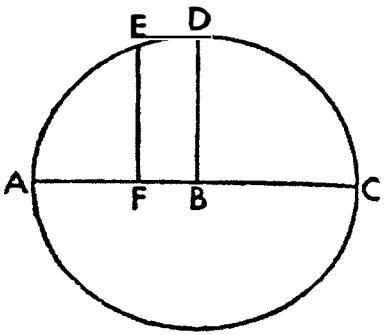


Benzer şekilde BHK üçgeninde, BHK açısı, HBK açısına; IBG açısı, IGB açısına; BK kenarı, BI kenarına; BH, BG'ye; o da 20′ya eşittir. Fakat tüm bu farklar çok küçük olduğundan ekliptikte 1°30′ye varamaz ve düz çizgiler hemen hemen ayırdıkları yaylara eşittir. Bu yüzden fark ancak saniyenin altında görülebilir ve bizim gibi dakikalar dahilinde kalanlar için yaylar yerine düz çizgileri koymak herhangi bir fark yaratmaz. ABC, ekliptiğin bir parçası olsun ve ortalama ekinoks da üzerindeki B olsun. B kutup olmak üzere ADC yarım dairesi çizilsin; bu yarım daire, A ve C noktalarında ekliptiği kessin. Dahası ekliptiğin kutbundan DB çizilsin; bu, yarım daireyi D'de ikiye bölecektir. D aynı zamanda en büyük yavaşlığın bitimiyle artışın başlangıcı olarak anlaşılsın. AD çeyreğinde DE yayı, 45°17′30″ye eşit olsun; EF, ekliptiğin kutbundan E noktası boyunca insin; BF, 50′ya eşit olsun. Bu durumda problemimiz burada bütün BFA'nın ne olduğunu bulmaktır. Buna uygun olarak BF'nin iki katının DE'nin iki katını ayıran kirişe eşit olduğu açıktır. Fakat BF'nin AFB'ye oranı, 7107'nin 10.000'e oranına, o da 50′nın 70′ya oranına eşittir. O halde AB, 1°10′ya eşit olup; bu, aradığımız ekinoksların ortalama ve görünür hareketi arasındaki en büyük farktır ve bunu 28′lık en büyük kutup sapması takip eder.

8. Hareketlerdeki Hususi Farklar ve Bunların Tablosu Üzerine

O halde AB yayı 70′ya eşit olduğundan ve onu boyuna ayıran kirişten farklı görünmediğinden, ortalama ile görünen hareketler arasındaki kimi diğer farkları göstermek zor olmayacak. Bu farklara Yunanlar, *Prosthaphaereses*; daha sonraki yazarlar *aequationes* demiştir[18]; bu farkların eklenmesi ya da çıkarılmasıyla görünen hareketler ortalama hareketlerle uyumlu hale getirilmiştir.

18 Biz de metin boyunca bu kavramı "eşitleme(ler)" şeklinde çevireceğiz.



Biz de daha uygun olduğundan Yunanca kelimeyi kullanacağız. Bu durumda ED yayı 3°ye eşitse, AB'nin BF kirişine oranından ötürü BF yayı, 4′ya eşit olur, yani eşitlemenin ürünüdür. Ve ED, 6°ye eşitse BF yayı, 7′dır; ED, 9° ise BF yayı 11′dır ve bu böyle devam eder. Söylediğimiz gibi, eğikliğin değişimiyle ilgili de benzer bir oran kullanmamız gerektiğini düşünüyoruz. En büyük eğim ile en küçük eğim arasında 24′lık bir fark bulunur. Bu 24′, her 1717 yılda basit yapılı ayrıklıktan oluşan bir yarım çemberi görür ve çemberin bir çeyreğini gören ortalama fark, bu ayrıklıktaki küçük çemberin kutbunun 23°40′lık eğimde yer alacağı 12′ olacaktır. Anlattığımız gibi, bu yolla eklenen tablodaki söz konusu orana da uygun olarak farkın diğer kısımlarını da çıkaracağız. Ve bu kanıtlarla görünen hareketler çeşitli yollarla bir araya getirilebilirse de en iyisi, kendisi sayesinde bütün hususi eşitlemelerin tek tek ele alınabileceği, hareketlerin hesabının daha kolay bir şekilde anlaşılabileceği ve kanıtları sunulmuş olan açıklamalara daha uygun düşen yoldur. Buna uygun olarak her defasında 3°lik artış gösteren, 6 sütunlu bir tablo çizeriz. Bu sayede, benzer tablolarda da yapacağımız gibi, çok fazla yer kaplanmamış olacak, buna mukabil çok küçük bir alana sıkıştırılmış gibi de durmayacak. Tablonun 4 temel sütunu olacak: İlk ikisi, her iki yarım dairenin derecelerini içerecek ve biz onlara genel sayılar diye-

Tabula prosthaphæreseon æqnoctialis & obliqtatis signiferi.

Numeri cõmunes		æqnoc. prostha		obliq	
Gra.	Gra.	g.	Scru.	Scru.	pport.
3	357	0	4	60	
6	354	0	7	60	
9	351	0	11	60	
12	348	0	14	59	
15	345	0	18	59	
18	342	0	21	59	
21	339	0	25	58	
24	336	0	28	57	
27	333	0	32	56	
30	330	0	35	56	
33	327	0	38	55	
36	324	0	41	54	
39	321	0	44	53	
42	318	0	47	52	
45	315	0	49	51	
48	312	0	52	50	
51	309	0	54	49	
54	306	0	56	48	
57	303	0	59	46	
60	300	1	1	45	
63	297	1	2	44	
66	294	1	4	42	
69	291	1	5	41	
72	288	1	7	39	
75	285	1	8	38	
78	282	1	9	36	
81	279	1	9	35	
84	276	1	10	33	
87	273	1	10	32	
90	270	1	10	30	
93	267	1	10	28	
96	264	1	10	27	
99	261	1	9	25	
102	258	1	9	24	
105	255	1	8	22	
108	252	1	7	21	
111	249	1	5	19	
114	246	1	4	18	
117	243	1	2	16	
120	240	1	1	15	
123	237	0	59	14	
126	234	0	56	12	
129	231	0	54	11	
132	228	0	52	10	
135	225	0	49	9	
138	222	0	47	8	
141	219	0	44	7	
144	216	0	41	6	
147	213	0	38	5	
150	210	0	35	4	
153	207	0	32	3	
156	204	0	28	3	
159	201	0	27	2	
162	198	0	21	1	
165	195	0	18	1	
168	192	0	14	1	
171	189	0	11	0	
174	186	0	7	0	
177	183	0	4	0	
180	180	0	0	0	

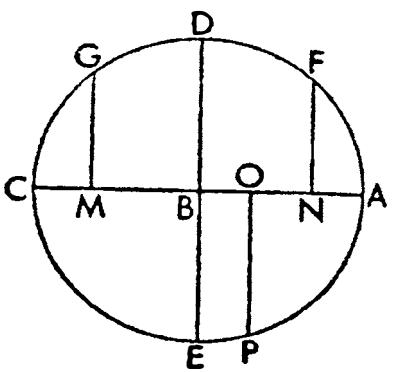
Tabula prosthaphaereseon aeqnoctialis & obliqtatis signiferi: Ekliptik eğimi ve ekinoks eşitlemeleri tablosu
Numeri comunes: Genel sayılar
aeqnoc. prostha.: ekinoks eşitlemeleri
obliq.: eğim
Gra.: Dereceler
g.: Derece
Scru.: Dakika
pport.: Oranlar

ceğiz; zira burçlardaki dairenin eğimi basit bir sayıyla ifade edilir ve bu sayının iki katı ekinoksların hareketinin eşitlemesine uydurulur; rakamlar artışın başladığı noktada kendi başlangıçlarına sahip olur. Üçüncü sütunda 3°ye uyan ekinoksların eşitlemeleri yer alacak; Koç'un başından hesapladığımız ilkbahar ekinoksundaki ortalama hareket onlara eklenecek ya da onlardan çıkarılacak. Eksiltici eşitlemeler, ayrıklıklarda ya da ilk sütunda yer alan birinci yarım dairedeki rakamlara; artırıcı eşitlemeler ise ikinci sütundakilere ya da ikinci yarım dairedekilere tekabül eder. En nihayetinde son sütunda, eğime göre düzenlenen farklar ve 60'ya kadar varan dakikalar yer alacak; zira en büyük eğim ile en küçük eğim arasında 24'lık fark yerine 60'lık farkı kullanıyoruz; böylece aynı mantıkla orantılı dakikaları da eğimdeki diğer farklılıklarla orantılı olarak ayarlamış oluyoruz. Ayrıklığın başladığı ve sonlandığı yere uygun olarak 60'yı almışsak da 55' yerine 33'lık ayrıklıktaki eğim farklılığı olan 22'yı alıyoruz. Aynı yolla 48°lik ayrıklıkta 20' yerine 50'yı koyuyoruz ve ilişikteki tabloda da görüleceği gibi diğerlerini de buna uygun olarak devam ettiriyoruz.

9. Ekinoksların Devinmesiyle İlgili Olarak Aktarılan Bilgilerin Gözden Geçirilmesi ve Düzeltilmesi Üzerine

Fakat bir çıkarımla ayrıklık hareketindeki artışın başlangıcının, Calippus'un birinci periyodunun 36. yılından Antoninus'un 2. yılına kadarki dönemin ortasında meydana gelmiş olduğunu kabul edip ayrıklık hareketinin sırasını bu başlangıca göre ayarladığımıza göre, bunu doğru bir şekilde ayarlayıp ayarlamadığımızı ve bunun gözlemlerle de uyumlu olup olmadığını kontrol etmemiz gerekir. Tekrar yıldızlara dair, Timochares, Ptolemaeus ve Machometus Arecensis tarafından gerçekleştirilen üç gözlemi inceleyelim: İlk aralıkta 432, ikinci aralıkta 742 Mısır yılı olduğu açıktır. Dönemin

ilk aralığındaki düzenli hareket 6°, düzensiz hareket ise 4°20′ kadardı; düzenli hareketten 1°40′ çıkarılınca çifte ayrıklık hareketi de 90°35′ kadar olmuştu. İkinci aralık boyunca düzenli hareket 10°21′, düzensiz hareket 11°30′, çifte ayrıklık hareketi de düzenli harekete 1°9′ eklenerek 155°34′ olmuştu. Buna göre, önceki gibi, ekliptiğin yayı ABC; B, ortalama ilkbahar ekinoksu olarak bir kutup; AB yayı da 1°10′ olsun; ayrıca ADCE küçük dairesi çizilsin. Fakat B'nin düzenli hareketi A yönünde, yani batıya doğru kabul edilsin; A, düzensiz ekinoksun en batıdaki ucu, C de düzensiz ekinoksun en doğudaki ucu olsun.

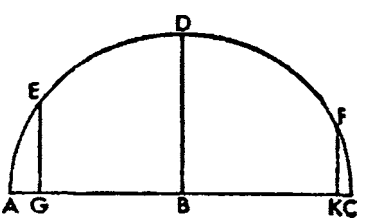


Dahası, ekliptik kutbundan B noktasından geçerek DBE insin. Birbirlerinin kutupları boyunca çizilen çemberler birbirlerini dik keseceği için ekliptikle birlikte ADCE küçük çemberini dört eşit parçaya bölsün. Aksi durumda ADC yarım çemberindeki hareket doğu, CEA'daki diğer hareket ise batı yönünde olduğundan, görünen ekinoksun en yavaş hali, B'nin ileri hareketine direncinden ötürü D'de olacak; fakat aynı yöndeki ileri hareketlerden ötürü en büyük hız da E'de gerçekleşecektir. Dahası D'nin her bir yanında FD yayı, DG yayına; o da 45°17′30″'ye eşitlensin. F, ayrıklığın ilk durağı olsun, yani Timochares tarafından gözlemlenen ilk durak; G,

Ptolemaeus tarafından gözlemlenen ikinci durak; P de Machometus Arecensis tarafından gözlemlenen üçüncü durak olsun. FN ve GM büyük daireleri bu noktalardan; OP ise ekliptiğin kutuplarından insin; bu çok küçük dairede bütün bunlar daha ziyade düz çizgi olarak görünür. Bu yüzden FDG yayı, ADCE 360° iken, 99°35′ya eşittir; buradan hareketle ABC'nin 2°20′ya eşit olduğu durumda MN, 1°40′ya; MBO'nun 109′ya eşit olduğu durumda GCEP yayı 155°34′ya eşittir. O halde, çıkarmayla PAF yayı 113°51′ bulunur; çünkü ON de 31′ya eşittir. Fakat toplama ile DGCEP yayı 200°51′ ve EP de DGCEP'nin 180°den farkına, yani 20°51′ya eşittir. Buna göre dairedeki kirişler tablosu sayesinde düz bir çizgi olarak AB'nin 1000 birim olduğu durumda BO 356 birime eşittir. Fakat AB 70′ iken, BO da yaklaşık 24′ya eşittir ve MB 50′dır. Buradan hareketle MBO, 74′ya eşittir ve NO, MN'nin MBO'dan farkına, yani 26′ya eşittir. Fakat MBO, 69′ya; NO da 31′ya eşittir. Bu yüzden NO'nun 5′lık eksiği, MO'nun da 5′lık fazlası vardır. Buna uygun olarak ADCE dairesi, her iki taraftaki eksiklik ve fazlalık ortadan kaldırılana kadar döndürülmelidir. Fakat bu, DG yayı 42°30′ dolayısıyla DF yayının da 48°5′ olduğu durumda gerçekleşir. Bu sayede hatalar düzeltilmiş görünecek ve her hesap bütünüyle doğru olacaktır; zira en yavaş hareketin D sınırındaki başlangıcıyla birlikte DGCEPAF yayı 311°55′ya eşittir; bu da ilk duraktaki ayrıklık hareketidir; ikinci durakta ise DG yayı 42°30′ya; üçüncü durakta ise DGCEP yayı 198°4′ya eşittir. Bu durumda AB 70′ya eşit olduğundan, ilk durakta BN 52′ya; gösterildiği gibi, ikinci durakta MB, 47′30′′ye; üçüncü durakta ise yine BO yaklaşık 21′ya eşittir. Bu yüzden ilk aralık boyunca MN yayı 1°40′ya, ikinci aralık boyunca MBO yayı da 1°9′ya eşit olup tümüyle gözlemlerle uyumlu hale gelir. Dahası, gösterildiği gibi, bu ortalamalar sayesinde ilk durakta 155°57′30′′lik, ikinci durakta 21°15′lık, üçüncü durakta da 99°2′lık basit ayrıklıklar ortaya konmuş olur.

10. Ekvator ile Ekliptik Kesişimleri Arasındaki En Büyük Fark

Aynı şekilde ekliptik ile ekvatorun eğimindeki farklılığa dair açıkladıklarımızı destekleyip doğruluğunu ortaya koymak istiyoruz. Bunun için elimizde Ptolemaeus'un döneminde, Antoninus Pius'un ikinci yılına dair 21°15′lık düzeltilmiş basit ayrıklık ve birlikte değerlendirilmek üzere 23°51′20″lik en büyük eğiklik bulunmakta. Bu konumdan bizim gözlemimize değin 1387 yıl bulunmaktadır; bu dönem boyunca basit ayrıklık hareketinin 144°4′ olduğu hesaplanmış ve yine bu dönemde yaklaşık 23°28′24″lik bir eğiklik bulunur. Bununla alakalı olarak yine ekliptiğin ABC yayı ya da onun yerine yayın kısalığından ötürü düz bir çizgi çizilsin; üzerinde de önceden olduğu gibi, B kutbu etrafında basit ayrıklığın yarım dairesi yer alsın.



A, en büyük yükselimin sınırı ve C de en küçük yükselimin sınırı olsun; bulmaya çalıştığımız da bizzat bunlar arasındaki farktır. Bu yüzden küçük bir dairede AE yayı 21°15′ya; ED de AD'nin AE'den farkına; yani 68°45′ya eşit olsun; mevcut hesaplamaya göre EDF yayı 144°4′; DF yayı, EDF'nin ED'den farkına; yani 75°19′ya eşit olur. EG ve EK dik çizgileri ABC çapına indirilsin. Böylece Ptolemaeus'tan günümüze eğimlerdeki farklılıktan ötürü büyük dairede GK yayı 22′56″ye eşittir. Fakat düz bir çizgi gibi olduğundan, çapın görüntüsü olan AC 2000 birimken, GB, ED'nin iki katını ayıran kirişin yarısına; yani 932 birime eşittir. Ayrıca KB,

DF'nin iki katını ayıran kirişin yarısına, yani 967 birime ve AC 2000 birim iken GK 1899 birime eşittir. Fakat GK, 22′56″, AC de yaklaşık 24′ olduğuna göre bulmaya çalıştığımız eğimlerin en büyüğü ile en küçüğü arasındaki fark ortaya çıkar. Buna göre Timochares ile Ptolemaeus dönemleri arasındaki en büyük eğimin 23°52′, en küçük eğimin ise 23°28′ olduğu artık anlaşılmış olur. Buradan hareketle, devinmeyle alakalı olarak açıkladığımız aynı matematiksel usavurmayla bu çemberlerin ortalama eğikliklerinin ne olduğu da bulunmuş olur.

11. Ekinoksların ve Ayrıklığın Düzenli Hareketlerine Ait Konumların Belirlenmesi Üzerine

Bütün anlatılanlardan sonra sıra ilkbahar ekinoksunun hareketlerine ait konumları belirlemeye geldi; bazıları bu konumlara "kökler"[19] diyor, zira herhangi bir süre için hesaplamalar bunlardan yapılabilmektedir. Ptolemaeus, buna dair en eski zamanın Nabonassar Caldeorum'un krallığının[20] başlangıcında olduğunu düşünüyordu, oysa tarihçilere göre bu Salmanassar Caldeorum'un[21] yönetimine kadar uzanır. Fakat daha iyi bilinen zamanları araştıran bizler, yaz gündönümünden hesaplanan, Nabonassar'dan yaklaşık 28 yıl önceye denk gelen ilk olimpiyatla başlarsak, bunu yetkin bir şekilde değerlendirebiliriz[22];

19 Kökler: Radices.

20 Nabonassar Caldeorum Krallığı (Nabonasser, Nabu-nasir, Nebo-adon-Assur veya Nabo-n-assar): MÖ 747 yılında Babil'de kurulan bu krallık Yeni Babil Hanedanı olarak da bilinmektedir. Ptolemaeus kronoloji hesaplamalarında bu krallığın kurulduğu tarihi başlangıç noktası olarak almıştır (J. A. Brinkman, s. 22, 1968). Bkz. J. Evans, s. 176, 1998; A. Grafton, s. 129, 1993.

21 Salmanassar (V.): Asur kralı. Kutsal Kitap'ta kendisinden söz edilir. Bkz. Eski Ahit, II. Krallar 17-18. bölümler.

22 Copernicus'un burada tarihleme konusunda Ptolemaeus'tan farklı bir yol izlemesi önemlidir. Kutsal Kitap'ta İsrail'in Kayıp On Kabilesi Salmanas-

Censorinus[23] ve diğer güvenilir yazarlara göre bu zamanda Dişi Köpek[24] yükselmiş ve olimpiyat oyunları kutlanmaya başlanmıştı. Göksel hareketleri hesaplamada gerekli dönemleri daha kesin bir ölçüyle ele alalım: İlk olimpiyattan ve Yunan takvimine göre Hekatombaion ayının ilk gününün öğle vaktinden Nabonassar'a ve Mısır takvimine göre Thoth ayının ilk gününün öğlen vaktine kadar 27 yıl ve 247 gün; bu noktadan İskender'in ölümüne kadar da 424 Mısır yılı vardır. Fakat İskender'in ölümünden J. Caesar takviminin başlangıcına kadarki dönemde, J. Caesar'ın kendisiyle beraber yılın başlangıcı olarak kabul ettiği Ocak ayının ilk gününden önceki gece yarısına kadar 278 Mısır yılı ve 118,5 günü vardır; Caesar'ın düzenlediği bu yıl, onun Pontifex Maximus[25] olarak geçirdiği üçüncü yıla ve Marcus Aemilius Lepidus'un konsüllüğüne denk gelmişti. Julius Caesar tarafından düzenlendiği için sonraki yıllara Jülyen yılları denmiştir. Caesar'ın dördüncü konsüllüğünden Octavius Augustus'a kadarki dönemde, her ne kadar Augustus'un senato ve diğer vatandaşlar tarafından Numatius Plancus'un fermanına uygun olarak, Marcus Vipsanus ile kendisinin konsüllüğünün yedinci yılında imparator ve tanrılaştırılmış Julius Caesar'ın oğlu ilan edildiği 1 Şubat'tan önceki 16. güne denk geliyorsa da, Roma takvimine göre 1 Ocak'a kadar 18 yıl vardı. Fakat bundan iki yıl

---

sar'la ilişkilendirilir. Bkz. Eski Ahit, II. Krallar 17-18. bölümler. Copernicus burada bir pagan bilimine dayanan kesin tarihlendirmede Kutsal Kitap'ta kendisinden bahsedilen bir figürden yararlanmamış oluyor; aksi durumda Ptolemaeus'taki astronomi olaylarının tarihlendirilmesinde bir nevi Kutsal Kitap'a dayanmış gibi olacaktı. Bkz. N. Swerdlow - O. Neugebauer, *Mathematical Astronomy in Copernicus's De Revolutionibus*, s. 183-188, Heidelberg, 1984 (A. Grafton, s. 129-130, 1991).

23 Censorinus (MÖ 3. yy.): Özellikle de gramer ve tarih çalışmalarıyla tanınmış Romalı âlim.

24 Dişi Köpek: Akyıldız, Sirius. Lat. Canicula. Bkz. M. Pultar, s. 23, 2007.

25 Pontifex Maximus: En büyük/yüksek rahip.

önce, Antonius ile Cleopatra'nın düşüşüyle birlikte Roma idaresine katıldıklarından, Mısırlılar Roma takvimine göre 1 Eylül'den önceki üçüncü güne denk gelen Thoth ayının ilk gününün öğlenine kadarki süreyi 15 yıl 246,5 gün olarak hesaplamıştır. Buna uygun olarak Augustus'tan yine Ocak'ta başlayan İsa takvimine kadar, Roma takvimine göre 27 yıl; Mısır takvimine göre 29 yıl 130,5 gün vardır. Claudius Ptolemaeus'un yıldızların konumlarını gözlemleyerek söylediğine göre, buradan Antoninus'un ikinci yılına kadar Roma takvimine göre 138 yıl 55 gün vardır ve bu yıllara Mısır hesabına göre 34 gün eklenir. İlk olimpiyat ile bu zaman noktasına kadar 913 yıl 101 gün vardır; zira ekinoksların düzenli devinmesi 12°44′, basit ayrıklık ise 95°44′ kadardır. Fakat anlatıldığı gibi, Antoninus'un ikinci yılında ilkbahar ekinoksu, Koç'un başında bulunan yıldızların ilkinin 6°40′ kadar batısındadır ve burada 42°30′lık çifte ayrıklık bulunduğundan, düzenli hareket ile görünen hareket arasında 48′lık bir fark söz konusudur. Ve bu fark, görünen hareketin 6°40′sına uyarlandığında ilkbahar ekinoksunun ortalama konumunun 7°28′ olmasını sağlar. Buna çemberin 360°sini ekler ve toplamdan 12°44′yı çıkarırsak –Atinalıların Hekatombaion ayının ilk gününün öğleninde başlayan ilk olimpiyat için– Koç'taki ilk yıldızın 5°16′ doğusunda yer alan ilkbahar ekinoksunun ortalama konumunu 354°44′ olarak elde etmiş oluruz. Aynı yolla basit ayrıklığın 21°15′sından 95°45′ çıkarılırsa geriye olimpiyatların aynı başlangıcına göre 285°30′lık basit ayrıklık konumu kalacaktır. Ve yine fazlalık olduğunda, hareket eklenmesi suretiyle dönemin uzunlukları uyumlu hale getirilerek İskender'in ölümü zamanındaki düzenli hareketin *kökü* ya da konumu 1°2′, basit ayrıklık hareketinin konumuysa 332°52′ olarak bulunacak; Caesar takviminin başında 4°55′lık ortalama hareket ve 2°2′lık ayrıklık; bunun yanında İsa takviminin başlangıcında 5°32′lık ortala-

ma hareket konumu ve 6°45'lık ayrıklık elde edilmiş olacak ve bu şekilde istediğimiz tarihin başlangıcına göre hareketlerin *köklerini* belirleyebiliriz.

12. İlkbahar Ekinoksundaki Devinmenin ve Eğikliğin Hesaplanması Üzerine

O halde ilkbahar ekinoksunun konumunu belirlemek istediğimizde, varsayılan başlangıçtan verilen zamana kadarki yıllar genelde kullandığımız Roma takvimindeki gibi düzensizse, onları düzenlilere ya da Mısır yıllarına dönüştüreceğiz. Zira bahsettiğimiz nedenden ötürü düzenli hareketleri hesap ederken Mısır yıllarından başkasını kullanamayız. Yılların sayısı 60 yıllık periyottakinden daha uzun olduğu için onu 60 yıllık periyotlara bölecek ve bu 60 yıllık periyotlar boyunca devam eden hareketler tablosunu işlerken hareketlerde beliren ilk sütunu fazlalık olarak geçip ikinci sütunu başlangıç alarak 60'lik periyotları tespit edeceğiz; varsa takip eden derece ve dakikalarla bu devam edecektir. Sonra diğer yıllarla birlikte ikinci sütunda, birinci konumdan itibaren 60'lik periyotları, dakikaları ve dereceleri ele alacağız. Günleri, günler ve dakikalar tablosuna uygun olarak düzenli hareketleriyle alakalandırmayı arzuladığımızdan aynı şeyi günler ve 60 günlük periyotlar için de yapacağız; bu durumda –her ne kadar günlük hareket söz konusu olduğunda sadece saniye seviyesinde ya da saniyenin altında fark yaratsalar da– günlerin dakikaları ya da bizzat günler, hareketlerinin yavaşlığından ötürü yanlışlıkla yok sayılmazlar. Bu yüzden aynı türden tekil rakamları tekil rakamlara ekleyerek onları kökleriyle bir araya getirdiğimizde, –altı tane 60'yi göz ardı edip– ilkbahar ekinoksunun ortalama konumunu, Koç'taki ilk yıldızın batısına olan mesafesini ya da bizzat bu yıldızın ekinoksun doğusundaki mesafesini elde etmiş olacağız. Ayrıca basit ayrıklığın kendisi de

farklılık tablosunda, son sütuna yerleştirildiğinden orantılı dakikaları bulup bir kenarda tutabileceğiz. Sonra aynı tablonun üçüncü sütununda çifte ayrıklıklara karşılık gelen eşitlemeleri –sayelerinde hakiki hareketin ortalamadan ayrılacağı dereceleri ve dakikaları– bulacağız ve çifte ayrıklık bir yarım daireden küçük olursa eşitlemeyi ortalama hareketten çıkaracağız; aksine çifte ayrıklık 180°yi aşmışsa, yani bir yarım daireden daha büyükse eşitlemeyi ortalama harekete ekleyeceğiz. Buna göre toplam ya da geri kalan da ilkbahar ekinoksunun hakiki ve görünen devinmesini ya da daha sonra Koç'taki ilk yıldızın ilkbahar ekinoksundan açısal uzanımını verecektir. Fakat başka herhangi bir yıldızın konumunu ararsanız, yıldızlar kataloğunda belirlenen ilgili rakamı eklemeniz gerekir. Gerçekten de eserde yer alan bu hususlar örneklerle daha açık hale gelecektir; problemimiz İsa'dan sonra 1525'te, 1 Mayıs'tan önceki on altıncı günden itibaren ekliptiğin eğimiyle ilkbahar ekinoksunun hakiki konumunu ve Başak takımyıldızındaki Başak'ın[26] aynı ekinokstan açısal mesafesini bulmak olsun. Bu yüzden Roma takvimine göre İsa takviminin başlangıcından bu zamana kadarki sürenin 1524 yıl ve 106 günden oluştuğu açıktır; ayrıca eşit yıllarda 1525 yıl 122 güne denk gelmesi için araya 381 günlük ekleme yapılması söz konusudur; burada her biri 60 yıldan oluşan 25 periyot ve fazladan 25 yıl, ayrıca her biri 60 günden oluşan 25 periyot ve 2 gün vardır. Fakat ortalama hareket tablosunda 60'ar yıllık 25 periyot, 20°55′2″ya; 25 yıl, 20′55″ya; 60'ar günlük iki periyot, 16′ya; geri kalan 2 gün ise üç dakikaya karşılık gelir. Bütün bunlar, 5°32′lık kökleriyle birlikte ilkbahar ekinoksunun ortalama devinmesine, yani 26°48′ya eklenir. Benzer şekilde 60'ar yıllık 25 periyotta basit ayrıklık hareketi, iki 60° ve 27°15′3″; 25 yılda 2°37′15″; 60'ar yıllık iki periyotta 2′4″

[26] Başak: Bakire, Sünbüle, Hûşe, Azrâ, Salkım. Lat. Virgo. Bkz. M. Pultar, s. 15, 2007.

ve 2 günde 2″ olur. Ayrıca 6°45′lık kökle birlikte basit ayrıklığa, yani 166°40′ya eklenir. Bu ayrıklığa karşılık gelen eşitleme tablosunun son sütunundaki orantılı dakikaları elimizde tutalım; zira eğimi incelerken işimize yarayacak; bu durumda buradan 1′ buluruz. Daha sonra 333°20′lık çifte ayrıklığa uyacak ölçüde, çifte ayrıklık bir yarım daireden daha büyük olduğundan, eklenecek eşitleme olarak 32′yı buluruz. Ve bu, ortalama harekete eklendiğinde ilkbahar ekinoksunun 27°21′lık hakiki ve görünen devinmesi ortaya çıkmış olur. Ve sonunda buna Başak takımyıldızındaki Başak'ın Koç'taki ilk yıldızdan açısal mesafesini, yani 170°yi eklersek, ilkbahar ekinoksunun –yaklaşık olarak gözlem zamanımızda bulunduğu– Terazi'nin 17°21′ doğusundaki konumunu elde etmiş oluruz. Bu durumda ekliptiğin eğimi ve yükselimi, 60 oranlı dakika varken görülen orana sahiptir; yani, yükselimler tablosundaki farklar –eğimdeki en büyük ve en küçük farkları kastediyorum– bütünüyle yükselimlerin derecelerine eklenir. Fakat bu durumda 1′, eğime sadece 24″ ekler. Bu yüzden tablodaki ekliptik derecelerindeki yükselimler, bu süre boyunca –her ne kadar başka bir zaman daha açık bir farklılık gösterebilse de– en küçük eğim bize yaklaştığından öylece kalır. Bu yolla bulunan basit ayrıklık 99° ise, tıpkı İsa'dan sonra 1380. Mısır yılında da olduğu gibi, verilen 25 oranlı dakika ortaya çıkar. Fakat 24′ en büyük eğim ile en küçük eğim arasında yer alır ve 60′nın 24′ya oranı, 25′nın 10′ya olan oranına eşittir. Ve 10′nın 28′ya eklenmesi, bu süre için 23°38′lık eğimini verir. Sonra ekliptikteki bir derecenin eğimini, örneğin, ekinokstan 33° mesafedeki Boğa'nın 3°sini bulmak istersek, 12°lik farkla tabloda 12°32′yı buluruz. Fakat 60′nın 25′ya oranı, 12′nın 5′ya olan oranına eşittir ve 5′nın 32′ya eklenmesi, ekliptiğin 33°si için 12°37′yı verir. Aynı yolu ekliptiğin kesit açıları, ekvator ve açılımlar için de izleyebiliriz; bir tek –küresel üçgenlere özgü oranı kullanmak daha iyi değilse– kesit açıla-

rında ekleme, açılımlardaysa çıkarma yapmak gerekir; böylece bütün bu veriler zamanlarına göre düzeltilmiş olur.

13. Güneş Yılının Büyüklüğü ve Farkı Üzerine

Söylediğimiz gibi, ekinoksların ve gündönümlerinin, Dünya'nın ekseninin eğiminden kaynaklanan devinmesiyle ilgili olan bu yöntem, aynı zamanda burada inceleyeceğimiz Güneş'in görünümünü etkilediği için, Dünya'nın merkezinin yıllık hareketiyle de doğrulanacaktır. Bu kaçınılmaz olarak bir yılın büyüklüğünün, ekinokslardan ya da gündönümlerinden birine bakıldığında bitiş noktasının düzensiz değişiminden ötürü farklı bulunması anlamına gelir; o halde bunlar karşılıklı olarak birbirini tamamlamaktadır. O halde mevsim yılını yıldız yılından ayırmamız ya da ayrıca tanımlamamız gerekir. Bunun için bize göre bir yılın dört mevsimde tamamlananına *doğal yıl*; devinimleri sabit yıldızlardan birine göre belirlenenine de *yıldız yılı* diyoruz. Bu hususta eskilerin gözlemleri birçok yolla, *dönen yıl* da denilen doğal yılın düzensiz olduğunu ortaya koymuştur. Örneğin Calippus, Samoslu Aristarchus ve Syracusalı Archimedes, Atina âdetine göre yılı, yaz gündönümünü başlangıç alıp 365 günlük bütüne bir çeyrek gün ekleyerek hesaplamıştı. Fakat gündönümleri konusunun detaylı ve zor anlaşılır olduğunu bilen Claudius Ptolemaeus, kendisinden öncekilerin gözlemlerine çok fazla güvenmemiş ve Rhodos'ta ekinokslarla olduğu kadar gündönümleriyle de ilgili kendisinden sonraya kayıtlar bırakmış ve çeyrek günde küçük bir hesap açığı bulunduğunu bildirmiş olan Hipparchus'a oranla daha ince eleyip sık dokuyarak söz konusu açığın, bir günün 1/300'ü kadar olduğu sonucuna varmıştı. Bunun için İskenderiye'de, Büyük İskender'in ölümünden sonraki 177. yılda, Mısır takvimine göre araya eklenmiş olan 4. günü izleyen 3. günün gece yarı-

sında, Hipparchus tarafından olabildiğince kesin bir şekilde bulunan sonbahar ekinoksunu kabul etti. Ptolemaeus, daha sonra bu sonucu, İskenderiye'de Antoninus'un yönetiminin üçüncü yılında, İskender'in ölümünden sonraki 463. yılda, Mısırlıların 3. ayının, yani Athys'in 9. gününde, Güneş'in doğuşundan yaklaşık bir saat sonra yapmış olduğu gözlemdeki ekinoksla karşılaştırdı. Bu gözlemle Hipparchus'un gözlemi arasında 285 Mısır yılı, 70 gün, 7,2 saatlik fark vardı; oysa dönen yılda bütün günlere ek olarak bir de tam çeyrek gün olsaydı, arada 71 gün 6 saat fark olması gerekirdi. Buna göre 285 gün 1 günün $^{19}/_{20}$'si kadar eksikti; o halde 300 günden 1 tam gün eksiliyordu. Dahası Ptolemaeus, ilkbahar ekinoksundan da benzer bir sonuç çıkarmıştır: Hipparchus'un gözlemi İskender'in ölümünden sonraki 178. yılda, Mısır takvimine göre Meshir'in 27. günü, 6. ayındaki Güneş'in doğuşunda; Ptolemaeus'unki ise İskender'in ölümünden sonraki 463. yılda, Mısır takvimine göre Pachon'un 7. gününde, 9. ayda, öğlen vaktinden biraz sonradır ve aynı şekilde 285 yıl, 1 günün $^{19}/_{20}$'si kadar eksiktir. Ptolemaeus, bu ölçümler sayesinde dönen bir yılın 365 gün, 14 dakika, 48 saniye (ya da 5 saat, 55 dakika, 12 saniye) olduğunu saptamıştır. Daha sonra Machometus Arecensis, Suriye'de, Arata bölgesinde, İskender'in ölümünden sonraki 1206. yılda, hiç de azımsanmayacak bir çabayla sonbahar ekinoksunu gözlemleyerek onun Pachon ayının 7. gününden sonra, 8. günün ışığından önce 4,6. saatte, yaklaşık olarak gecenin 7,4. saatinde belirdiğini buldu. Bunu Ptolemaeus'un, Arata'nın 10° batısındaki İskenderiye'de, Antoninus'un 3. yılında, gündoğumundan sonraki birinci saatte yapmış olduğu gözlemle karşılaştırıp bunu Arata'daki öğlen vaktine göre düzeltti; zira ekinoksun, gündoğumundan sonraki 1,6 saat içinde belirmiş olması gerekiyordu. Buna göre 743 düzenli yıldan oluşan periyotta çeyrek günlerin toplamı

185,25 güne değil de 178 gün ve 17,6 saate ulaşmış oldu. Bu durumda 7 gün 0,4 saate ihtiyaç duyulduğundan, bir çeyrek günün, bir günün 1/106'sı kadar eksiği olduğu açıktı. Bunun için yılların sayısına uygun olarak Ptolemaeus, 7 gün 0,4 saatin 743'te birini (13 dakika, 36 saniye) çeyrek günden çıkardı ve bir doğal yılı 365 gün 5 saat 46 dakika 24 saniye olarak hesapladı. Biz de sonbahar ekinoksunu İsa'dan sonra 1515 yılında, Ekim başlangıcından önceki 18. günde; Mısır takvimine göre İskender'in ölümünden sonraki 1840. yılda Phaopi ayının 6. günündeki gündoğumundan yarım saat sonra, Frauenburg'da gözlemlemiştik. Fakat Arata, bu noktanın yaklaşık 25° –yani 1,6 saat– doğusunda olduğundan, bizim ekinoks ile Machometus Arecensis'inki arasında 158 gün 6 saat yerine 633 Mısır yılı 153 gün 6,75 saat fark vardır. Fakat Ptolemaeus'un İskenderiye'de yapmış olduğu gözlem ile bizim gözlemimizin yeri ve zamanı arasında 1376 Mısır yılı 322 gün yarım saat kadar fark bulunur. Buna göre bizimle İskenderiye arasında yaklaşık 1 saatlik fark vardır. O halde Machometus Arecensis ile bizim aramızdaki 633 yıl boyunca 4 gün 23,75 saatlik ya da 128 yıl başına 1 günlük; Ptolemaeus'tan sonraki 1376 yıl boyunca da yaklaşık olarak 12 günlük, yani 115 yıl başına 1 günlük fark vardır ve yıl her iki tarafta da yine düzensiz olur. Dahası İsa'dan sonra 1516 yılında, Mart'ın 15'inden önceki 5. günün gece yarısından sonraki 4,3. saatte beliren ilkbahar ekinoksunu da tespit ettik ve Ptolemaeus'un ilkbahar ekinoksundan itibaren –İskenderiye meridyeninin bizimkine uyarlanmış haliyle– 1376 Mısır yılı 332 gün 16,3 saat fark vardı ki buradan da anlaşılacağı gibi ilkbahar ile sonbahar ekinoksları arasındaki farklar da düzensizdir. Ve bu yüzden bu şekilde hesaplanan Güneş yılının düzenli olması gerektiği de fazlasıyla önem arz eder. Gösterildiği üzere, Ptolemaeus ile bizim aramızdaki sonbahar ekinoksları arasında, yılların dü-

zenli dağılımına uygun olarak çeyrek gün ve bir günün 115'te biri kadar eksiklik olduğundan, buradaki ekinoks Machometus Arecensis'in hesapladığından 1 gün daha geç gelir. Ve Machometus Arecensis'ten bizim zamanımıza kadarki, bir çeyrek günün bir tam günün 128'de biri kadar eksik olması gereken periyot, Ptolemaeus'la uyumlu değildir; fakat onun tarafından gözlemlenen ekinoksun zamanı bir tam gün, Hipparchus tarafından gözlemlenen ekinoksun zamanı ise iki tam gün erkendir. O halde Güneş yılının karşılığı, ilk defa Thebites Chorae filius'un[27] bulduğu gibi, sabit yıldızlar küresinden daha doğru bir şekilde hesaplanır; buna uygun olarak yılın uzunluğu da, öğrenilen yılın, ekinokslara ve gündönümlerine nispetle yavaş geçişte, hızlı geçişte olduğundan daha yavaş olacağına dair akla yatkın kanıta göre, yaklaşık olarak 6 saat 9 dakika 12 saniyeye denk gelen, 365 gün 15 dakika 23 saniyedir; sabit yıldızlar küresine göre bir eşitlik söz konusu olmasaydı, bu durum böyle sonuçlanmazdı. Bu yüzden sabit yıldızlardan birine uyarlanmasıyla Güneş'in yıllık düzenini hesap etmenin saçma ve yersiz olduğunu ve birisi buna yönelirse, bu düzenin ölçüsü olarak Jüpiter ve Satürn'den daha uygununun olmadığını söyleyen Ptolemaeus'un dinlenmemesi gerekir. Bu sayede mevsim yılının değişen bir farklılıkla Ptolemaeus'tan önce daha uzun, ondan sonra ise daha kısa olmasının akla yatkın nedeni anlaşılmış olur. Fakat astral yıl ya da yıldız yılı söz konusu olduğunda yukarıda açıkladığımızdan daha önemsiz, daha küçük bir hata kendini gösterir. Bu hata, Dünya'nın merkezinin Güneş'in etrafındaki aynı hareketinin çifte aykırılıktan ötürü düzensiz görünmesinden kaynaklanır. Basit yapılı ilk düzensizlik, yıllık

[27] Thebites Chorae filius (826-901): Arap matematikçi Thabit ibn Qurra abu' l'Hasan ibn Marwan al-Sabi al'Harrani'nin Latince adı. Chora'nın oğlu Thebites olarak Türkçeye çevrilebilir; zira "filius" özel bir isim olmamakla birlikte "oğul" anlamındadır.

devirle alakalıdır; ondan farklı olan ikincisiyse hemen değil, uzun bir süre geçtikten sonra anlaşılır; bu yüzden yıla karşılık gelen oranı bulmak kolay ve zahmetsiz değildir. Bu durumda konumu bilinen bir yıldızın sabit mesafesiyle ilişkili bu düzensizliği, Aslan'daki Basiliscus'la alakalı olarak anlattığımız yolla bir *astrolabium* ve Ay'ın yardımıyla kolayca saptamak isteyen biri, bu zaman zarfında Güneş Dünya'nın hareketine göre her iki uçta eşit ve benzer bir eşitlemeye uğramadıkça ya da hiçbir eşitleme söz konusu olmadıkça, hata yapmaktan tümüyle kaçamayacaktır. Fakat bu olmazsa ve düzensizliğe uygun olarak açık bir farklılık oluşmazsa, kuşkusuz eşit sürelerde eşit bir dolanımdan da söz edilemeyecektir. Fakat her iki uçtaki toplam farkla orantılı olarak ekleme ya da çıkarma yapılırsa, çalışma kusursuz olacaktır. Dahası, farklılığın kavranması için neden olarak aradığımız ortalama hareketin bilgisine öncelikle ihtiyaç vardır ve bu çalışmada, dairenin Archimedesçi alan hesabı konusunda olduğu gibi, bilgiliyiz. Bununla beraber bu karışık problemin çözüme ulaşması için düzensizliğin görünümüne dair tam olarak dört neden buluruz: Birincisi, açımladığımız ekinoksların düzensiz devinmesidir; ikincisi, hemen hemen yıllık olarak görülen Güneş'in ekliptik üzerinde eşit olmayan yayları geçmesidir; üçüncüsü, ikincide bahsettiğimiz farklılığın değişimidir ve dördüncüsü de, aşağıda gösterileceği gibi, Dünya'nın merkezinin en yüksekteki ve en alçaktaki apsitlerini[28] değiştirmesidir. Bütün bunların içinde ikincisi Ptolemaeus tarafından belirlenmiştir ve bu kendi başına yılın düzensizliğini ortaya koyamasa da, diğerlerini de içerdiğinden buna katkı sağlar. Buna karşılık Güneş'in düzenli ve görünen hareketi arasındaki farkı göstermek için yılın en kesin oranına ihtiyaç olmadığı görülüyor; bunun yerine gösterimler-

[28] Apsit: Bir gezegenin Güneş'ten en büyük ve en küçük boylamsal mesafedeki konumları (C. G. Wallis, s. 170, 1995).

de, yılın uzunluğunu ilk düzensizlikteki hareketin tamamlandığı 365,25 gün olarak almamız yeterli görünüyor; zira tüm çember düşünüldüğünde az bir fark kendini gösterirken daha küçük bir kısmı düşünüldüğünde bu fark tümüyle kaybolur. Öğretmedeki kolaylıktan ötürü burada evvela gerekli kanıtlar aracılığıyla Dünya'nın merkezinin yıllık devinimindeki düzenli hareketlerini açıklıyoruz; daha sonra düzenli ve görünen hareket arasındaki farkla birlikte düzenli hareketleri aktaracağız.

14. Dünya'nın Merkezinin Deviniminin Düzenli ve Ortalama Hareketleri Üzerine

Yılın uzunluğunun ve karşılığının Thebites Chorae filius'un kaydetmiş olduğu sonuçtan 1 saniye 10 salise daha fazla olduğunu buluruz; o halde bu yıl, 6 saat 9 dakika 40 saniyeye denk gelen 365 gün 15 dakika 24 saniye 10 salise olmalıdır ve sabit denkliği sabit yıldızlar küresine göre gösterilmiş olur. Bir dairenin 360°sini 365 güne bölüp toplamı 365 gün 15 dakika 24 saniye 10 saliseye bölersek bir Mısır yılının hareketini 359°44′49″7‴4⁗ olarak buluruz ve tüm devirleri saymadan aynı 60 yıl içinde hareket 344°49′7″4‴ olacaktır. Yine yıllık hareketi 365 güne bölersek, 59′8″11‴22⁗lık günlük hareketi elde ederiz. Fakat bunlara ekinoksların ortalama ve düzenli devinmesini eklersek 359°45′39″19‴9⁗lık mevsim yıllarındaki yıllık düzenli hareketi 59′8″19‴37⁗lık günlük hareketle birleştirmiş olacağız. Ve bu yüzden genel bir açıklama olması açısından Güneş'in ilk hareketine düzenli ve basit, ikinci hareketineyse düzenli ve bileşik hareket diyebiliriz. Ekinoksların devinmesine dair yaptığımız gibi bunları tablolarda sunacağız. Güneş'in ayrıklığındaki düzenli hareket de bunlara eklenir; ancak bu konuya daha sonra eğileceğiz.

Tabula motus Solis æq̃lis simpl. in annis & sexagenis annor.

Anni	MOTVS.				
1	5	59	44	49	7
2	5	59	29	38	14
3	5	59	14	27	21
4	5	58	59	16	28
5	5	58	44	5	35
6	5	58	28	54	42
7	5	58	13	43	49
8	5	57	58	32	56
9	5	57	43	22	3
10	5	57	28	11	10
11	5	57	13	0	17
12	5	56	57	49	24
13	5	56	42	38	31
14	5	56	27	27	38
15	5	56	12	16	46
16	5	55	57	5	53
17	5	55	41	55	0
18	5	55	26	44	7
19	5	55	11	33	14
20	5	54	56	22	21
21	5	54	41	11	28
22	5	54	26	0	35
23	5	54	10	49	42
24	5	53	55	38	49
25	5	53	40	27	56
26	5	53	25	17	3
27	5	53	10	6	10
28	5	52	54	55	17
29	5	52	39	44	24
30	5	52	24	33	32

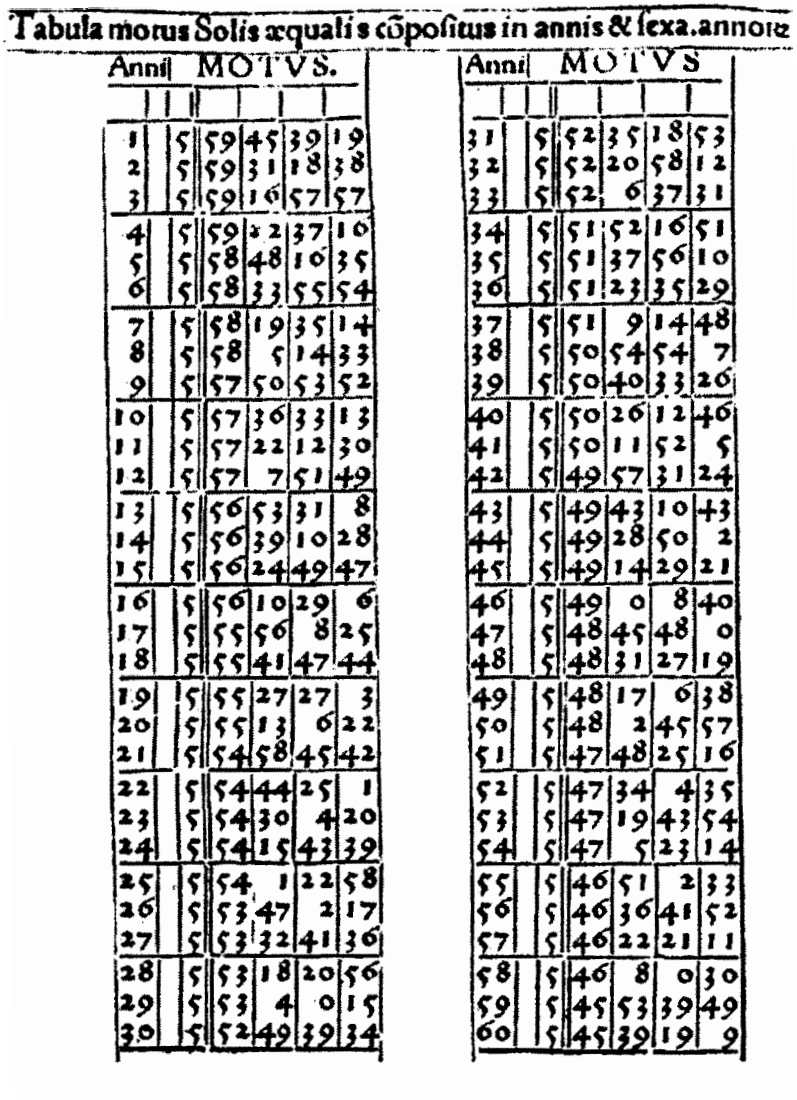
Anni	MOTVS				
31	5	52	9	22	39
32	5	51	54	11	46
33	5	51	39	0	53
34	5	51	23	50	0
35	5	51	8	39	7
36	5	50	53	28	14
37	5	50	38	17	21
38	5	50	23	6	28
39	5	50	7	55	35
40	5	49	52	44	42
41	5	49	37	33	49
42	5	49	22	22	56
43	5	49	7	12	3
44	5	48	52	1	10
45	5	48	36	50	18
46	5	48	21	39	25
47	5	48	6	28	32
48	5	47	51	17	39
49	5	47	36	6	46
50	5	47	20	55	53
51	5	47	5	45	0
52	5	46	50	34	7
53	5	46	35	23	14
54	5	46	20	12	21
55	5	46	5	1	28
56	5	45	49	50	35
57	5	45	34	39	42
58	5	45	19	28	49
59	5	45	4	17	56
60	5	44	49	7	4

Tabula motus Solis aeqlis simpl. in annis & sexagenis annor.: Yıllara ve altmış yıllık periyotlara göre Güneş'in basit düzenli hareketleri tablosu
Anni: Yıllar
MOTVS: HAREKETLER

Tabula motus Solis ſimpl. in diebus & ſexagenis & ſcrup. dier.

Dies	MOTVS					Dies	MOTVS				
1	0	0	59	8	11	31	0	30	33	13	52
2	0	1	58	16	22	32	0	31	32	22	3
3	0	2	57	24	34	33	0	32	31	30	15
4	0	3	56	32	45	34	0	33	30	38	26
5	0	4	55	40	56	35	0	34	29	46	37
6	0	5	54	49	8	36	0	35	28	54	49
7	0	6	53	57	19	37	0	36	28	3	0
8	0	7	53	5	30	38	0	37	27	11	11
9	0	8	52	13	42	39	0	38	26	19	23
10	0	9	51	21	53	40	0	39	25	27	34
11	0	10	50	30	5	41	0	40	24	35	45
12	0	11	49	38	16	42	0	41	23	43	57
13	0	12	48	46	27	43	0	42	22	52	8
14	0	13	47	54	39	44	0	43	22	0	19
15	0	14	47	2	50	45	0	44	21	8	31
16	0	15	46	11	1	46	0	45	20	16	42
17	0	16	45	19	13	47	0	46	19	24	54
18	0	17	44	27	24	48	0	47	18	33	5
19	0	18	43	35	35	49	0	48	17	41	16
20	0	19	42	43	47	50	0	49	16	49	24
21	0	20	41	51	58	51	0	50	15	57	39
22	0	21	41	0	9	52	0	51	15	5	50
23	0	22	40	8	21	53	0	52	14	14	2
24	0	23	39	16	32	54	0	53	13	22	13
25	0	24	38	24	44	55	0	54	12	30	25
26	0	25	37	32	55	56	0	55	11	38	36
27	0	26	36	41	6	57	0	56	10	46	47
28	0	27	35	49	18	58	0	57	9	54	59
29	0	28	34	57	29	59	0	58	9	3	10
30	0	29	34	5	41	60	0	59	8	11	22

Tabula motus Solis simpl. in diebus & sexagenis & scrup. dier.: Günlere ve altmış günlük periyotlara göre Güneş'in basit hareketleri tablosu
Dies: Günler
MOTVS: HAREKETLER



Tabula motus Solis æqualis cõpoſitus in annis & ſexa. annoꝝ

Anni	MOTVS.				
1	5	59	45	39	19
2	5	59	31	18	38
3	5	59	16	57	57
4	5	59	2	37	10
5	5	58	48	16	35
6	5	58	33	55	54
7	5	58	19	35	14
8	5	58	5	14	33
9	5	57	50	53	52
10	5	57	36	33	13
11	5	57	22	12	30
12	5	57	7	51	49
13	5	56	53	31	8
14	5	56	39	10	28
15	5	56	24	49	47
16	5	56	10	29	6
17	5	55	56	8	25
18	5	55	41	47	44
19	5	55	27	27	3
20	5	55	13	6	22
21	5	54	58	45	42
22	5	54	44	25	1
23	5	54	30	4	20
24	5	54	15	43	39
25	5	54	1	22	58
26	5	53	47	2	17
27	5	53	32	41	36
28	5	53	18	20	56
29	5	53	4	0	15
30	5	52	49	39	34

Anni	MOTVS				
31	5	52	35	18	53
32	5	52	20	58	12
33	5	52	6	37	31
34	5	51	52	16	51
35	5	51	37	56	10
36	5	51	23	35	29
37	5	51	9	14	48
38	5	50	54	54	7
39	5	50	40	33	26
40	5	50	26	12	46
41	5	50	11	52	5
42	5	49	57	31	24
43	5	49	43	10	43
44	5	49	28	50	2
45	5	49	14	29	21
46	5	49	0	8	40
47	5	48	45	48	0
48	5	48	31	27	19
49	5	48	17	6	38
50	5	48	2	45	57
51	5	47	48	25	16
52	5	47	34	4	35
53	5	47	19	43	54
54	5	47	5	23	14
55	5	46	51	2	33
56	5	46	36	41	52
57	5	46	22	21	11
58	5	46	8	0	30
59	5	45	53	39	49
60	5	45	39	19	9

Tabula motus Solis aequalis copositus in annis & sexa. annor.: Yıllara ve altmış yıllık periyotlara göre Güneş'in bileşik hareketleri tablosu
Dies: Günler
MOTVS: HAREKETLER



Tabula motus Solis cõpos. in diebus, sexagenis & scrup. dier:

Dies	MOTVS				
1	0	0	59	8	19
2	0	1	58	16	39
3	0	2	57	24	58
4	0	3	56	33	18
5	0	4	55	41	38
6	0	5	54	49	57
7	0	6	53	58	17
8	0	7	53	0	36
9	0	8	52	14	56
10	0	9	51	23	16
11	0	10	50	31	35
12	0	11	49	39	55
13	0	12	48	48	15
14	0	13	47	56	34
15	0	14	47	4	54
16	0	15	46	13	13
17	0	16	45	21	33
18	0	17	44	29	53
19	0	18	43	38	12
20	0	19	42	46	32
21	0	20	41	54	51
22	0	21	41	3	11
23	0	22	40	11	31
24	0	23	39	19	50
25	0	24	38	28	10
26	0	25	37	36	30
27	0	26	36	44	49
28	0	27	35	53	9
29	0	28	35	1	28
30	0	29	34	9	48
31	0	30	33	18	8
32	0	31	32	26	27
33	0	32	31	34	47
34	0	33	30	43	6
35	0	34	29	51	26
36	0	35	28	59	46
37	0	36	28	8	5
38	0	37	27	16	25
39	0	38	26	24	45
40	0	39	25	33	4
41	0	40	24	41	24
42	0	41	23	49	43
43	0	42	22	58	5
44	0	43	22	6	23
45	0	44	21	14	42
46	0	45	20	23	2
47	0	46	19	31	21
48	0	47	18	39	41
49	0	48	17	48	1
50	0	49	16	56	20
51	0	50	16	4	40
52	0	51	15	13	0
53	0	52	14	21	19
54	0	53	13	29	39
55	0	54	12	37	58
56	0	55	11	46	18
57	0	56	10	54	38
58	0	57	10	2	57
59	0	58	9	11	17
60	0	59	8	19	37

Tabula motus Solis copos. in diebus, sexagenis & scrup. dier: Günlere ve altmış günlük periyotlara göre Güneş'in bileşik hareketleri tablosu
Dies: Günler
MOTVS: HAREKETLER

Tabula anomaliæ Solaris in annis & sexagenis annorum.

Anni	MOTVS.				
1	5	59	44	24	46
2	5	59	28	48	33
3	5	59	13	14	20
4	5	58	57	39	7
5	5	58	42	3	54
6	5	58	26	28	41
7	5	58	10	53	27
8	5	57	55	18	14
9	5	57	39	43	1
10	5	57	24	7	48
11	5	57	8	32	35
12	5	56	52	57	22
13	5	56	37	22	8
14	5	56	21	46	55
15	5	56	6	11	42
16	5	55	50	36	29
17	5	55	35	1	16
18	5	55	19	26	3
19	5	55	3	50	49
20	5	54	48	15	36
21	5	54	32	40	23
22	5	54	17	5	10
23	5	54	1	29	57
24	5	53	45	54	44
25	5	53	30	19	30
26	5	53	14	44	17
27	5	52	59	9	4
28	5	52	43	33	51
29	5	52	27	58	38
30	5	52	12	23	25

Anni	MOTVS				
31	5	51	56	48	11
32	5	51	41	12	58
33	5	51	25	37	45
34	5	51	10	2	32
35	5	50	54	27	19
36	5	50	38	52	6
37	5	50	23	16	52
38	5	50	7	41	39
39	5	49	52	6	26
40	5	49	36	31	13
41	5	49	20	56	0
42	5	49	5	20	47
43	5	48	49	45	33
44	5	48	34	10	20
45	5	48	18	35	7
46	5	48	2	59	54
47	5	47	47	24	41
48	5	47	31	49	28
49	5	47	16	14	14
50	5	47	0	39	1
51	5	46	45	3	48
52	5	46	29	28	35
53	5	46	13	53	22
54	5	45	58	18	9
55	5	45	42	42	55
56	5	45	26	7	42
57	5	45	11	32	29
58	5	44	55	57	16
59	5	44	40	22	3
60	5	44	24	46	50

Tabula anomaliae Solaris in annis & sexagenis annorum: Yıllara ve altmış yıllık periyotlara göre Güneş ayrıklığı tablosu
Anni: Yıllar
MOTVS: HAREKETLER

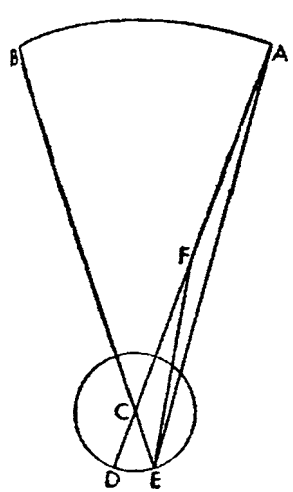
Motus anomaliæ Solaris in diebus & sexagenis dierum.

Dies	MOTVS					Dies	MOTVS				
1	0	0	59	8	7	31	0	30	33	11	48
2	0	1	58	16	14	32	0	31	32	19	55
3	0	2	57	24	22	33	0	32	31	28	3
4	0	3	56	32	29	34	0	33	30	36	10
5	0	4	55	40	36	35	0	34	29	44	17
6	0	5	54	48	44	36	0	35	28	52	25
7	0	6	53	56	51	37	0	36	28	0	32
8	0	7	53	4	58	38	0	37	27	8	39
9	0	8	52	13	6	39	0	38	26	16	47
10	0	9	51	21	13	40	0	39	25	24	54
11	0	10	50	29	21	41	0	40	24	33	2
12	0	11	49	37	28	42	0	41	23	41	0
13	0	12	48	45	35	43	0	42	22	49	10
14	0	13	47	53	43	44	0	43	21	57	24
15	0	14	47	1	50	45	0	44	21	5	31
16	0	15	46	9	57	46	0	45	20	13	38
17	0	16	45	18	5	47	0	46	19	21	46
18	0	17	44	26	12	48	0	47	18	29	53
19	0	18	43	34	19	49	0	48	17	38	0
20	0	19	42	42	27	50	0	49	16	46	8
21	0	20	41	50	34	51	0	50	15	54	15
22	0	21	40	58	42	52	0	51	15	2	23
23	0	22	40	6	49	53	0	52	14	10	30
24	0	23	39	14	56	54	0	53	13	18	37
25	0	24	38	23	4	55	0	54	12	26	44
26	0	25	37	31	11	56	0	55	11	34	52
27	0	26	36	39	18	57	0	56	10	42	59
28	0	27	35	47	26	58	0	57	9	51	7
29	0	28	34	55	33	59	0	58	8	59	14
30	0	29	34	3	41	60	0	59	8	7	22

Motus anomaliae Solaris in diebus & sexagenis dierum: Günlere ve altmış günlük periyotlara göre Güneş ayrıklığı tablosu
Dies: Günler
MOTVS: HAREKETLER

15. Güneş'in Hareketindeki Görünen Düzensizliği Kanıtlamaya Yönelik Ön Teoremler

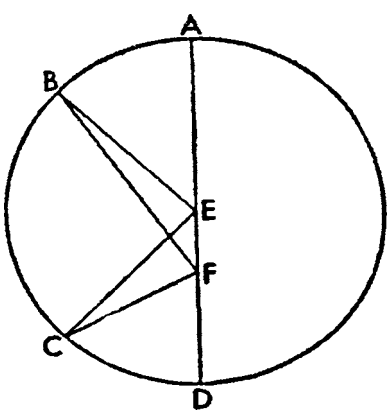
Fakat şimdi Güneş'in görünen düzenli hareketine dair daha iyi bir tespit yapabilmek için evrende merkez noktayı tutan Güneş'le, onu merkez kabul edip etrafında dönen Dünya'ya dair daha açık kanıtlar sunacağız; söylediğimiz gibi, Dünya ile Güneş arasında sabit yıldızlar küresinin enginliğiyle kavranamayacak bir uzaklık varsa, bu durumda Güneş'in, aynı küredeki bir noktaya ya da yıldıza göre düzenli bir harekete sahip olduğu görülecektir. Bunun için AB, ekliptik düzleminde evrendeki en büyük daire; C de Güneş'in yerleştirileceği merkez noktası olsun. Ve buna uygun olarak CD de evrenin engin derinliğiyle karşılaştırıldığında, Güneş ile Dünya arasındaki mesafe olsun; Dünya'nın merkezinin yıllık deviniminin yer alacağı CDE dairesi de ekliptiğin aynı düzleminde çizilsin. AB üzerinde alınacak bir noktaya veya yıldıza göre Güneş'in düzenli bir harekete sahip olduğunun görüleceğini söylüyorum. Bir nokta alınsın ve o A olsun. Ve D'de yer alan Dünya'dan Güneş'in görünümü, ona doğru DCA olarak uzatılsın.



Bu durumda Dünya, DE yayı boyunca bir yere doğru hareket ettirilsin ve AE ile DE, Dünya'nın konumu olan E'den çizilsin. Buna göre Güneş, E'den B noktasında görünecektir. Ve AC, CD ya da eşiti olan CE ile karşılaştırıldığında uçsuz bucaksızdır; AE de CE ile karşılaştırıldığında uçsuz bucaksız olacaktır. Bunun için AC'de bir nokta F olarak alınsın ve

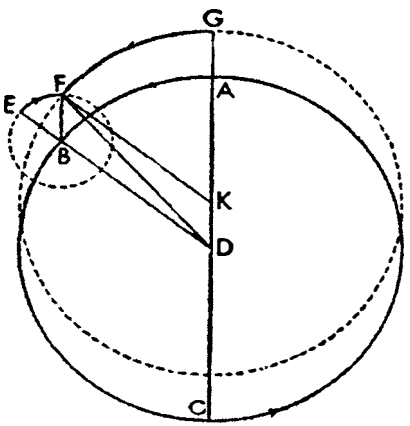
EF'ye eklensin. Buna göre, tabanın C ve E uçlarından çizilen iki düz çizgi A noktasında EFC üçgeninin dışına indiği için, Euclides'in *Elementler*'inin birinci kitabının XXI. bölümünde gösterilenin tersinden giderek, FAE açısı EFC açısından küçük olur. Uçsuz bucaksızlığa uzanan düz çizgilerin oluşturacağı CAE açısı en sonunda algılanamayacak ölçüde dar olacağından, CAE açısı, AEC açısının BCA açısından farkına eşittir. Dahası aralarındaki farkın belirsizliğinden ötürü BCA ile AEC açısı eşit; AC ile AE kenarları paralel görünür. Ve gösterildiği gibi Güneş'in, merkez noktası olan E'nin etrafında dönüyormuşçasına, sabit yıldızlar küresindeki bir noktaya göre düzenli bir hareketi varmış gibi görünür. Fakat düzensiz hareketi böylece gösterilmiş olur; zira Dünya'nın merkezinin yıllık devinimdeki hareketi tümüyle Güneş'in merkezinin etrafında gerçekleşmez. Bu iki yolla; ya Güneş'in merkezi olmayan dış merkezli bir daire üzerinden ya da bir eş merkezli dairedeki bir dış tekerleme eğrisi üzerinden anlaşılabilir. Şimdi bu yolla dış merkezli daire üzerinden konu açıklanmış olur. Bu kapsamda ABCD, ekliptik düzleminde dış merkezli bir daire olsun ve onun merkezi E, evrenin ya da Güneş'in merkezinden uzakta yer alsın. Evrenin merkezi F; ABCD dairesinin çapı da her iki merkezden geçen AEFD olsun. Romalılar tarafından en yüksek apsis olarak adlandırılan, Dünya'nın merkezine en uzak noktadaki yeröte A'da; Dünya'nın merkezine en yakın noktada, en alçaktaki apsis olan yerberi de D'de olsun. Bu durumda Dünya, söylendiği gibi, düzenli olarak kendi ABCD yörüngesinde, E merkezinin etrafında döndürülünce; F'nin etrafında düzensiz bir hareket olduğu da ortaya çıkacaktır. Bunun için AB yayı, CD yayına eşit olsun ve BE, CE, BF ve CF düz çizgileri çizilsin. Bu durumda AEB açısı, CED açısına eşittir; çünkü AEB ile CED açıları E merkezinin etrafında eşit yayları görür. CFD, görüş açıdır ve CFD dış açısı, CED iç açısından

büyüktür; fakat AEB açısı, CED açısına eşittir. Bu durumda CFD açısı, AEB açısından büyüktür. Fakat AEB dış açısı, AFB iç açısından büyüktür; dahası CFD açısı da AFB açısından büyüktür. Fakat eşit süreler hem CFD hem de AFB açısını ortaya çıkarır; zira AB yayı, CD yayına eşittir. Bu yüzden hareket E civarında düzenli, F civarında düzensiz görünecektir. Aynı hususu daha basit bir şekilde göstermek de mümkündür; çünkü AB yayı, CD yayına göre F noktasından daha uzaktır. Buna göre Eucleides'in üçüncü kitabının VII. bölümünde de gösterildiği gibi, AB yayını kesen AF ve BF çizgileri, CD yayını kesen CF ile DF çizgilerinden daha uzundur ve *Optik*'te de gösterildiği gibi eşit büyüklükler daha yakındayken uzaktakinden daha büyük görünür. Ve bu şekilde dış merkezli daireyle ilgili sunulan da ortadadır. Aynı husus eş merkezli bir dairede bir dış tekerleme eğrisi vasıtasıyla da açıklanabilir.



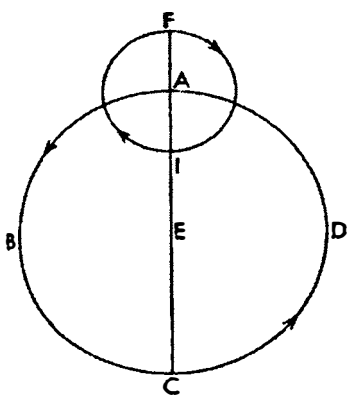
Buna göre bir eş merkezli ABCD dairesinin merkezi ve Güneş'in yer alacağı evrenin merkezi E'de olsun. Aynı düzlemde A, FG dış tekerleme eğrisinin merkezi olsun; her iki merkez üzerinden CEAF düz çizgisi çizilsin. F, dış tekerleme eğrisinin yerötesi; I da yerberisi olsun. Buna göre, A'da dü-

zenlilik, FG dış tekerleme eğrisindeyse görünen düzensizlik olduğu açıktır. Buna göre Dünya'nın merkezinin hareketi batıdaki yerötesi F'deyken A'nın hareketi doğuya doğru, yani B yönünde olursa, yerberi I'da E'nin daha hızlı olduğu görülecektir; zira A ve I'ya ait iki hareket aynı yöndedir.



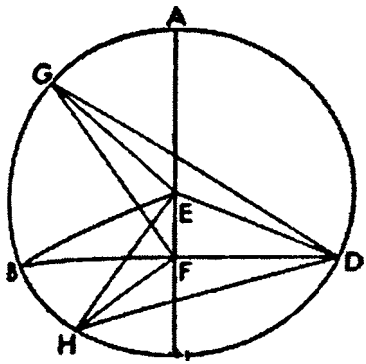
Fakat yerötesi F'de E noktası daha yavaş hareket ediyor görünür; çünkü bu nokta çekişen iki karşıt güçle devindirilir ve G'ye yerleştirilen Dünya düzenli hareketin batı yönünde, K'ye yerleştirilen Dünya ise aynı hareketin doğu yönünde yer alır; Dünya'nın düzenli hareketten uzaklığı, Güneş'in düzensiz hareket ediyor gibi görünmesiyle uyumlu olarak AK ve AG yaylarıyla hesaplanır. Dış tekerleme eğrisi sayesinde olduğu gibi, aynı şekilde dış merkezli çember sayesinde de sonuç alınabilir; gezegenin geçişi dış tekerleme eğrisinde ya da aynı düzlemde aynı eş merkezli daireyi çizer; dış merkezli dairenin merkezinin eş merkezli dairenin merkezinden uzaklığı dış tekerleme eğrisinin yarıçapına eşittir. Tüm bunlar üç şekilde meydana gelir; çünkü eş merkezli dairedeki dış tekerleme eğrisi ve dış tekerleme eğrisindeki gezegen aynı devinimi gerçekleştirir, fakat hareketleri birbirine zıtsa; gezegenin hareketi, yerötesi ve yerberisi, konum değiştirmeyen sa-

bit bir dış merkezli daire çizecektir. Bu şekilde ABC, eş merkezli daire; D, Dünya'nın merkezi; ADC de çap olsun. Dış tekerleme eğrisi A'da olduğunda; gezegen, G'de bulunan ve yarıçapı DAG düz çizgisinde olan dış tekerleme eğrisinin yerötesinde olacak şekilde ayarlama yapalım: Eş merkezli dairenin AB yayı alınsın ve merkezi B, yarıçapı AG olsun. EF dış tekerleme eğrisi çizilsin ve BD ile BE düz bir çizgide uzatılsın; EF yayı AB yayına benzer olsun fakat EF yayı karşıt yönde yer alsın. Gezegen –ya da Dünya– F'de olsun ve bunlara BF de eklensin.



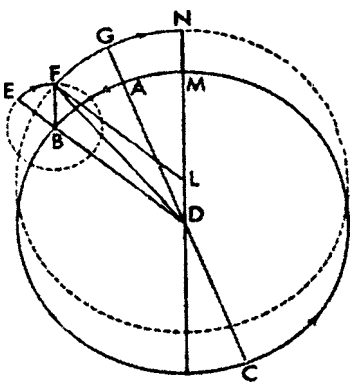
Bu durumda AD çizgisinde DK, BF'ye eşittir. O halde EBF açısı, BDA açısına eşit olduğuna göre; BF, DK'ye eşit, DK'ye paraleldir; zira düz çizgiler eşit ve paralel düz çizgilere eklenirse, Euclides'in birinci kitabının XXXIII. bölümünde de gösterildiği gibi, aynı zamanda hem eşit hem de paralel hale gelmiş olurlar. DK, AG'ye eşit ve AK de onların ortak kesişiminde olduğuna göre GAK, AKD'ye ve buna bağlı olarak KF'ye eşittir. Bu durumda merkezi K, yarıçapı KAG olarak çizilen daire F'den geçecektir. AB ile EF'nin bileşiminden oluşan bir hareketle F noktası bu daireyi dış merkezli, eş merkezli daireye eşit ve bu yüzden de sabit olarak tanımlar.

Dış tekerleme eğrisi eş merkezli daireyle oransal olarak eşit dönüşler yapınca, dış merkezli dairenin bu şekilde çizilen apsitleri mecburen aynı yerde kalır.

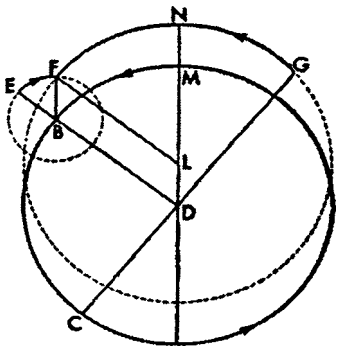


Fakat dış tekerleme eğrisinin merkezi ve çevresi, ortaya birbiriyle orantılı düzensiz devinimler çıkarıyorsa gezegenin hareketi sabit bir dış merkezli daire değil, gezegenin hareketinin dış tekerleme eğrisinin merkezinden daha hızlı ya da yavaş olmasına göre doğuya ya da batıya doğru taşınan bir daire çizer. Bu şekilde, EBF açısı BDA açısından büyükse, BDM açısı, EBF açısına eşit olur. DM doğrusunda DL, BF'ye eşit alınırsa, merkezi L, yarıçapı AD'ye eşit olacak şekilde LMN olarak çizilen dairenin, F gezegeninden geçeceği de gösterilmiş olur. O halde gezegenin bileşik hareketi sayesinde yeröte G noktasından GN yayı boyunca batıya doğru geçen dış merkezli dairenin NF yayı çizilir. Buna karşılık dış tekerleme eğrisindeki gezegenin hareketi daha yavaşsa, bu durumda eş merkezli dairenin merkezi de onu dış tekerleme eğrisinin taşındığı doğu yönünde izlemelidir; bu durumda EBF açısı, BDM açısına eşit olup aynı zamanda (ikisi de) BDA açısından büyükse, bahsettiğimiz durumun ortaya çıkacağı da açıktır. Görünen aynı düzensizlik, eş merkezli dairedeki bir dış tekerleme eğrisi ya da eş merkezli daireye eşit olan dış

merkezli daire aracılığıyla ortaya konur; eş merkezli ve dış merkezli dairenin merkezleri arasındaki mesafe dış tekerleme eğrisinin yarıçapına eşit olduğu müddetçe, bu daireler hiçbir şekilde birbirlerinden farklı olmaz. Bu yüzden göklerde hangisinin olduğunu belirlemek de kolay değildir.



Gerçekten de Ptolemaeus, Güneş için geçerli olduğunu düşündüğü, apsitlerin basit düzensizliğini, kesinliğini ve değişmez konumlarını incelerken dış merkezli daire şemasının yeterli olduğu sonucuna varmıştı. Oysa iki ya da daha fazla yolda dolaşan beş gezegen ve Ay'la ilgili olarak dış tekerleme eğrilerini taşıyan eş merkezli dairelere başvurmuştu. Dahası, buradan hareketle, Ptolemaeus'ta olduğu gibi, düzenlilik ile görünüm arasındaki en büyük farkın, dış tekerleme eğrisinin söz konusu olduğu durumda gezegenin dış merkezli dairedeki en yüksek apsit ile en alçak apsit arasındaki ortalama konumda onu taşıyan daireyle kesişim noktasında görüldüğü kolayca gösterilmiş olur. Dış merkezli daireyle ilgili durumda: E merkezinin etrafında, merkezin dışındaki F'deki Güneş'ten geçen AEC çaplı bir ABCD dairesi olsun. Bu durumda BFD çizgisi çapa dik olarak F boyunca çizilsin; BE ve ED de buna eklensin. A, yeröte; C yerberi; B ile D de onların arasında görünen ortalamalar olsun.

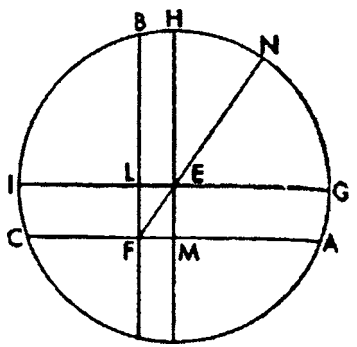


Bu durumda tepe noktası çevre üzerinde, tabanı EF olan ve B ya da D açısından daha büyük hiçbir açının olamayacağını söylüyorum. G ve H, B'nin her iki yanında alınsın ve GD, GE, GF ile HE, HF ve HD de eklensin. FG doğrusu, merkeze DF çizgisinden daha yakın olduğundan; FG çizgisi, DF çizgisinden büyüktür. Ve bu yüzden GDF açısı, DGF açısından büyüktür; fakat EDG açısı, EGD açısına eşittir, zira tabana inen EG ile ED kenarları eşittir. Bu durumda EDF açısı, EGF açısından büyüktür; fakat EDF açısı da EBF açısına eşittir. Benzer şekilde DF çizgisi, FH çizgisinden; FHD açısı, FDH açısından büyüktür. Fakat EHD açısı, EDH açısına eşittir; zira EH kenarı, ED kenarına eşittir. Bu durumda, çıkarma yaparsak, EDF açısı, EHF açısından büyük olur; fakat EDF açısı, EBF açısına eşittir. O halde B ve D noktalarındaki açılardan daha büyük hiçbir açı tabanı EF olacak şekilde oluşturulamaz. Ve bu yüzden düzenlilik ile görünüm arasındaki en büyük fark da yeröte ile yerberi arasındaki ortalama konumda bulunur.

16. Güneş'in Görünen Düzensizliği Üzerine

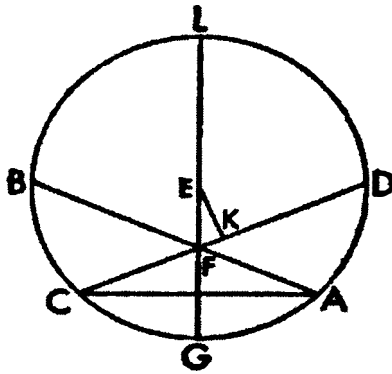
Bu veriler kaba hatlarıyla ortaya konmuştur ve bu kanıtlar sadece Güneş'in görünen hareketleri için değil, diğer gezegenlerin düzensizliği için de yararlıdır. Bu yüzden Gü-

neş'le ve Dünya'yla ilgili, evvela Ptolemaeus ve diğer eskiler tarafından bize ulaştırılan, daha sonra çağımızın ve deneyimimizin bize öğrettiği bütün verileri inceleyeceğiz.



Ptolemaeus'a göre ilkbahar ekinoksu ile yaz gündönümü arasında 94,5; gündönümü ile sonbahar ekinoksu arasında 92,5 gün vardır. Buna uygun olarak ilk aralıkta 93°9′lık, ikinci aralıkta ise 91°11′lık ortalama ve düzenli bir hareket söz konusuydu. ABCD, bu şekilde bölümlendirilen yıla ait çember; E de bunun merkezi olsun. Dönemin ilk periyodu için AB yayı 93°9′, ikinci periyodu için BC yayı 91°11′ olsun. İlkbahar ekinoksu A'dan, yaz gündönümü B'den, sonbahar ekinoksu C'den, geri kalan kış gündönümü de D'den görünsün. Bunlara AC ve BD de eklensin. AC ve BD, birbirini F'de dik keser. O halde ABC yayı 180°den, AB yayı da BC yayından büyük olduğu için, Ptolemaeus buradan çemberin merkezinin BF ile FA çizgileri arasında, yerötenin de ilkbahar ekinoksu ile Güneş'in yaz dönencesi arasında konumlandığını bulmuştu. Buna göre L'de BFD'yi kesecek olan IEG, E merkezinden geçecek ve AFC'ye paralel olacak şekilde çizilsin; M'de AF'yi kesecek olan HEK de, BFD'ye paralel olarak çizilsin. Bu yolla, çapı FE olan, FEN düz çizgisi üzerinde uzanan dik açılı paralelkenarın

oluşturulmasıyla, Dünya'nın Güneş'ten en uzak mesafesi ve N'deki yerötenin konumu gösterilmiş olur. O halde ABC yayı 184°19′ya; AH yayı, ABC yayının yarısına, o da 92°9,5′ya; HB yayı, AH yayının AGB yayından farkına, yani 59′ya; yine AG yayı, AH yayının 90°den farkına, yani 2°10′ya eşit olduğuna göre; LF, yarıçap 10.000 birimken, AG'nin iki katını ayıran kirişin yarısına, yani 377 birime eşittir. Fakat EL, BH'nin iki katını ayıran kirişin yarısına, yani 172 birime eşittir. Ve böylece ELF üçgeninin iki kenarı bulunduğundan, EF kenarı 414 birime; o da, yarıçap 10.000 birimken, NE yarıçapının yaklaşık 1/24'üne eşittir. Fakat EF'nin EL'ye oranı, NE'nin NH'nin iki katını ayıran kirişin yarısına olan oranına eşittir. Bu durumda NH yayı, 24°30′dır. Ve böylece NEH açısı bulunmuş olur; dahası NEH açısı, görünen harekete ait LFE açısına da eşittir. Bu aralık boyunca Ptolemaeus'tan da önceki en büyük apsit Güneş'in yaz gündönümünden önce gelir. Fakat IK yayı, 90°ye; IC yayı, AG yayına; DK yayı, HB yayına eşittir. O halde CD yayı, IC ile DK yaylarının toplamının IK yayından farkına, yani 86°51′ya; DA yayı da CDA yayının CD yayından farkına yani 88°49′ya eşittir. Fakat burada 86°51′ya karşılık 88,125 gün; 88°49′ya karşılık da 90 gün ve 3 saat –günün sekizde biri– olmalıdır. Bu periyotlar boyunca Güneş, Dünya'nın düzenli hareketinden ötürü, sonbahar ekinoksundan kış gündönümüne ve yılın geri kalan kısmındaysa kış gündönümünden ilkbahar ekinoksuna geçmiş görünür. Gerçekten de Ptolemaeus, bütün bu verilerin, kendisinden evvel Hipparchus'un kaydetmiş olduklarından farklı olmadığını doğrular. Buna göre Ptolemaeus, dönemin geri kalan kısmı için, yaz dönencesinden evvel en yüksek apsidin 24°30′ olması ve dış merkezliğin, söylediğimiz gibi, yarıçapın 1/24'ü olarak her daim aynı kalması gerektiğini düşünmüştür. Fakat artık her ikisinin de açık bir farkla değiştiği keşfedilmiştir.



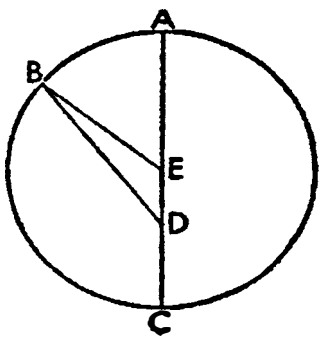
Machometus Arecensis, ilkbahar ekinoksundan yaz gündönümüne 93 gün, 35 dakika; sonbahara kadar ise 186 gün, 37 dakika olduğunu kaydetmiştir; buradan Ptolemaeus'un ölçümünden hareketle, yarıçap 10.000 birimken dış merkezliğin 346 parçadan daha fazla olmadığını bulmuştur. İspanyol Arzachel dış merkezliğe dair oranda ona uymuşsa da, yeröteyi gündönümünün 12°10′ batısı olarak bulmuş; Machometus Arecensis ise yeröteyi aynı gündönümünün 7°43′ batısı olarak hesaplamıştır. Bütün bu çıkarımların ve günümüzdeki gözlemlerin doğruladığı gibi, Dünya'nın merkezinin hareketinde hâlâ başka bir düzensizliğin olduğu açıktır. Dikkatimizi bütünüyle bunları incelemeye verdiğimiz on ya da daha fazla yıl içinde, özellikle de İsa'dan sonra 1515'te, ilkbahar ekinoksundan sonbahar ekinoksuna 186 gün 5,5 dakika olduğunu bulduk. Ve bizden evvelkilerin bilgileriyle ilgili şüphe uyandıran gündönümlerini hesap ederken yanılmamak adına bu çalışmamızda, ekinokslarla karşılaştırıldığında gözlenmesi hiç de zor olmayan Güneş'in diğer kesin konumlarını, örneğin Boğa, Aslan, Akrep ve Kova takımyıldızlarındaki ortalama konumlarını da değerlendirmeye aldık. Buradan hareketle sonbahar ekinoksundan Akrep'in orta noktasına kadar 45 gün 16 dakika; ilkbahar ekinoksuna kadar ise 178 gün 53,5 dakika olduğunu bulduk. Bu durumda

düzenli hareket, ilk aralık boyunca 44°37′; ikinci aralık boyunca ise 176°19′ydı. Bu ön bilgiler alındığına göre; ABCD çemberi yeniden çizilsin ve A, Güneş'in ilkbahar ekinoksunda göründüğü nokta; B, sonbahar ekinoksunun göründüğü nokta; C ise Akrep'in orta noktası olsun. Birbirini Güneş'in merkezi olan F'de kesen AB ile CD de eklensin ve AC yayı kirişle ayrılsın. Bu durumda CB yayı 44°37′ya eşit olduğundan, iki dik açı 360° iken, BAC açısı 44°37′ya eşittir. Ve dört dik açı 360° iken, BFC açısı 45°ye eşit olup; bu değer, görünen harekete aittir; fakat 2 dik açı 360° iken BFC açısı 90°dir. Buradan hareketle ACD açısı, 45°23′ya eşittir; zira AD yayı da 45°23′ya eşittir. Fakat ACB yayı, 176°19′ya; AC yayı, ACB yayının BC yayından farkına, yani 131°42′ya; CAD yayı da, AC yayı ile AD yayının toplamına, o da 177°5′ya eşittir. O halde ACB yayı, 180°den; CAD yayı da 180°den küçük olduğuna göre, çemberin merkezinin geriye kalan BD üzerinde konumlandırılacağı açıktır. Ve bu merkez E olsun; E üzerinden LEFG çapı çizilsin. L, yeröte; G de yerberi olsun. EK, CFD'ye dik olarak çizilsin. Verilen yayları ayıran kirişler zaten tabloda verilmişti: Çap 200.000 birimken, AC 182.494 birime; CFD de 199.934 birime eşittir. Buna uygun olarak ACF, açılarıyla birlikte bulununca; kenarların oranı, doğrusal üçgenlerle ilgili ilk kural sayesinde bulunacaktır. CF, 97.697 birim, AC de 182.494 birimdir; bu nedenle FK, CD'nin yarısının CF'den farkına; o da 2000 birime eşittir. Ve CAD yayının 180°den farkı da 2°55′ya eşittir; EFK üçgeninde dik açıyı oluşturan FK ve KE kenarları belirlenince, üçgenin kenarları ve açıları da bulunmuş olur. EL 10.000 birimken; EF, 323 birimdir ve dört dik açı 360° iken EFK açısı, 51,6°dir. Bu durumda yapılan toplamayla AFL açısı 96,6°ye; yapılan çıkarmayla BFL açısı da 83,3°ye eşit bulunur. Fakat EL 60°, EF de yaklaşık 1°56′dır. Bu, Güneş'in, yörünge çemberinin merkezinden uzaklığıdır ve bu şekilde –her ne kadar Ptolemaeus'a göre 1/24'ü ise de– yö-

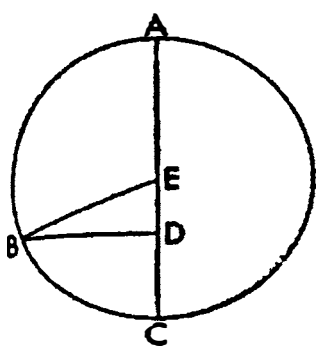
rünge çemberinin yarıçapının 1/31'i olmuş olur. Bu durumda yaz gündönümünün 24°30′ batısında bulunan yeröte 6,6° doğusunda yer almış olur.

17. Güneş'in İlk ve Yıllık Düzensizliğinin Hususi Farklarıyla Beraber Gösterilmesi

O halde Güneş'in düzensiz hareketine dair birçok farklılık bulunduğundan, evvela diğerlerine göre daha bilindik olan yıllık farkın anlaşılması gerektiğini düşünüyoruz.



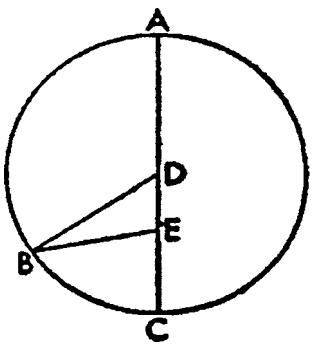
Buna uygun olarak yine merkezi E, çapı AEC olan bir ABC çemberi oluşturulsun; yeröte A'da; yerberi C'de, Güneş de D'de olsun.



Düzenli ve görünen hareketin arasındaki en büyük farkın konumunun, apsitlerin görünen harekete nazaran orta noktasında belirdiği gösterilmişti. Bunun için BD, AEC'ye dik olarak çizilsin ve B noktasında çevreyi kessin; BE de eklensin. Bu durumda BDE dik üçgeninin iki kenarı, yani çemberin yarıçapı olan BE ile Güneş'in merkezden uzaklığı olan DE verilince üçgen de açılarına kavuşmuş olacak. Ve düzenli hareketin BEA açısı ile görünen hareketin EDB dik açısı arasındaki fark olan DBE açısı bulunmuş olacak. Fakat DE daha büyük ya da daha küçük olduğunda, üçgenin tüm niteliği değişir. Bu yüzden Ptolemaeus'tan evvel B açısı 2°23′, Machometus Arecensis ve Arzachel zamanında 1°59′, günümüzde ise 1°51′dır. Ve Ptolemaeus'a göre AEB açısıyla kesilen AB yayı 92°23′, BC yayı 87°37′; Machometus Arecensis'e göre AB yayı 91°59′, BC yayı 88°1′; günümüzde ise AB yayı 91°51′, BC yayı 88°9′dır. Bunlarla diğer ayrımlar da tümüyle açık edilir. Bunun için aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi, başka bir AB yayı alınsın. Ve AEB açısı, BED iç açısı ve BE ile ED kenarları verilsin. Doğrusal üçgen hesabıyla EBD açısı, eşitleme, yani düzenli ve görünen hareket arasındaki fark olarak ortaya çıkacaktır. Ve söylendiği gibi, ED kenarının değişiminden ötürü tüm bu farkların da değişmesi gerekir.

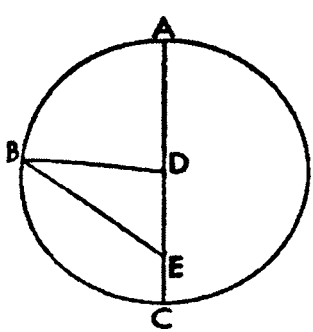
18. Boylamda Düzenli Hareketin İncelenmesi Üzerine

Bunlar Güneş'in yıllık düzensizliğine dair bilgiyi, görünen basit farklılık sayesinde değil de sürenin uzunluğunu bulmaya yarayan ayrımla karıştırılan farklılık sayesinde verir. Bunları birbirinden daha sonra ayıracağız. Bu arada Dünya'nın merkezinin ortalama ve düzenli hareketi de rakam rakam verilmiş olacak; bu rakamlar, hareketin düzensizliğin herhangi bir farklılığından ayrılabileceği ve yeri geldiğinde artabileceği ölçüde kesin olacak.



Bu yolla gerekli açıklama da yapılmış olacak. Bu sonbahar ekinoksunu, Hipparchus tarafından Calippus'un 3. periyodunun 32. yılında –yukarıda da söylendiği gibi, İskender'in ölümünden sonraki 177. yılda– ve takvime eklenen üçüncü günden sonraki gece yarısında, yani sonraki günde İskenderiye'de gözlemlenmiş olan olarak aldık. Fakat İskenderiye, boylamda Krakow'un doğusunda yaklaşık 1 saatlik mesafede yer aldığından; bu, yaklaşık olarak gece yarısından önceki ilk saate denk gelmekteydi. O halde sabit yıldızlar küresinde sonbahar ekinoksunun konumu, yukarıda yapılan hesaba göre, Koç'un başından itibaren 176°10′daydı ve bu da Güneş'in görünen konumuydu. En yüksekteki apsitten mesafesi de 114,5° idi. Bu yapıya uygun olarak D merkezinin etrafında Dünya'nın merkezinin çizdiği bir ABC çemberi tasarlansın. ADC, çap olsun ve Güneş çapta, E noktasına yerleştirilsin; yeröte A'da; yerberi C'de olsun. Fakat B de Güneş'in sonbahar ekinoksunda belirdiği nokta olsun ve BD ile BE düz çizgileri eklensin. DEB açısı, 114,5° olduğuna; Güneş'in yeröteden uzaklığına karşılık geldiğine ve BD 10.000 birimken DE kenarı 414 birim olduğuna göre, doğrusal üçgenlerle ilgili dördüncü teorem sayesinde BDE üçgeni kenarları ve açılarıyla bulunmuş olur. Ve BDE açısı, BDA açısına; o da BED açısına, yani 2°10′ya eşittir; fakat BED açısı,

114°30′dır. Buradan hareketle BDA açısı, 116°40′; Güneş'in sabit yıldızlar küresinde Koç'un başından itibaren ortalama ve düzenli konumu ise 178°20′dır. Bunu Krakow'la aynı meridyendeki Frauenburg'da, İsa'dan sonraki 1515. yılda, Mısır takvimine göre İskender'in ölümünden sonraki 1840. yılda ikinci ay olan Phaophi'nin 6. gününde, gündoğumundan yarım saat sonra tarafımızdan gözlemlenen sonbahar ekinoksuyla karşılaştırdık. Bu zamanda hesaplama ve gözlem sayesinde sonbahar ekinoksunun, sabit yıldızlar küresinde 152°45′ ve önceki kanıtla da uyumlu olarak en yüksek apsitten mesafesinin 83°29′ olduğunu bulduk. Bu durumda iki dik açı 180° iken BEA açısı 83°20′ya eşittir ve üçgenin iki kenarı da bulunmuş olur: BD 10.000 birimken DE 323 birimdir. Doğrusal üçgenlerle ilgili dördüncü teoremden de anlaşıldığı gibi, DBE açısı yaklaşık 1°50′dır. BDE üçgeninin etrafına bir çember çizilirse, iki dik açı 360° iken BDE çevre açısı 166°40′ olur. Ve çap 20.000 birimken BD kirişi 19.864 birimdir. Ve BD'nin DE'ye oranı bulunur; DE kirişi aşağı yukarı 640 birimdir; DE, DBE kirişine eşittir ve DBE çevre açısı 1°50′ iken, merkezde 3°40′dır. Ve bu hem eşitleme, hem de düzenli ile görünen hareket arasındaki farktır.



Ve BDA açısı, DBE ile BED açısının toplamına, yani 1°50′ ile 83°20′nın toplamına, yani 85°10′ya, yani düzenli hareketin yeröteden uzaklığına eşittir ve bu yüzden Güneş'in

ortalama konumu, sabit yıldızlar küresinde 154°35′dır. O halde her iki gözlem arasında 1662 Mısır yılı 37 gün 18 dakika 45 saniye vardır. Ve ayrıca ortalama ile düzenli hareket, yani toplam 1660 devinim, düzenli hareketler tablosunda açıkladığımız rakama da uygun bir şekilde aşağı yukarı 336°15′ya denk gelir.

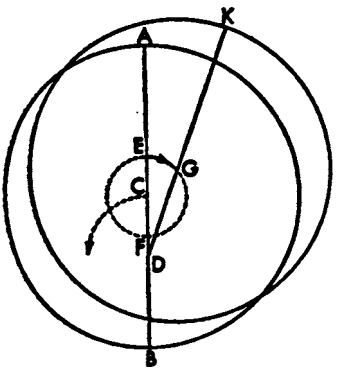
19. Güneş'in Düzenli Hareketinin Konumlarının ve Esaslarının Saptanması Üzerine

Sonuç olarak Büyük İskender'in ölümüyle Hipparchus tarafından gerçekleştirilen gözlem arasında 176 yıl 362 gün 27,5 dakika vardı; hesaba göre bu süre içinde ortalama hareket 312°43′ydı. Bu dereceler, Hipparchus'a ait toplam 178°20′lık gözlemden ve çemberin 360°sinden çıkarılınca geriye, İskender'in ölümünden sonraki ilk yıllarda, Mısırlıların ilk ayında, Thoth'un ilk gününün öğlen vakti için Krakow'da ve gözlemimizin gerçekleştiği Fraeuenburg'da 255°37′lık bir konum kalacaktır. Bu zamandan Julius Caesar'ın Roma takviminin başlangıcına kadarki 278 yıl 118,5 gün içinde, tüm devinimlerin dışında ortalama hareket 46°27′ydı. Bu derecelerin İskender dönemindeki konumun derecelerine eklenmesi bize 272°4′yı, yani Romalıların günlerin ve yılların başlangıcı olarak aldıkları Ocak ayının başlangıcından önceki gece yarısında Caesar'ın konumunu verir. Daha sonra 45 yıl 12 günde ya da Büyük İskender'in ölümünden sonraki 323 yıl 130,5 günde; İsa'nın 272°31′daki konumu kendini gösterir. Ve İsa, 194. olimpiyatın üçüncü yılında doğduğundan ilk olimpiyatın gerçekleştiği yılın başlangıcından Ocak ayının başlangıcından önceki gece yarısına kadar 775 yıl 12,5 gün olduğunu söyleyen hesaplamalar, Hekatombaion ayının ilk gecesindeki ilk olimpiyatın konumu olarak benzer şekilde 96°16′yı verir ki bu günün yıldönümü, Roma takvimine göre Temmuz ayının başına denk gelir. Bu yolla Güneş'in basit hareketinin başlangıcı sabit yıl-

dızlar küresine göre hesaplanmış olur. Dahası, bileşik hareketin konumları, ekinokslardaki devinmenin eklenmesiyle bulunur; diğerleri için de bu geçerlidir: 90°59′da olimpiyatın; 226°38′da İskender'in; 276°59′da Caesar'ın ve 278°2′da İsa'nın dönemine ait konum. Söylediğimiz gibi, bütün bunlar, Krakow meridyeni için geçerlidir.

20. Apsitlerdeki Değişimden Kaynaklanan Güneş'teki İkinci ve İkili Düzensizlik Üzerine

Fakat Güneş'in apsidinin değişkenliğine dair daha büyük bir güçlük söz konusudur; zira her ne kadar Ptolemaeus onun sabit olduğunu düşünmüşse de, başkaları sabit yıldızlar hareket halinde olduğu için Güneş'in de yıldızlı kürenin hareketini izlediğini düşünmüştü. Arzachel bu hareketin aynı zamanda düzensiz ve geriye doğru olduğunu kabul etmişti; her ne kadar söylendiği gibi, Machometus Arecensis, Ptolemaeus'tan sonraki 740 yıl boyunca yaklaşık 17° ilerleyen yeröteyi, gündönümünün batısında 7°44′ olarak bulmuşsa da, 193 yıl sonra bu Arzachel'e, yaklaşık 4°30′ geriye doğru hareket ediyor görünmüştü. Ve bu yüzden Arzachel, küçük bir çemberdeki yıllık yörünge dairesinin merkezi sayesinde oluşmuş başka bir hareketin daha olduğunu düşünmüştü; yeröte, bu hareketle uyumlu olarak geri ve ileri döndürülmüştü; dairenin merkezi de Dünya'nın merkezine göre belirsiz bir mesafedeydi. Bu yeteri kadar iyi bir yaklaşım idiyse de, pek kabul görmemiştir; zira evrensel ölçüde diğer yaklaşımlarla uyumlu değildir. Hareketin seyrindeki silsile düşünülsün; Ptolemaeus'tan evvelki bir zamanda hareket durma noktasına gelmişti; yaklaşık 740 yıl boyunca 17°lik zikzak çizmişti; daha sonra 200 yıl içinde 4° veya 5° geriye yönelmişti; bize kadarki geri kalan süredeyse ilerlemişti; fakat toplam süre içinde başka bir gerileme veya duraklama görülmemişse de bunlar zorunlu bir biçimde geri ve ileri doğru olmak üzere karşıt hareketlere karışmıştı.



Ve bunun çizgisel ve dairesel hareket içinde belirdiği hiçbir şekilde anlaşılamaz. Bu yüzden birçokları, gözlemlerine bir hatanın sızmış olduğuna inanır. Fakat her matematikçi, çabasında ve ilgisinde birbirine benzer; öyle hangisini diğerlerine tercih etmemiz gerektiği müphemdir. Her halükârda Güneş'in, büyüklüğü çok küçük ve hatta fark edilmesi neredeyse mümkün olmayan yerötesini hesaplamada diğerlerine nazaran daha büyük bir güçlük bulunduğunu kabul ediyorum; zira yeröte ile yerberi üzerinde 1°lik bir hareket eşitlemede sadece yaklaşık 2'lık; ortalama apsitler üzerindeyse 1'lık harekete ve 5° ya da 6°lik bir farka sebep olur; bu yüzden önemsiz bir hata kendisinden çok daha büyük bir hataya neden olabilir. O halde yeröteyi Yengeç'in 6,6°sine yerleştirmek için, Güneş ve Ay tutulmaları bize daha çok kesinlik sağlamadıkça, yıldız fallarının sunduklarıyla yetinemeyiz; zira gözlemlerimizde herhangi bir hata belirirse, tutulmalar onu hatasız bir şekilde gözler önüne serer. O halde en büyük olasılığa uygun olarak, dikkatimizi tümüyle hareketi anlamaya verebiliriz: Hareket doğu yönünde olup, düzensizdir; zira yerötenin Hipparchus ile Ptolemaeus arasında sekteye uğradıktan sonra günümüze kadar düzenli bir şekilde devam ettiği görülüyor; sadece diğer bütün hareketlerin uyum içinde olmasına rağmen Machometus Arecensis ile Arzachel ara-

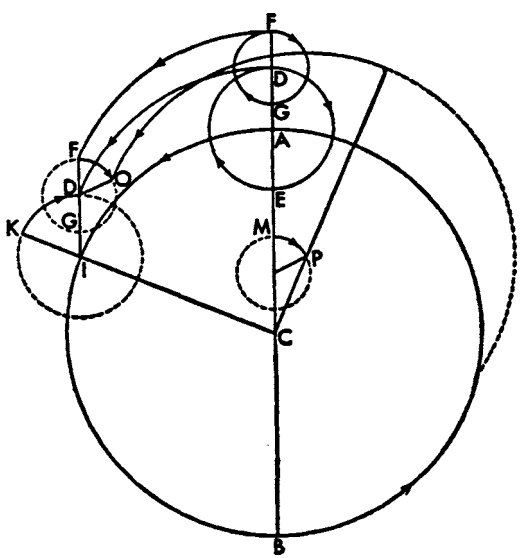
sındaki dönemde bu hareketin yanlışlıkla aşağı doğru ilerleme gösterdiğine inanılması hariç. Buna göre dairesel hareketin aynı rotasına uyan Güneş'in hareketine özgü eşitlemenin benzer şekilde azalmayı durdurmadığı ve düzeltmelerin benzer bir değişimin ya da ekliptiğin eğimindeki ilk ve basit ayrıklıkla kesişimindeki bu iki düzensizliğe göre yapıldığı görülüyor. Fakat yine usule uygun olarak konunun daha da açık hale getirilmesi adına, ekliptik düzleminde merkezi C olan bir AB çemberi; ACB çapı ve bu çap üzerinde evrenin merkezinde yer alan D Güneş küresi olsun. C'nin etrafında, Güneş'i kapsamayan küçük, başka bir EF çemberi çizilsin. Ve Dünya'nın yıllık devinimine ait merkezin, bu küçük çemberin etrafında oldukça yavaş bir şekilde devindiği kabul edilsin. Ve küçük EF çemberi, AD çizgisiyle birlikte doğuya doğru, yıllık devinimin merkezi EF çemberi boyunca batıya doğru oldukça yavaş bir harekete sahip olduğundan, yıllık yörünge dairesinin merkezi bazen DE'ye denk gelen en uzun mesafede daha yavaş, bazen de DF'ye denk gelen en kısa mesafede daha hızlı bir harekette bulunacaktır. Ve çizdiği kavislerle küçük çember, merkezler arasındaki mesafeyi zamanla artırır ve azaltır ve en yüksek apsidin, ACD çizgisinin ortasında yer alan apsitten ya da yeröteden bazen önce bazen de sonra gelmesini sağlar. Bu şekilde EG yayı alınırsa ve merkezi G olan AB'ye eş bir çember çizilirse, en yüksek apsit DGK çizgisinde olur ve Euclides'in üçüncü kitabının VIII. bölümünde de gösterildiği gibi, DG, DE'den daha kısa olur. Ve bu nitelikler dış merkezli çember sayesinde açığa çıkarılır; dış tekerleme eğrisi sayesinde ise şu şekilde ortaya konur: AB, Dünya ve Güneş için eş merkezli bir çember; ABC de en yüksek apsidin bulunduğu çap olsun. Merkezi A olan DE dış tekerleme eğrisi ve yine merkezi D olan, Dünya'nın döndüğü FG dış tekerleme eğrisi çizilsin. Ve bunların hepsi aynı ekliptik düzleminde yer alsın. İlk dış tekerleme eğ-

risinin hareketi doğu yönünde ve aşağı yukarı yıllık; ikincisi de yine aynı şekilde ama batı yönünde olsun. Her ikisi de AC çizgisiyle orantılı olarak eşit devinimlere sahip olsun. Dahası, F'den batıya doğru hareket eden Dünya'nın merkezi D'ye küçük bir hareket eklesin. Buradan, Dünya F'deyken Güneş'in yerötesi en uzak mesafede; G'deyken en yakın mesafede olacaktır. Buna karşılık FG dış tekerleme eğrisinin ortalama yayları üzerindeyken yerötenin arkadan izlemesini ya da öne geçmesini, yükselmesini ya da alçalmasını, büyümesini ya da küçülmesini sağlayacak; buradan hareketle tıpkı dış merkezli daireden ve dış tekerleme eğrisinden önce gösterildiği gibi, hareketi düzensiz görünür kılacaktır. Buna göre bir AI yayı ve merkezi I olan bir dış tekerleme eğrisi belirlensin. Bunlara CI da eklensin ve CIK düz çizgisiyle uzatılsın. Devinimler oransal olarak birbirine eşit olduğundan KID açısı, ACI açısına eşittir. O halde, yukarıda da gösterdiğimiz gibi, D noktası L merkezinin etrafında AB eş merkezli dairesine eşit ve CL dış merkezliği DI'nınkine eşit bir dış merkezli daire; F, CLM dış merkezliği IDF'ye eşit bir dış merkezli daire, G de benzer şekilde CN dış merkezliği IG'ye eşit bir dış merkezli daire çizecektir. Bu arada Dünya'nın merkezi şu ana dek ikinci dış tekerleme eğrisinde hesaplanan FO yayına sahipse, O noktası, merkezi AC çizgisinde bulunan bir dış merkezli daire çizmez; onun yerine merkezi DO'ya paralel bir çizgide bulunan LP gibi dış merkezli bir daire çizer. Fakat OI ve CP eklenirse, biri diğerine eşit olur; ancak IF, OI'dan; CM de CP'den büyük olur. Ve Euclides tarafından birinci kitabın VIII. bölümünde de gösterildiği gibi, DIO açısı, LCP açısına eşittir. Ve bu aralıkta Güneş'in CP'deki yerötesi, A'dan önce görülecektir. Dahası, buradan hareketle, dış tekerleme eğrisine sahip bir dış merkezli daire boyunca da aynı şeyin olacağı açıktır. Zira D dış tekerleme eğrisinin L merkezinin etrafında çizdiği önceden tek

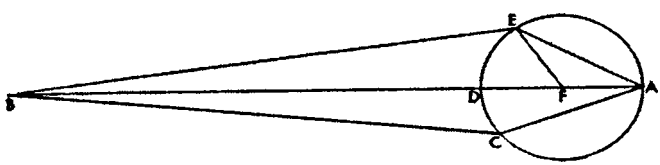
başına var olan dış merkezli daireyle birlikte Dünya'nın merkezi de FO yayı boyunca hareket için geçerli koşullarla uyum içinde, yani yıllık devinimden daha az bir hareketle döner. Bunun için, önceden olduğu gibi, ilk P merkezi etrafında başka bir dış merkezli daire çizecek ve aynı şeyler yeniden meydana gelecektir. O kadar çok yol aynı sayıyı veriyor ki; sayıların ve görünümlerin daimi ahenginin bizi onlardan birinin doğru olduğuna inanmaya mecbur bırakması dışında, tam olarak hangisinin doğru olduğunu söyleyemiyorum.

21. Güneş'in Düzensizliğindeki İkinci Farkın Ne Kadar Büyük Olduğu Üzerine

O halde ikinci düzensizliğin, ekliptiğin ya da benzerliğinin sapmasındaki ilk ve basit ayrıklığı izlediği görüldüğüne göre, geçmiş gözlemcilerin gözlemlerindeki bir hata karşımıza çıkmadığı müddetçe, bu yolla düzensizliğin sabit farklarını elde etmiş olacağız.



Hesaptan, İsa'dan sonraki 1515. yıl için yaklaşık 165°39′lık basit bir ayrıklığı çıkarıyoruz; yine bir hesaba göre başlangıç da İsa'dan yaklaşık 64 yıl öncesine kadar gidiyor; o zamandan bu zamana 1580 yıllık bir akış söz konusudur. Bu başlangıca ait en büyük dış merkezlik, yarıçap 10.000 birimken, tarafımızdan 414 birim olarak bulunur. Fakat zamanımızdaki dış merkezlik, gösterildiği gibi, 323 birimdir. Bu durumda AB bir düz çizgi olsun ve üzerindeki B de evrenin merkezi ve Güneş olsun. AB en büyük, BD de en küçük dış merkezlik olsun. Çapı AD olan küçük bir çember çizelim; AC yayı, ilk basit ayrıklıkla orantılı olarak 165°39′ olsun.



AB çizgisi basit ayrıklığın başlangıcında, yani A'da bulunduğundan ve AB çizgisi 414 birime, buna bağlı olarak BC çizgisi 323 birime eşit olduğundan AB ve BC kenarları yanında CAD açısıyla birlikte ABC üçgenini elde etmiş olacağız; zira yarım çemberin geri kalan CD yayı verildiğinden CD yayı, 14°21′ya eşittir. O halde doğrusal üçgenlerle ilgili olarak da gösterdiğimiz gibi, verilen AC kenarı ve ABC açısı, yerötenin ortalama ve düzensiz hareketi arasındaki fark bulunur; AC çizgisi verilen yayı ayırdığından, ACD çemberinin AD çapı da elde edilir. Buna göre üçgeni çevreleyen çemberin çapı 20.000 birimken CAD açısı 14°21′, CB 2496 birim olduğuna göre ve BC'nin AB'ye oranı belirlendiğine göre; AB 3225 birime; o da ACB kirişine, yani 341°26′ya eşittir. O halde çıkarma işlemiyle, iki dik açı 360° iken CBD açısı 4°13′ olur. Ve

CBD kirişi AC'ye; o da 735 birime eşittir. O halde AB 414 birimken, AC yaklaşık 95 birime eşittir. AC, verilen yayı ayırdığına göre, AD için çap görevi görecektir. Buna göre AD, ADB'nin 414 birim olduğu durumda 96 birime eşittir ve DB 321 birim olup en küçük dış merkezliğin uzaklığını verir. Fakat CBD çevre açısı 4°13′ya; merkez açısıysa 2°6,5′ya eşit olduğundan, bu aynı zamanda B merkezi etrafındaki AB'nin düzenli hareketinden çıkarılacak eşitlemedir. Buna uygun olarak E noktasında çembere teğet BE düz çizgisi çizilsin ve merkez olarak F alınsın, EF de eklensin. Bu durumda BEF dik üçgeninde FB yarıçapının 10.000 birim iken EF kenarı 48 birim, BDF kenarı 369 birim, EF 1300 birimdir. Ve EF, EBF'nin iki katını ayıran kirişin yarısına; EBF açısı da, dört dik açı 360° iken 7°28′ya eşittir ve bu F'deki düzenli hareket ile E'deki görünen hareket arasındaki en büyük eşitlemedir. Bu şekilde diğer belirli farklar da bulunabilir; örneğin AFE açısı 6°dir. Buna göre verilen EF ve FB kenarlarının yanı sıra EFB açısıyla birlikte üçgeni elde etmiş olacağız. O halde EBF açısı 41′dır ve bu aynı zamanda eşitlemedir. Fakat AFE açısı 12° ise, eşitleme 1°23′dır; AFE açısı 18° ise, eşitleme 2°3′dır ve diğerleri de yıllık devinimdeki eşitlemelerle ilgili olarak yukarıda söylediklerimiz gibi bu şekilde bulunur.

22. Güneş'in Yerötesinin Düzenli ve Düzensiz Hareketi Nasıl Açıklanır?

O halde ilk basit ayrıklıkla uyumlu olan en büyük dış merkezlik 178. olimpiyatın üçüncü yılına, yani Mısır takvimine göre Büyük İskender'in ölümünün 259. yılına denk geldiğinden, bu hesaba göre eşzamanlı olarak yerötenin hakiki ve ortalama konumu, İkizler'in 5,5°sinde,

ilkbahar ekinoksundan 65,5°deydi ve bu anda ortalamayla çakışan hakiki ekinoksun devinmesi 4°38′ olduğundan, yerötenin konumu da sabit yıldızlar küresinde 65,5°den 4°38′nın çıkarılmasıyla Koç'un başından itibaren 60°52′ olarak bulunur. Yine 573. olimpiyatın ikinci yılında ve İsa'dan sonraki 1515. yılda yerötenin konumu Yengeç'in 6,5°sinde bulunur. Fakat hesaba göre ilkbahar ekinoksunun devinmesi 27,25° idi ve 96°40′dan 27,25° çıkarıldığında 69°25′ kalır. Buna göre bu noktada 165°39′lık ilk ayrıklıkla birlikte, hakiki konumun ortalamayı izlediği 2°7′lık bir eşitlemenin bulunduğu gösterilmiş; buna binaen Güneş'in yerötesinin ortalama konumunun da 71°32′ olduğu anlatılmış oldu. O halde aradaki 1580 Mısır yılı boyunca yerötenin ortalama ve düzenli hareketi 10°41′ydı; biz de bunu rakamsal olarak yıllara bölersek yıllık 24′′20′′′14′′′′ kadar bir hareket bulmuş oluruz.

23. Güneş'in Ayrıklığının Düzeltilmesi ve İlk Konumlarının Belirlenmesi Üzerine

Bu 24′′20′′′14′′′′ü, 359°44′49′′7′′′4′′′′e denk gelen basit yıllık hareketten çıkarırsak, geriye 359°44′24′′46′′′50′′′′lük ayrıklığın yıllık düzenli hareketi kalacaktır. Yine 359°44′24′′46′′′50′′′′ü 365 güne bölersek, yukarıdaki tablolarda gösterdiğimize de uygun olarak gün başına 59′8′′7′′′22′′′′ düşer. Bu şekilde 1. olimpiyatta başlayan yılların başına yerleştirilen konumları elde etmiş oluruz. O halde 573. olimpiyatın ikinci yılında, Ekim ayının başından önceki 18. günde, gündoğumundan sonraki yarım saat içinde Güneş'in ortalama yerötesinin 71°32′, Güneş'in bundan uzaklığının ise 82°58′ olduğu gösterilmiş olur. İlk olimpiyattan itibaren 2290 Mısır yılı 281 gün 46 dakika

vardır ve bu süre boyunca ayrıklık hareketi –tüm devirler hesaplanmamıştır– 42°33′ydı. 42°33′nın 82°58′dan çıkarılmasıyla, ilk olimpiyat için ayrıklık konumu 40°25′ olarak bulunur. Ve yukarıda da gösterildiği gibi, benzer şekilde İskender dönemine ait yıllar için konum 166°38′; Caesar dönemi yılları için 211°11′ ve İsa dönemi yılları için 211°19′dır.

24. Görünen ile Düzenli Hareket Arasındaki Farklar Tablosu

Fakat Güneş'in düzenli ve görünen hareketleri arasındaki farklılıklara dair ortaya koymuş olduğumuz bu hususların daha anlaşılır kılınabilmesi için, onları içeren altı sütunlu ve 60 satırlı bir tablo oluşturacağız. Hem artan hem de azalan yarım çemberlerden oluşan ilk iki sütun, ekinoksların hareketlerine dair, yukarıda da gösterildiği gibi, 3° artan sayıları içerecek. Üçüncü sütunda Güneş'in yerötesinin ayrıklığı ya da hareketinden artan eşitlemeye ait dereceler yer alacak ve bu eşitleme, derecelerin her bir sırasına uygun olarak yaklaşık 7,5°ye kadar yükselecek. Dördüncü sütun, 60′ya kadar yükselen orantılı dakikalara ayrılacak ve bu dakikalar, basit ayrıklıktan artan en büyük ve en küçük eşitlemeler arasındaki farklara göre hesaplanacak. Bu farklılıkların en büyüğü 32′, 1/60'ı ise 32″ olacaktır. Buna göre, yukarıda çizildiği şekliyle dış merkezlikten çıkardığımız farkın büyüklüğüne uygun olarak, her biri 3°lik sütunda yer alacak ölçüde 60'a kadar bir sayı belirleyeceğiz. Beşinci sütunda yıllık ve ilk ayrıklıktan doğan eşitlemeler, Güneş'in merkezden en kısa mesafesine göre düzenlenecek. Altıncı ve sonuncu sütunda, bu eşitlemelerle en büyük dış merkezlikte ortaya çıkan eşitlemeler arasındaki farklar yer alacak. Tablo şöyledir:

Tabula prosthaphæreseon Solis.

Numeri cõmunes.		Prostha. centri.		Scr. p. por	Prostha orbis		Exces. scr.
part.	part.	par.	scr.		par.	scr.	
3	357	0	21	60	0	6	1
6	354	0	41	60	0	11	3
9	351	1	2	60	0	17	4
12	348	1	23	60	0	22	6
15	345	1	44	60	0	27	7
18	342	2	5	59	0	33	9
21	339	2	25	59	0	38	11
24	336	2	46	59	0	43	13
27	333	3	5	58	0	48	14
30	330	3	24	57	0	53	16
33	327	3	43	57	0	58	17
36	324	4	2	56	1	3	18
39	321	4	20	55	1	7	20
42	318	4	37	54	1	12	21
45	315	4	53	53	1	16	22
48	312	5	8	51	1	20	23
51	309	5	23	50	1	24	24
54	306	5	36	49	1	28	25
57	303	5	50	47	1	31	27
60	300	6	3	46	1	34	28
63	297	6	15	44	1	37	29
66	294	6	27	42	1	39	29
69	291	6	37	41	1	42	30
72	288	6	46	40	1	44	30
75	285	6	53	39	1	46	30
78	282	7	1	38	1	48	31
81	279	7	8	36	1	49	31
84	276	7	14	35	1	50	31
87	273	7	20	33	1	50	31
90	270	7	25	32	1	51	32

Tabula prosthaphaereseon Solis: Güneş eşitlemeleri tablosu
Numeri comunes: Genel sayılar
Prostha. centri.: Merkez eşitlemeleri
Scr. ppor.: Orantılı dakikalar
Prostha. orbis: Küre eşitlemeleri
Exces.: Aşımlar
part.: Kere
Scr.: Dakika

Reliquum tabulæ prosthaphæreseon Solis.

Numeri cõmunes.		Prostha. centri.		scr. p.	Prostha. orbis.		Exc.	
part.	part.	part.	scr.	por	par.	scr.	scr.	
93	267	7	28	30	1	51	32	
96	264	7	28	29	1	50	33	
99	261	7	28	27	1	50	32	
102	258	7	27	26	1	49	32	
105	255	7	25	24	1	48	31	
108	252	7	22	23	1	47	31	
111	249	7	17	21	1	45	31	
114	246	7	10	20	1	43	30	
117	243	7	2	18	1	40	30	
120	240	6	52	16	1	38	29	
143	237	6	42	15	1	35	28	
126	234	6	32	14	1	32	27	
129	231	6	17	12	1	29	25	
132	228	6	5	11	1	25	24	
135	225	5	45	10	1	21	23	
138	222	5	30	9	1	17	22	
141	219	5	13	7	1	12	21	
144	216	4	54	6	1	7	20	
147	213	4	32	5	1	3	18	
150	210	4	12	4	0	58	17	
153	207	3	48	3	0	53	14	
156	204	3	25	3	0	47	13	
159	201	3	2	2	0	42	12	
162	198	2	39	1	0	36	10	
165	195	2	13	1	0	30	9	
168	192	1	48	1	0	24	7	
171	189	1	21	0	0	18	5	
174	186	0	53	0	0	12	4	
177	183	0	27	0	0	6	2	
180	180	0	0	0	0	0	0	

Reliquum tabulae prosthaphaereseon Solis: Geri kalan Güneş eşitlemeleri tabloları
Numeri communes: Genel sayılar
Prostha. centri.: Merkez eşitlemeleri
Scr. ppor.: Orantılı dakikalar
Prostha. orbis: Küre eşitlemeleri
Exces.: Aşımlar
part.: Kere
Scr.: Dakika

25. Güneş'in Görünen Hareketinin Hesaplanması Üzerine

Bana kalırsa buradan hareketle, belirli bir zaman için Güneş'in görünen konumunun nasıl hesaplandığı yeterince açıktır. O halde belirli bir zaman için ilkbahar ekinoksunun hakiki konumunu veya ilk basit ayrıklıkla birlikte devinmesini, yukarıda dile getirdiğimiz gibi, daha sonra da Dünya'nın merkezinin ortalama basit hareketini –Güneş'in hareketi de diyebilirsiniz– ve düzenli hareketlere ait tablolar sayesinde yıllık ayrıklığı araştırmamız gerekir. Buna göre yukarıda verilen tablodaki birinci ya da ikinci sütunda bulunan ilk basit ayrıklıktaki rakamı öğrenecek; üçüncü sütunda yıllık ayrıklığı düzeltmek için karşılık gelen eşitlemeyi ve bir sonraki sütunda da orantılı dakikaları elde edeceksiniz. Elinizde orantılı dakikalar dursun. O halde şimdi eşitlemeyi yıllık ayrıklığa ekleyin; ilk basit ayrıklık ya da ilk sütundaki rakam bir yarım çemberden daha küçükse bu sefer çıkarın. Kalan ya da toplam, Güneş'in düzeltilmiş ayrıklığı olacaktır; beşinci sütunda bulunan yıllık dış merkezli yörünge çemberinden artan eşitlemeyi ve bir sonraki sütunda bulunan farkı alın. Elinizdeki orantılı dakikalara uyarlanmış bu fark bir toplam oluşturuyorsa her daim bu eşitlemeye eklenir; yıllık ayrıklığa ait rakam ilk sütunda bulunuyorsa ya da bir yarım çemberden büyükse; bu eşitleme bu şekilde düzeltilmiş olan Güneş'in ortalama konumundan çıkartılır. Fakat yıllık ayrıklık daha büyükse ya da diğer sütunlardan birinde bulunuyorsa, bu sefer eklenir. O halde bu yolla geri kalan kısım ya da toplam, Koç takımyıldızının başından hesap edilen, Güneş'in hakiki konumunu belirleyecektir ve sonunda Güneş'in konumuna ilkbahar ekinoksunun hakiki devinmesi eklenirse; bu doğrudan, 12 burcun arasında, ekliptikteki Güneş'in ekinokstan uzaklığını derece cinsinden gösterecektir. Fakat aynı hesabı başka bir yolla yapmak isterseniz, basit değil de düzenli bileşik hareketi alın ve ekinoksun devinmesi dışında

bahsettiklerimizin hepsini kullanın; gerektikçe sadece eşitlemeyi ekleyin ya da çıkarın. Bu yüzden Dünya'nın hareketliliğinden ötürü Güneş'in görünümüne dair mantıklı açıklama, eski ve yeni bulgularla uyumlu olur; zaten bu daha çok gelecekteki durumların tahmin edilmesinde kullanılmıştır. Fakat göz önündeki duruma karşı da ilgisiz değiliz; biri çıkar da yıllık devinimlerin merkezinin, evrenin merkezi olarak düzeltildiğini, ancak Güneş'in dış merkezli çemberin merkeziyle ilgili olarak gösterdiğimiz şekilde bu hareketlere benzer ve eşit iki hareketle devindiğini düşünse bile; –bunların durumları, özellikle de Güneş'le ilgili olanlar dışında– hiçbir şey değişmediğinden, her husus, evvelde de olduğu gibi, aynı rakamlar, aynı kanıtlarla açıklığa kavuşturulabilecektir. O halde bu durumda diğer iki hareket Güneş'in kendisine atfedilirken, evrenin merkezinin etrafındaki Dünya'nın merkezinin hareketinin kesin ve basit olması gerekirdi. Ve bu yüzden başlangıçta müphem bir şekilde, evrenin merkezinin Güneş'te ya da onun etrafında bir yerde olduğunu söylediğimizde, yine de bütün bu merkezlerin evrenin merkezine ait olduğuna dair bir şüphe kalırdı. Fakat gezici beş yıldıza dair yapacağımız açıklamada bu meseleye daha fazla eğileceğiz ve yanıltıcı olmayan, belli bir kesinliğe sahip hesaplamaları Güneş'in görünen hareketine uygularsak, elimizden geldiğince tatmin edici bir sonuç almış olacağız.

26. ΝΥΓΘΗΜΕΡΩ, Yani Doğal Günün Farkı Üzerine

Güneş'le alakalı olarak doğal günün düzensizliğine dair bahsedilmesi gereken bir husus daha vardır. Bir doğal gün, bugüne değin göksel hareketlerin kesin ve yaygın ölçümünde kullandığımız 24 saatlik zaman aralığını kapsar. Fakat Keldaniler ve eski Yahudiler gibi bazıları bu doğal günü, iki gündoğumu arasındaki; Atinalılar gibi bazıları iki günbatımı arasındaki; Romalılar gibi bazıları gece yarısından gece

yarısına kadarki ya da Mısırlılar gibi bazıları da öğlenden öğlene kadarki zaman dilimi olarak tanımlamıştır. O halde bu zaman dilimi boyunca süren yerküreye ait devinim, Güneş'in görünen hareketiyle uyumlu olarak üstüne eklenen yıllık devinimle birlikte tamamlanır.[29] Bir doğal gün, ekvatorun kutuplarına göre; yıl ise ekliptiğe göre düzenlendiğinden Güneş'in kendine has, görünen düzensiz seyri bu toplamın da düzensiz olduğunu gösterir. Bu yüzden görünen zaman hareketinin ölçüsü kesin ve genel olamaz; zira gün, her durumda aynı güne uygun değildir; bu yüzden günlerin içinden ortalama ve düzenli olanını tercih etmek gerekirdi, onun sayesinde herhangi bir soruna yol açmadan hareketin düzenliliğinin ölçülebilmesi mümkün kılınacaktı. Buna göre bir tam yıl çevriminde Dünya'nın kutupları etrafında 365 devinim olduğundan; Güneş'in görünen ilerleyişi nedeniyle oluşan günlük ilaveden ötürü yaklaşık olarak fazladan bir tam devinim artar ve sonuç olarak 365'te biri düzenli olarak bir doğal günü tümüyle doldurur. Bu yüzden eşit günü tanımlamalı; görünen, düzensiz günden ayırmalıyız. Buna göre ekvatorun tüm devinimini kapsayan ve Güneş'in düzenli bir hareketle geçiş yaptığı görülen güne, *eşit gün*; ekvatora ait bir devinimin 360 *tempus*'unu içeren ve Güneş'in görünme sürecine bağlı olarak ufukta ya da meridyende yükselen güne *eşit olmayan* ve *görünen gün* deriz. Bu günler arasındaki fark, bir kerede saptanamayacak ölçüde belirsiz olmasına rağmen yine de belli sayıda gün geçtikten sonra daha anlaşılır hale gelebilir. Bunun iki nedeni vardır: Güneş'in görünen hareketindeki düzensizlik ve ekliptik

---

29 Ptolemaeus'ta günlük devinim ve yıllık hareket karşıt yönlerdeydi; bu yüzden Güneş günü, yıldız gününden çok az da olsa uzundu. Buradaysa Dünya'nın günlük devinimi ve yıllık hareketi aynı yönde, yani doğuya doğrudur; Dünya'nın üçüncü, yani neredeyse yıllık devinime eşit olup farklı yönde hareket eden kutup eğiminden ötürü Güneş günü yine yıldız gününden uzundur (C. G. Wallis, s. 170, 1995).

eğimindeki düzensiz yükseliş. Güneş'in görünen hareketindeki düzensizliğe dayanan ilk neden zaten açıklanmıştı; en yüksek apsidin orta noktayı tuttuğu yarım çemberde, Ptolemaeus'a göre, ekliptiğe nazaran 4,75 *tempus*'luk bir eksiklik; en alçaktaki apsidin bulunduğu diğer yarım çemberde ise aynı miktarda bir fazlalık vardır. Buna göre bir yarım çemberdeki toplam fazlalık diğerine göre 9,5 *tempus* kadardır. Fakat doğuş ve batışla ilgili diğer nedendeki en büyük fark, her bir gündönümünü içeren yarım çemberler arasında meydana gelir. Bu bütünüyle ayrı ve kendine özgü olan en uzun ve en kısa gün arasındaki farktır. Gün ortası ya da gece yarısından ölçülen fark her taraftan dört sınırla çevrelenir; Boğa'nın 16°sinden Aslan'ın 88°sine yaklaşık 93 *tempus*'la meridyeni çaprazlama olarak; Aslan'ın 14°sinden Akrep'in 92°sine 87 *tempus*'la meridyen üzerinden geçer; o halde ikincisinde 5 *tempus* kadar eksiklik, ilkinde ise yine aynı miktarda fazlalık söz konusudur. O halde birinci dilimdeki günlerin toplamı, ikinci dilimdekinden, bir saatin üçte ikisi kadar olan 10 *tempus* kadar fazladır; aynı husus çapın zıt yönünde konumlanan diğer sınırlar kapsamındaki öteki yarım çember için de geçerlidir. Bu yüzden matematikçiler bir doğal günün başlangıcını gündoğumundan ya da günbatımından değil de gün ortasından ya da gece yarısından almayı tercih ediyor. Zira ufuktan alınan fark çok çeşitlidir; öyle ki belli saatlere kadar uzanır; dahası her yerde aynı değildir; kürenin eğimine göre farklılık gösterir. Fakat meridyene ait fark her yerde aynı olup fazlasıyla basit yapılıdır. O halde bahsettiğimiz nedenlere dayanan toplam fark: Güneş'in görünen düzensiz seyri ve meridyen üzerinden düzensiz geçişi, Ptolemaeus'tan önceki dönemde, inişinin başlangıcını Kova'nın ortasında, yükselişini ise Akrep'in başlangıcında yapmış; toplamı da 8,3 *tempus* olmuştur. Bu durumda Kova'nın 20°sinden yaklaşık olarak Akrep'in 10°sine inip Akrep'in 10°sinden Kova'nın 20°sine yükselerek 7 *tem-*

pus 48'ya sıkışmıştır. Zamanın geçmesiyle birlikte dış merkezliğin ve yerberinin değişkenliğinden ötürü bu sonuçlar da değişir. En nihayetinde ekinoksların devinmesindeki en büyük fark dikkate alınırsa, doğal günlerdeki toplam fark, belirli yıllar içinde 10 *tempus*'u geçebilecektir. Günlerin eşitsizliğine dair üçüncü neden ise bugüne değin bilinmiyordu; zira ekvatorun devinimi, yeteri kadar açık olduğu üzere, tümüyle düzensiz ve görünen ekinokslardan değil de ortalama ve düzenli ekinokstan ötürü düzenli olarak bulunmuştu. Bu durumda 10 *tempus*'un iki katı $1\frac{1}{3}$ saat eder; bu sayede daha uzun olan günler kimi zaman kısa günleri geçebilir. Bunlar belki de Güneş'in yıllık ilerleyişi ve sabit yıldızların nispeten yavaş hareketi ile ilgili olarak yapılan açık hatanın bu yönünden ötürü göz ardı edilebilir; ancak Güneş'in hareketindeki $\frac{5}{6}$°lik bir yanlışlık hataya yol açabileceği gibi, Ay'ın hızından dolayı asla göz ardı edilemez. Buna göre bütün farkların uyumlu olduğu düzensiz ve görünen zamanı düzenli zamana dönüştürme yolu şöyledir: Arzulanan bir zaman belirlendikten sonra o zamanın her iki sınırında, yani başında ve sonunda, Güneş'in bileşik dediğimiz düzenli hareketindeki ortalama ekinoksa nazaran ortalama konumu ve hakiki ekinoksa nazaran hakiki, görünen konumu araştırılmalı; gün ortasında ya da gece yarısında kaç açılım veyahut hakiki konumlardan ilkiyle ikincisi arasında kaç *tempus* olduğu hesaplanmalıdır. İki ortalama konum arasındaki derecelere eşitlerse; bu durumda tahmin edilen görünen zaman, ortalama zamana eşit olacaktır. Fakat *tempus* fazla olursa, aradaki fazlalık belirlenen zamana eklenmelidir; eksik olursa, eksiklik kadarı görünen zamandan çıkarılmalıdır. Buna göre hesaplara ve çıkan sonuçlara bakarsak; bir *tempus*'u bir saatteki dört dakika ya da bir günün bir dakikasındaki on saniye olarak alıp zamanı düzenliliğe uyarlamış olacağız. Fakat düzenli zaman belirlenirse ve görünen zamanın onda ne kadar ettiğini bulmak isterseniz,

bunun tam tersini yapmanız gerekecektir. Bu durumda ilk olimpiyat için Güneş'in ortalama konumunu ilkbahar ekinoksuna göre 90°59′da, Atina takvimine göre ilk ay olan Hekatombaion'un ilk gününün öğlen vaktinde, görünen ekinoksa göreyse Yengeç'in 0°36′sında bulmuş oluruz. Fakat İsa'dan sonraki yıllar için Güneş'in ortalama hareketini Oğlak'ın 8°2′sında, hakiki hareketini ise yine Oğlak'ın 8°48′sında buluruz. O halde dik kürede, Yengeç'in 0°36′sından Oğlak'ın 8°48′sına 178 *tempus* 54′ çıkar ve bunlar bir saatteki 7 dakikayı veren 1 *tempus* 51′ ile ortalama konumların mesafesini aşar. Ve bunun gibi diğerleri sayesinde de Ay'ın seyri çok kesin bir şekilde hesaplanabilir ve bunu bir sonraki kitapta anlatacağız.

Üçüncü kitabın sonu.

Nicolaus Copernicus'un Göksel Kürelerin Devinimleri'nin Dördüncü Kitabı

Bir önceki kitapta gücümüz yettiğince Dünya'nın Güneş'in etrafındaki hareketinden kaynaklanan görünümleri açıkladık ve aynı yolla bütün gezegenlerin hareketlerini hesaplayabileceğimizi ileri sürdük; şimdiyse Ay'ın dairesel hareketi karşımıza çıkıyor ve hem geceye hem de gündüze ait hareketiyle kaçınılmaz olarak yıldızların konumlarını anlaşılır ve çözümlenir kılıyor. Ayrıca, her ne kadar farklı yapıda olsalar ve bütün gezegenler içinde devinimlerini Dünya'nın merkezine göre gelişigüzel değiştiren tek gezegen olsa da Dünya'ya en benzer odur. Kendi başına ele alındığında ondaki hiçbir değişikliğin Dünya'nın hareketini gösteren bir belirginliği yoktur, belki günlük hareket bir istisna sayılabilir; işte bu nedenle eskiler Dünya'nın evrenin merkezi ve bütün devinimlerin ortak noktası olduğuna inanmıştı. Ay'ın dairesel hareketine dair açıklamamızda Dünya'nın etrafında bulunduğuna dair eskilere ait görüşe katılmakla birlikte, yine onlardan edindiğimiz kimi bilgilere ters gelecek daha doğru bilgiler sunacağız; bu bilgiler sayesinde elimizden geldiğince, Ay'ın hareketini kesin bir şekilde sunmaya çalışacağız.

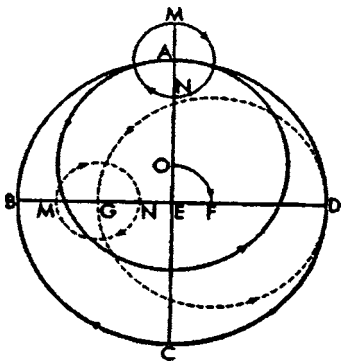
1. Eskilerin Ay'ın Çizdiği Çemberlere Dair Hipotezleri

Buna göre Ay'ın hareketi şu niteliktedir: Ay, ekliptiği değil, onu kesen ve daha sonra onun tarafından kesilen kendi eğimini izler ve ona ait olan buradaki kesişim çizgisinden her iki enleme doğru geçer. Bütün bunlar, Güneş'in yıllık hareketindeki gündönümleri gibi kesinkes gerçekleşir; yıl nasıl Güneş'le ilgiliyse, ay da Ay'la ilgilidir. Buna göre kesitlerdeki orta konumlara kimileri *ekliptik*, kimileri de *düğüm noktaları* demiştir; Güneş ile Ay'ın bu konumlardaki kesişimleri ve karşıt konumlarda olmaları da ekliptik adını alır. Zira Güneş ve Ay tutulmalarının gerçekleştiği başka ortak konumlar yoktur. Ay'ın sapması başka konumlarda Güneş ve Ay'ın birbirinin ışığından mahrum kalmalarını önler; ayrıca bu şekilde geçip giderken biri diğerinin önünü kesmez. Dahası dört temeli ya da dayanak noktasıyla Ay'ın yörünge çemberi, gün başına yaklaşık 3'lık düzenli bir hareketle Dünya'nın merkezi etrafında eğik olarak döner ve devinimini 19 yılda tamamlar. Buna göre Ay, bu yörünge dairesinde ve kendi düzleminde doğuya doğru, kimi zaman en düşük, kimi zaman da en yüksek hızda hareket ediyor görünür. O halde daha yavaşken daha yüksekte, daha hızlıyken ise Dünya'ya daha yakın olur; bu durum, başka herhangi bir gezegenden ziyade Ay söz konusu olduğunda Dünya'ya yakınlığından ötürü daha kolay anlaşılır. Buna uygun olarak eskiler hareket hızındaki değişimin dış tekerleme eğrisinden kaynaklandığını; bu dış tekerleme eğrisinin etrafında dolaşan Ay'ın üstteki yarım dairedeyken düzenli hareketten hızın çıktığını, aşağı yarım dairedeyken ise aynı ölçüde ona eklediğini düşünmüşler. Ayrıca gösterildiği gibi, dış tekerleme eğrisi sayesinde ortaya konan tüm bu oluşumlar dış merkezli daire sayesinde de ortaya konabilir. Ancak eskiler, Ay'ın ikili düzensizliği varmış gibi göründüğünden, tutulmadan yararlanmayı tercih etmiştir. Buna göre Ay, dış tekerleme eğrisindeki en yüksek ya da en alçak apsitteyken düzenli hareketten hiçbir farklılık görünmü-

yordu. Fakat dış tekerleme eğrisiyle daha büyük olan dairenin temas noktasının etrafında değişken bir farklılık vardı; bu fark, yarımay oluşurken ya da yarımaydan çıkılırken, dolunayda olduğundan çok daha büyüktü; bu da düzenli ve sabit bir süreçte gerçekleşiyordu. Bu yüzden dış tekerleme eğrisinin hareket ettiği dairenin Dünya'yla eş merkezli olmadığını, aksine, Ay'ın yasaya uygun olarak, Güneş'le kavuştuğu ve karşı konumda[1] bulunduğu tüm ortalama noktalarda üzerinde hareket ettiği bir dış tekerleme eğrisini taşıyan bir dış merkezli daire olduğunu düşünüyorlardı ki bu dış tekerleme eğrisinin, dış merkezli dairenin yerötesinde, fakat dış merkezli dairenin yerberisindeki dairenin ortalama çeyreklerinde olması gerekiyordu. Bu yüzden Dünya'nın merkezinin etrafında birbirine zıt ve karşılıklı iki hareket –yani dış tekerleme eğrisinin doğu yönündeki ve dış merkezli dairenin merkeziyle apsitlerinin batı yönündeki hareketleri– ve aralarındaki Güneş'in her daim ortada olan ortalama konum çizgisinin olduğunu tasarlamışlardı. Dış tekerleme eğrisi bu yolla yılda iki defa dış merkezli daireye çaprazlama geçiyordu. Bütün bunları gözümüzün önüne getirebilmek için ABCD Dünya'yla eş merkezli eğik Ay çemberi olsun, AEC ve BED çapları boyunca dörde bölünsün ve E Dünya'nın merkezi olsun. Bu durumda AC, hem Güneş'le Ay'ın ortalama kavuşumu hem de aynı konum ve zamanda merkezi F olan dış merkezli dairenin yerötesi ve MN dış tekerleme eğrisinin merkezi olacaktır. Bu durumda dış merkezli dairenin yerötesi batıya; dış tekerleme eğrisi ise doğuya doğru hareket ettirilsin.

Ayrıca ikisi de Güneş'in ortalama kavuşumları ve karşı konumlarından hesaplandığı gibi, düzenli ve aylık devinimlerde E'nin etrafında düzenli olarak hareket etsin. Güneş'in ortalama konumunun AEC çizgisi, her daim bunların arasın-

1 Kavuşum: Güneş'le Ay'ın (ya da başka bir gezegenin) Dünya'ya göre aynı hizada ve aynı tarafta olduğu durum. Karşı konum: Güneş'le Ay'ın (ya da başka bir gezegenin) Dünya'ya göre aynı hizada fakat ters taraflarda olduğu durum.

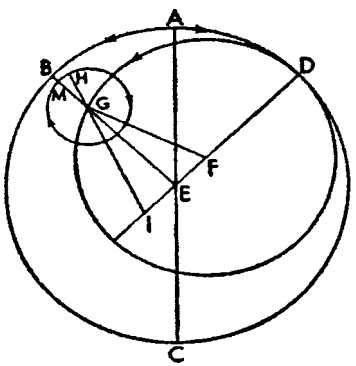


daki mesafenin yarısında olsun; dahası Ay, dış tekerleme eğrisinin yerötesinden batıya doğru hareket etsin. Zira gökbilimciler, görünümlerin bu yapıyla uyumlu olduğunu düşünmektedir. Buna uygun olarak yarımaylık bir dönemde, dış tekerleme eğrisi bir yarım çemberin Güneş'ten uzaklığını değiştirir. Fakat dış merkezli dairenin yerötesinden itibaren tam bir devinimi tamamlar; sonuç olarak bu zamanın ortasında Ay, yarımay durumundayken, BD çapı boyunca yeröte ile karşıt konumda olacaktır; dış tekerleme eğrisi de, Dünya'ya daha yakın olduğu G noktasında düzensizliğe dair en büyük farkları oluştururken, dış merkezli dairenin yerberisindedir. O halde eşit büyüklükler eşit olmayan aralıklardayken görüş açısına daha yakın olan daha büyük görünür. Bu durumda farklar, dış tekerleme eğrisinin MN çapı en küçük orandayken AE çizgisine doğru, fakat diğer konumlardaki diğer bütün çizgilere nispeten daha büyük orandayken GE çizgisine doğru olacağından, dış tekerleme eğrisi A'dayken daha küçük; G'deyken daha büyük olacaktır. Zira GE, Dünya'nın merkezinden dış merkezli daireye doğru uzanan tüm bu çizgilerin en kısası, AE veya onun eşiti DE ise en uzunudur.

2. Bu Kabullerin Yetersizliği Üzerine

Bizden öncekiler dairelerin tertibinin Ay görünümleriyle uyumlu olduğunu düşünüyordu. Fakat bu hususu daha dik-

katli bir şekilde irdelersek, mantıksal çıkarım ve sezgi yoluyla kanıtlayabileceğimiz kadarıyla bu hipotezin çok da yerinde ve doğru olmadığını buluruz. Dış tekerleme eğrisinin merkezine ait hareketin, Dünya'nın merkezinin etrafında düzenli olduğunu kabul ederken aynı zamanda hareketin çizmiş olduğu kendi dış merkezli çemberin de düzensiz olduğunu düşünmeleri gerekir. Örneğin AEB açısının AED açısına; onun da 45°ye eşit olduğu düşünülürse bu durumda BED açısı 90° olur. Dış tekerleme eğrisinin merkezi G olarak alınırsa ve GF eklenirse GFD açısının GEF açısından, dış açının da iç ve karşı açıdan büyük olduğu anlaşılır.



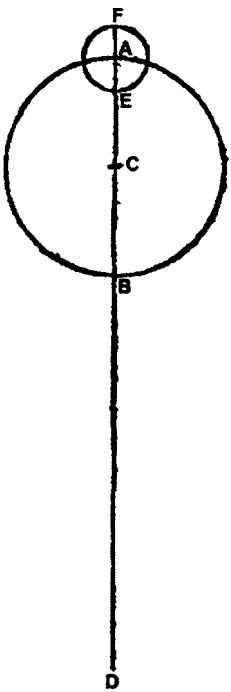
Fakat birbirinden farklı DAB ve DG yaylarının her ikisi de bir periyot boyunca çizildiğinden DAB yayı 90°ye eşit, DG yayı da 90°den büyük olduğunda DG yayı yine bu zaman diliminde dış tekerleme eğrisinin merkeziyle çizilir. Fakat yarımayda DAG yayının DG yayına, onun da 180°ye eşit olduğu açıktır. O halde dış merkezli çemberin üzerindeki dış tekerleme eğrisinin hareketi düzenli değildir. Fakat bu böyleyse, dış tekerleme eğrisinin görünen düzenli hareketi gerçekten de düzensizse ve yerleştirilmeye çalışılan, düşünülen esasa tümüyle ters ise, göksel cisimlerin hareketinin görünümlerden ötürü düzensizmiş gibi görünmesine rağmen aslında düzenli olduğuna dair kanaati nasıl karşılayacağız?

Fakat dış tekerleme eğrisinin Dünya'nın merkezi etrafında düzenli olarak hareket ettiğini ve bunun yeterli ölçüde düzenli olarak görülmesi gerektiğini söylerseniz, bu durumda içinde kendi hareketi yer almayan ve kendi dış merkezli çemberinde bulunmayan dış tekerleme eğrisinden başka bir çemberdeki bu düzenlilik nasıl bir düzenlilik olacak? Gerçekten de eskilerin, dış tekerleme eğrisinde Ay'ın düzenliliğinin, kendisine dış tekerleme eğrisinin merkeziyle ilgili düzenliliğin kesin olarak atfedilmesi gereken Dünya'nın merkezinden –yani EGM çizgisinden– değil de Dünya'nın, kendisiyle dış merkezli çemberin merkezinin arasında, ortada bulunduğu başka bir noktadan hareketle –ki bu, Ay'ın dış tekerleme eğrisindeki düzensizliğinin bir göstergesi olan IGH çizgisidir– anlaşılabileceğini düşünmüş olmasına şaşıyoruz. Ve bu açıkça gösteriyor ki, bu hareket tam anlamıyla düzensizdir; o halde kısmen bu hipoteze uyan görünümler onları bu kabule zorlamış olmalı. Bu durumda Ay kendi dış tekerleme eğrisini düzensiz olarak kat eder; biz de eğer hakiki düzensizliklerden hareketle görünen hareketin düzensizliğini onaylamaya çalışsaydık, benzer bir mantık silsilesi oluştururduk. O halde bu noktada astronomi ilminden uzaklaşan eskilerin çıkış yolunu tanımadan ne yapacağız? Dahası deneysel ve sezgisel kavrayış bize Ay'ın paralakslarının, çemberlerin oranının sunduklarıyla uyumlu olmadığını gösteriyor. Zira *komütasyonlar* da denilen paralakslar Ay'ın etrafında belirgin hale gelen Dünya'nın büyüklüğünden kaynaklanır. Buna göre Dünya'nın merkezinden çizilen doğrularla Dünya'nın yüzeyi paralel görünmeyip aksine belirgin bir eğimle Ay'ın hacminde birbirini kestiğinden, Ay'ın görünen hareketinde kaçınılmaz olarak düzensizliğe neden olabilir; bu yüzden Ay, onu Dünya'nın dışbükeyliği boyunca dolaylı olarak izleyen ve onu yine Dünya'nın merkezinden ya da en yüksek noktasından gözleyenlerce farklı bir konumdaymış gibi görülür. O halde böylesi paralakslar Ay'ın Dünya'dan uzaklığına göre farklılık gösterir. Tüm matematikçilerin fikir birliğine göre,

Dünya'nın yarıçapı 1 birimken, en büyük mesafe $64\frac{1}{6}$ birim olup; aynı ölçekdeşliğe göre en küçük mesafe $33^{P}33'$ olmalıydı; o halde Ay da toplam mesafenin yaklaşık yarısından bize doğru hareket ederdi ve sonraki orana göre en büyük ve en küçük mesafedeki paralaksların, kareleri oranında birbirinden farklı olması kaçınılmaz olurdu. Fakat biz, Ay'ın yükseldiği ve alçaldığı yarımay zamanında beliren bu paralaksların, dış tekerleme eğrisinin yerberisinde bile çok belirsiz bir farklılık gösterdiğini ya da yeri geldiğinde fazlasıyla göstereceğimiz gibi, Güneş ve Ay tutulmalarında beliren paralakslardan da tümüyle farklı olmadığını görüyoruz. Fakat aynı nedenle çapının iki kat büyük ve iki kat da küçük görünmesi sebebiyle Ay'ın kendisi bu hatayı tam anlamıyla açık eder. Fakat çemberler çaplarının karesiyle orantılı olduğundan Ay, Dünya'ya en yakın olduğu dördün durumlarında, Güneş'in karşısında olduğu dolunay durumuna göre, dört kat daha büyük görünmelidir; bununla birlikte –her ne kadar tam zıddı apaçıksa da– yarımay, orada bir dolunay varmış gibi, alanının iki katı ışıkla parlamalıdır. Basit görüşle yetinmeyen biri, Hipparchus'un dioptrasıyla ya da Ay'ın çapını hesaplayabilecek başka aletlerle bir deney yaparsa çapın, dış merkezli çembersiz dış tekerleme eğrisinin gerektirdiğinin haricinde farklılık göstermediğini bulacaktır. Bu nedenle Ay'ın konumları sayesinde sabit yıldızları inceleyen Menelaus ve Timochares, aynı Ay çapını her daim, çoğu zaman göründüğü 0,5° olarak almakta tereddüt etmemiştir.

3. Ay'ın Hareketine Dair Başka Bir Teori

Bu yolla, dış tekerleme eğrisinin daha büyük veya daha küçük görünmesini sağlayanın dış merkezlilik olmadığı, aksine çemberlerle ilgili başka bir bağıntının olduğu tam anlamıyla ortaya konmuş olur. Buna göre AB, ilk ve en büyük olarak adlandıracağımız dış tekerleme eğrisi, C de onun merkezi olsun.



D, Dünya'nın merkezi olsun, DC düz çizgisi de D'den dış tekerleme eğrisinin en yüksek apsidine uzatılsın; merkezi A olan başka bir EF küçük dış tekerleme eğrisi çizilsin; bütün bunlar Ay'ın eğik çemberinin aynı düzleminde yer alsın. Buna göre C, doğu; A da batı yönünde; yine Ay, EF'nin üst konumunda yer alan F'den doğuya doğru hareket ettirilsin. Ve bu düzen korunsun; DE çizgisi, Güneş'in ortalama konumunun çizgisiyle birken, Ay her daim C merkezinin en yakınında, yani E noktasında; fakat dördünlerde F noktasında, yani en uzağında olsun. Ay'ın görünümlerinin bu yapıyla uygun olduğunu söylüyorum. Zira bu, Ay'ın ayda iki defa EF dış tekerleme eğrisinin etrafında dolaşmasıyla da uyumludur; bu süre boyunca C, Güneş'in ortalama konumuna göre bir devinim gerçekleştirir. Ve yeniay ile dolunay, yarıçapı CE olan en küçük daireyi oluşturuyor görünecektir; fakat Ay, dördünlerinde yarıçapı CF olan en büyük daireyi oluşturacaktır ve bu yüzden Ay, yine kavuşumlarda ve karşı konumlarda düzenli ve görünen hareketler arasında daha küçük, fakat dördünlerde E merkezinin etrafındaki eşit olmayan ancak benzer yaylardan ötürü daha büyük farklar oluşturacaktır. Ve dış tekerleme eğrisinin merkezi her daim Dünya'yla eş merkezli bir çemberde olduğundan, böylesine farklı değil, aksine dış tekerleme eğrisine uygun paralakslar gösterir. Ve Ay kütlesinin niçin bir şekilde kendisi gibi görünmüş olduğu açıklanmış olacak ve Ay'ın hareketinden kavranan diğer bütün olgular da bu yolla or-

taya çıkacaktır. Bütün bunları hipotezlerimize dayanarak açıklayacağız; fakat aynı şeyler, tam oran korunarak Güneş'le ilgili olduğu gibi, dış merkezli dairelerden hareketle de oluşabilir. Bu durumda, yukarıda yaptığımız gibi, düzensiz hareketleri onlarsız ayırt edilemeyeceğimiz düzenli hareketlerden başlayacağız. Fakat burada, bahsetmiş olduğumuz paralakslardan kaynaklanan küçük bir zorluk söz konusudur; Ay'ın konumu, *astrolabium*larla ya da başka aletlerle gözlenemez. Ancak doğanın bu konuda ihtiyaç içindeki insana bir lütfu söz konusudur; öyle ki Ay'ın konumu, aletlerden ziyade tutulmaları sayesinde daha kesin olarak ve herhangi bir hata şüphesi uyandırmadan hesaplanabilir. Bunun için Dünya'nın öbür bölümleri gün ışığıyla açık seçik ortadayken, gecenin, Dünya'nın koni biçiminde olan ve bir noktada sonlanan gölgesinden başka bir şey olmadığını düşünmemizi sağlar. Bu koninin içine giren Ay kararır ve karanlığın orta noktasında yer aldığında, hiç kuşkusuz, Güneş'in karşı konumunda bulunduğu anlaşılır. Fakat Ay onun önüne geçince gerçekleşen Güneş tutulmaları, Ay'ın konumunun bu kadar kesin belirlenmesini sağlamaz. Yukarıda bahsettiğimiz paralakstan ötürü Dünya'nın merkezine göre kavuşum henüz gerçekleşmemiş ya da tamamlanmamış olsa da, Güneş'le Ay'ın kavuşumunu bir vakitte görürüz. Ve buna uygun olarak aynı Güneş tutulmasının Dünya'nın farklı bölgelerinden büyüklük ve süre bakımından eşit ve her koşulda aynı olmadığını görürüz. Fakat Ay tutulmaları söz konusu olduğunda böylesi bir engelden bahsedemeyiz; zira Dünya Güneş'ten geçen merkez boyunca karartıcı gölgenin eksenini taşıdığından, Ay tutulmaları Ay'ın seyrini kesin olarak saptamaya tam anlamıyla uygundur.

4. Ay'ın Devinimleri ve Ona Özgü Hareketler Üzerine

Bütün bunları, sayılar yoluyla gelecek kuşaklara aktarmayı düşünenler arasında 37. olimpiyat zamanında yaşamış

Atinalı Meton da bulunuyordu. 19 Güneş yılında 235 tam ay olduğunu kaydetmişti; bu yüzden 19 yıllık büyük yıla, *enneadekateris* yılına, *Metonicus* yılı denmişti. Bu rakam Atina'da ve diğer ünlü şehirlerdeki forumlarda halk tarafından kullanılacak kadar uygundu; zira onun sayesinde ayların başının ve sonunun kesin bir sırayla saptanabileceğini ve 365,25 günlük bir Güneş yılının aylarla hesaplanabileceğini düşünüyorlardı. Bu yüzden 76 yıllık Calippus döneminde *Calippus yılı* denilen 19 günlük bir ek söz konusuydu. Fakat Hipparchus dikkatli bir çalışmayla 304 yılda 1 tam gün fazlalık olduğunu ve Calippus yılının ancak Güneş yılı bir günün 1/300'ü kadar daha küçükken doğrulanabileceğini bulmuştu. Ve 3760 ay içeren bu yıla bazıları tarafından Hipparchus'un büyük yılı denmişti; ayrıklığın ve enlemin tekrarlanışları arandığında da yine Hipparchus daha ileri incelemeler yapmıştı. Dikkatli Ay tutulması gözlemlerini gerçekleştirdiği okumalarla karşılaştırıp Keldanilerden öğrendikleriyle birleştirerek ayrıklığın ve ayların devinimlerinin eşzamanlı olduğu vaktin 345 Mısır yılı 82 gün 1 saat olabileceğini hesap etti ve bu zaman diliminde 4267 tam ay ve 4573 ayrıklık devri söz konusuydu. Buna göre ayların sayısı günlere dönüştürüldü ve 126.007 gün ve bir ayın da 29 gün 31′50″8‴9⁗20⁗′ olduğu bulundu. Bu mantığa uygun olarak bir zaman dilimindeki hareket de anlaşılmış olur. Bu durumda 360°lik dönüşün bir ayın günlerine bölümü Ay'ın günlük devinimini 12°11′26″41‴20⁗18⁗′lik toplamla ilişkili olarak ortaya koyar. Bunun 365'le çarpımı, 12 devinime ek olarak, 129°37′21″28‴29⁗′lik yıllık hareketi verir. Dahası 4267 ay ve 4573 ayrıklık devri, birbiriyle bileşik sayılar olarak verildiğinden, yani 17'nin genel ölçüsüne göre 4267 ayın 4573 ayrıklık devrine oranı en azından 251'in 269'a oranı olacağından ve Euclides'in onuncu kitabının XV. bölümünde de gösterildiği gibi, Ay'ın deviniminin bu orandaki ayrıklık hareketine oranını elde etmiş olacağız. Buna uygun olarak Ay'ın yıllık hareketini 269'la çarpıp so-

nucu 251'e böldüğümüzde ortaya çıkan sonuç 13 tam devinimdeki ayrıklığın yıllık hareketi olacaktır, yani 88°43′8″40‴20⁗; buradan hareketle günlük hareket de 13°3′53″56‴29⁗ olacaktır. Fakat devinim enlemde başka bir orana sahiptir. Buna göre ayrıklığın yinelendiği önceki zamanla uyumlu değildir; fakat Ay'ın aynı enleme sadece, her koşulda eskisine benzer ve eşit sonraki bir tutulmada döndüğünü anlarız; öyle ki her iki kararma da Ay'ın aynı bölümünde gerçekleşir, dahası büyüklük ve süre bakımından da ikisi birbirine eşittir. Ve bu, Ay'ın en yüksek ya da en alçak apsitten uzaklığı eşit olduğunda gerçekleşir. Buna göre Ay'ın eşit gölgeleri eşit zamanda geçtiği de anlaşılır. Bu durumda Hipparchus'a göre bu tarz bir geri dönüş 5458 ayda bir gerçekleşir; bu da enlemin 5923 devinimine karşılık gelir. Mantık gereğince, diğerlerinde olduğu gibi, enleme özgü hareketler yıl ve gün olarak belirlenmiş olur. Buna göre Ay'ın Güneş'ten hareketini 5923 ay ile çarpıp çıkan sonucu 5458'e böldüğümüzde, 13 devinimlik enlemde Ay'ın yıllık hareketini 148°42′46″49‴3⁗; günlük hareketiniyse 13°13′45″39‴40⁗ olarak elde ederiz. Hipparchus bunu Ay'ın düzenli hareketlerinin oranı olarak ifade etmişti ve ondan önce kimse daha yakın bir tahminde bulunmamıştı. Buna karşılık sonraki çağlar bu hareketleri tümüyle aynı rakamlarla açıklamamıştır. Ptolemaeus da Güneş'ten aynı ortalama hareketi Hipparchus gibi bulmuşsa da yıllık ayrıklık hareketi öncekine göre 1″11‴39⁗ kadar eksik; enlemin yıllık hareketiyse 53‴4⁗ kadar fazlaydı. Fakat artık Hipparchus'tan bu yana birçok yıl geçtikten sonra, ortalama bir yıllık hareketi 1″2‴49⁗ kadar ve bir ayrıklık hareketini ise sadece 24‴49⁗ kadar eksik bulmaktayız. Dahası enlemdeki harekette 1″1‴44⁗ kadar bir fazlalık vardır. Ve bu yüzden Ay'ın düzenli hareketi, Dünya'nın hareketinden farklı olduğundan, 129°37′22″32‴40⁗'lık yıllık hareket; 88°43′9″5‴9⁗'lık ayrıklık hareketi ve enlemde 148°42′45″17‴21⁗'lık hareket olacaktır.

Motus Lunæ in annis & sexagenis annorum.

Anni	MOTVS				
1	2	9	37	22	36
2	4	19	14	45	12
3	0	28	52	7	49
4	2	38	29	30	25
5	4	48	6	53	2
6	0	57	44	15	38
7	3	7	21	38	14
8	5	16	59	0	51
9	1	26	36	23	27
10	3	36	13	46	4
11	5	45	51	8	40
12	1	55	28	31	17
13	4	5	5	53	53
14	0	14	43	16	29
15	2	24	20	39	6
16	4	33	58	1	42
17	0	43	35	24	19
18	2	53	12	46	55
19	5	2	50	9	31
20	1	12	27	32	8
21	3	22	4	54	44
22	5	31	42	17	21
23	1	41	19	39	57
24	3	50	57	2	34
25	0	0	34	25	10
26	2	10	11	47	46
27	4	19	49	10	23
28	0	29	26	32	59
29	2	39	3	55	36
30	4	48	41	18	12

Anni	MOTVS				
31	0	58	18	40	48
32	3	7	56	3	25
33	5	17	33	26	1
34	1	27	10	48	38
35	3	36	48	11	14
36	5	46	25	33	51
37	1	56	2	56	27
38	4	5	40	19	3
39	0	15	17	41	40
40	2	24	55	4	16
41	4	34	32	26	53
42	0	44	9	49	29
43	2	53	47	12	5
44	5	3	24	34	42
45	1	13	1	57	18
46	3	22	39	19	55
47	5	32	16	42	31
48	1	41	54	5	8
49	3	51	31	27	44
50	0	1	8	50	20
51	2	10	46	12	57
52	4	20	23	35	33
53	0	30	0	58	10
54	2	39	38	20	46
55	4	49	15	43	22
56	0	58	53	5	59
57	3	8	30	28	35
58	5	18	17	51	12
59	1	27	45	13	48
60	3	37	22	36	25

Motus Lunae in annis & sexagenis annorum: Yıllara ve altmış yıllık periyotlara göre Ay'ın hareketi
Anni: Yıllar
MOTVS: HAREKETLER

Motus Lunæ in diebus & ſexagenis dierum & ſcrupul

Dies	MOTVS					Dies	MOTVS				
1	0	12	11	26	41	31	6	17	54	47	26
2	0	24	22	53	23	32	6	30	6	14	8
3	0	36	34	20	4	33	6	42	17	40	49
4	0	48	45	46	46	34	6	54	29	7	31
5	1	0	57	13	27	35	7	6	40	34	12
6	1	13	8	40	9	36	7	18	52	0	54
7	1	25	20	6	50	37	7	31	3	27	35
8	1	37	31	33	32	38	7	43	14	54	17
9	1	49	43	0	13	39	7	55	26	20	58
10	2	1	54	26	55	40	8	7	37	47	40
11	2	14	5	53	36	41	8	19	49	14	21
12	2	26	17	20	18	42	8	32	0	41	3
13	2	38	28	47	0	43	8	44	12	7	44
14	2	50	40	13	41	44	8	56	23	34	26
15	3	2	51	40	22	45	9	8	35	1	7
16	3	15	3	7	4	46	9	20	46	27	49
17	3	27	14	33	45	47	9	32	57	54	30
18	3	39	26	0	27	48	9	45	9	21	12
19	3	51	37	27	8	49	9	57	20	47	53
20	4	3	48	53	50	50	10	9	32	14	35
21	4	16	0	20	31	51	10	21	43	41	16
22	4	28	11	47	13	52	10	33	55	7	58
23	4	40	23	13	54	53	10	46	6	34	40
24	4	52	34	40	36	54	10	58	18	1	21
25	5	4	46	7	17	55	11	10	29	28	2
26	5	16	57	33	59	56	11	22	40	54	43
27	5	29	9	0	40	57	11	34	52	21	25
28	5	41	20	27	22	58	11	47	3	48	7
29	5	53	31	54	3	59	11	59	15	14	48
30	6	5	43	20	45	60	12	11	26	41	31

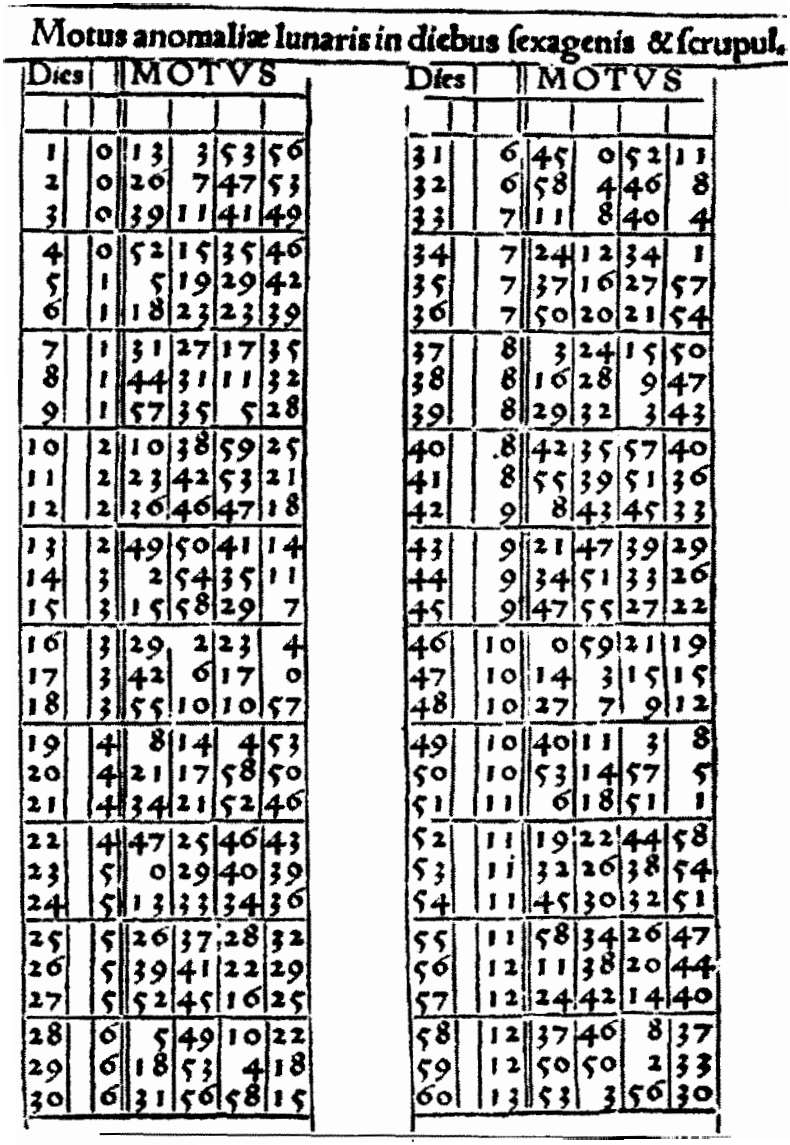
Motus Lunae in diebus & sexagenis dierum & scrupul.: Günlere, dakikalara ve altmış günlük periyotlara göre Ay'ın hareketi
Dies: Günler
MOTVS: HAREKETLER

Motus anomaliæ lunaris in annis & sexagenis annorum.

Anni	MOTVS				
1	1	28	43	9	7
2	2	57	26	18	14
3	4	26	9	27	21
4	5	54	52	36	29
5	1	23	35	45	36
6	2	52	18	54	43
7	4	21	2	3	50
8	5	49	45	12	58
9	1	18	28	22	5
10	2	47	11	31	12
11	4	15	54	40	19
12	5	44	37	49	27
13	1	13	20	58	34
14	2	42	4	7	41
15	4	10	47	16	48
16	5	39	30	25	56
17	1	8	13	35	3
18	2	36	56	44	10
19	4	5	39	53	17
20	5	34	23	2	25
21	1	3	6	11	32
22	2	31	49	20	39
23	4	0	32	29	46
24	5	29	15	38	54
25	0	57	58	48	1
26	2	26	41	57	8
27	3	55	25	6	15
28	5	24	8	15	23
29	0	52	51	24	30
30	2	21	34	33	37

Anni	MOTVS				
31	3	50	17	42	44
32	5	19	0	51	52
33	0	47	44	0	59
34	2	16	27	10	6
35	3	45	10	19	13
36	5	13	53	28	21
37	0	42	36	37	28
38	2	11	19	46	35
39	3	40	2	55	42
40	5	8	46	4	50
41	0	37	29	13	57
42	2	6	12	23	4
43	3	34	55	32	11
44	5	3	38	41	19
45	0	32	21	50	26
46	2	1	4	59	33
47	3	29	48	8	40
48	4	58	31	17	48
49	0	27	14	26	55
50	1	55	57	36	2
51	3	24	40	45	9
52	4	53	23	54	17
53	0	22	7	3	24
54	1	50	50	12	31
55	3	19	33	21	38
56	4	48	16	30	46
57	0	16	59	39	53
58	1	45	42	49	0
59	3	14	25	58	7
60	4	43	9	7	15

Motus anomaliae lunaris in annis & sexagenis annorum: Yıllara ve 60 yıllık periyotlara göre Ay ayrıklığı hareketi
Anni: Yıllar
MOTVS: HAREKETLER



Motus anomaliæ lunaris in diebus ſexagenis & ſcrupul.

Dies		MOTVS			
1	0	13	3	53	56
2	0	26	7	47	53
3	0	39	11	41	49
4	0	52	15	35	46
5	1	5	19	29	42
6	1	18	23	23	39
7	1	31	27	17	35
8	1	44	31	11	32
9	1	57	35	5	28
10	2	10	38	59	25
11	2	23	42	53	21
12	2	36	46	47	18
13	2	49	50	41	14
14	3	2	54	35	11
15	3	15	58	29	7
16	3	29	2	23	4
17	3	42	6	17	0
18	3	55	10	10	57
19	4	8	14	4	53
20	4	21	17	58	50
21	4	34	21	52	46
22	4	47	25	46	43
23	5	0	29	40	39
24	5	13	33	34	36
25	5	26	37	28	32
26	5	39	41	22	29
27	5	52	45	16	25
28	6	5	49	10	22
29	6	18	53	4	18
30	6	31	56	58	15

Dies		MOTVS			
31	6	45	0	52	11
32	6	58	4	46	8
33	7	11	8	40	4
34	7	24	12	34	1
35	7	37	16	27	57
36	7	50	20	21	54
37	8	3	24	15	50
38	8	16	28	9	47
39	8	29	32	3	43
40	8	42	35	57	40
41	8	55	39	51	36
42	9	8	43	45	33
43	9	21	47	39	29
44	9	34	51	33	26
45	9	47	55	27	22
46	10	0	59	21	19
47	10	14	3	15	15
48	10	27	7	9	12
49	10	40	11	3	8
50	10	53	14	57	5
51	11	6	18	51	1
52	11	19	22	44	58
53	11	32	26	38	54
54	11	45	30	32	51
55	11	58	34	26	47
56	12	11	38	20	44
57	12	24	42	14	40
58	12	37	46	8	37
59	12	50	50	2	33
60	13	53	3	56	30

Motus anomaliae lunaris in diebus sexagenis & scrupul.: 60 günlük periyotlara ve dakikalara göre Ay ayrıklığının hareketi
Dies: Günler
MOTVS: HAREKETLER

Motus latitudiniuis Lunæ in annis et sexagenis annorum.

Anni	MOTVS				
1	2	28	42	45	17
2	4	57	25	30	34
3	1	26	8	15	52
4	3	54	51	1	9
5	0	23	33	46	26
6	2	52	16	31	44
7	5	20	59	17	1
8	1	49	42	2	18
9	4	18	24	47	36
10	0	47	7	32	53
11	3	15	50	18	10
12	5	44	33	3	28
13	2	13	15	48	45
14	4	41	58	34	2
15	1	10	51	19	20
16	3	39	24	4	37
17	0	8	6	47	54
18	2	36	49	35	12
19	5	5	32	20	29
20	1	34	15	5	46
21	4	2	57	51	4
22	0	31	40	36	21
23	3	0	23	21	38
24	5	29	6	6	56
25	1	57	48	52	13
26	4	26	31	37	30
27	0	55	14	22	48
28	3	23	57	8	5
29	5	52	39	53	22
30	2	21	22	38	40

Anni	MOTVS				
31	4	50	5	23	57
32	1	18	48	9	14
33	3	47	30	54	32
34	0	16	13	39	48
35	2	44	56	25	6
36	5	13	39	10	24
37	1	42	21	55	41
38	4	11	4	40	58
39	0	39	47	26	16
40	3	8	30	11	33
41	5	37	12	56	50
42	2	5	55	42	8
43	4	34	38	27	25
44	1	3	21	12	42
45	3	32	3	58	0
46	0	0	46	43	17
47	2	29	29	28	34
48	4	58	12	13	52
49	1	26	54	59	8
50	3	55	37	44	26
51	0	24	28	29	44
52	2	53	3	15	1
53	5	21	46	0	18
54	1	50	28	45	36
55	4	19	11	30	53
56	0	47	54	16	10
57	3	16	37	1	28
58	5	45	19	46	45
59	2	14	2	32	2
60	4	42	45	17	21

Motus latitudiniuis Lunae in annis et sexagenis annorum: Yıllara ve 60 yıllık periyotlara göre Ay'ın enlem hareketi
Anni: Yıllar
MOTVS: HAREKETLER

Motus latitudinis Lunæ in diebus sexagenis & scrupul. dieru.

Dies	MOTVS				
1	0	13	13	45	39
2	0	26	27	31	18
3	0	39	41	16	58
4	0	52	55	2	37
5	1	6	8	48	16
6	1	19	22	33	56
7	1	32	36	19	35
8	1	45	50	5	14
9	1	59	3	50	54
10	2	12	17	36	33
11	2	25	31	22	13
12	2	38	45	7	52
13	2	51	58	53	31
14	3	5	12	39	11
15	3	18	26	24	50
16	3	31	40	10	29
17	3	44	53	56	9
18	3	58	7	41	48
19	4	11	21	27	28
20	4	24	35	13	7
21	4	37	48	58	46
22	4	51	2	44	26
23	5	4	16	30	5
24	5	17	30	15	44
25	5	30	44	1	24
26	5	43	57	47	3
27	5	57	11	32	43
28	6	10	25	18	22
29	6	23	39	4	1
30	6	36	52	49	41

Dies	MOTVS				
31	6	50	6	35	20
32	7	3	20	20	59
33	7	16	34	6	39
34	7	29	47	52	18
35	7	43	1	37	58
36	7	56	15	23	37
37	8	9	29	9	16
38	8	22	42	54	56
39	8	35	56	40	35
40	8	49	10	26	14
41	9	2	24	11	54
42	9	15	37	57	33
43	9	28	51	43	13
44	9	42	5	28	52
45	9	55	19	14	31
46	10	8	33	0	11
47	10	21	46	45	50
48	10	35	0	31	29
49	10	48	14	17	9
50	11	1	28	2	48
51	11	14	41	48	28
52	11	27	55	34	7
53	11	41	9	19	46
54	11	54	23	5	26
55	12	7	36	51	5
56	12	20	50	36	44
57	12	34	4	22	24
58	12	47	18	8	3
59	13	0	31	53	43
60	13	13	45	39	22

Motus latitudinis Lunae in diebus sexagenis & scrupul. dieru.: 60 günlük periyotlara ve günlerdeki dakikalara göre Ay'ın enlem hareketi
Dies: Günler
MOTVS: HAREKETLER

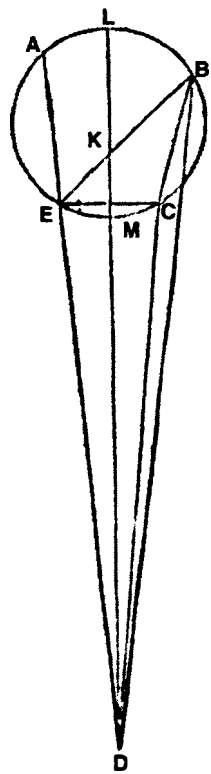
5. Yeniayda ve Dolunayda Gerçekleşen Ay'ın İlk Düzensizliğinin Gösterilmesi

Zamanımızda bilebileceğimiz kadarıyla Ay'ın düzenli hareketlerini ortaya koyduk. Şimdi de dış tekerleme eğrisi sayesinde göstereceğimiz düzensizliğin oranına ve eski matematikçilerin üçlü Ay tutulmalarına dair şaşırtıcı zekâlarını kullanmalarına sebep olan Ay'la Güneş'in kavuşum ve karşı konumlarında beliren ilk düzensizliğe değinmemiz gerekiyor. Ayrıca yine eskiler tarafından bizler için hazırlanan yolu izleyeceğiz; Ptolemaeus tarafından dikkatle gözlenen üç tutulmayı ele alıp bunları, zaten evvelden bahsetmiş olduğumuz düzenli hareketleri kontrol etmek ve doğru bir şekilde ortaya konmuşlar mı diye görmek için yine aynı dikkatle, diğer üç tutulmayla karşılaştıracağız. Bunları açıklarken eskileri taklit ederek Güneş'le Ay'ın ilkbahar ekinoksundan ortalama konumunu düzenli hareketi için kullanacağız; zira ekinoksların düzensiz devinmesinden ötürü oluşan fark, böylesine kısa sürede, hatta 10 yılda bile algılanamaz. Buna uygun olarak Ptolemaeus ilk olarak, Hadrianus'un yönetiminin 17. yılında, Mısır takvimine göre Pauni ayının 20. gününden hemen sonra, İsa'nın doğumundan sonraki 133. yılda, Mayıs'ın 7'sinden önceki[2] yani 6. günündeki tutulmayı ele aldı. Bu bir tam tutulmaydı; tutulma sürecinin ortası İskenderiye'de gece yarısından önceki ilk saatin çeyreğine; Frauenburg'da veya Krakow'da ise takip eden 7. günün gece yarısından bir saat çeyrek dakika öncesine denk geliyordu; Güneş, Boğa'nın 12,25°sinde fakat ortalama harekete göre yine Boğa'nın 12°21′sındaydı. İkinci tutulmanın ise Hadrianus'un yönetiminin 19. yılında, dördüncü Mısır ayı olan Chiach'ın iki günü geçti-

2 Copernicus burada Roma takvimindeki Nonae ölçüsünü kullanmıştır. Nonae Mart, Mayıs, Temmuz ve Ekim'in yedinci, diğer ayların beşinci günüdür.

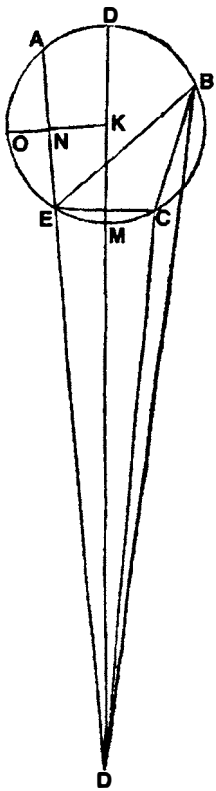
ğinde; İsa'nın doğumundan sonraki 134. yılda, Kasım'ın başlangıcından[3] üç gün önce meydana geldiğini söyler.

Burada çapın kuzeyden itibaren altıda beşini karartan bir tutulma söz konusuydu. Tutulmanın ortası İskenderiye'de gece yarısından önceki bir ekvatoral, Krakow'da yine gece yarısından önceki iki ekvatoral saate denk geliyordu; Güneş de Terazi'nin 25 1/6°sinde fakat ortalama harekete göre yine Terazi'nin 26°43'sındaydı. Üçüncü tutulma ise Hadrianus'un yönetiminin 20. yılında, sekizinci Mısır ayı, yani Pharmuthi'de 19 gün geçtikten sonra, İsa'nın doğumundan sonraki 135. yılda, Mart'ın 6. günü geçtiğinde meydana gelmişti. Ay'ın yine kuzeyden çapının yarısı kadarı gölgede kalmıştı. Tutulmanın ortası İskenderiye'de gece yarısından önceki dört ekvatoral saate, Krakow'da ise yine gece yarısından sonraki üç ekvatoral saate denk geliyor; bu da Mart'ın yedinci gününün sabahı oluyordu.



Bu zamanda Güneş, Balık'ın 14 1/12°sinde fakat ortalama hareketine göre yine Balık'ın 11°44'sında bulunuyordu. Bu durumda anlaşılıyor ki birinci ve ikinci tutulma arasındaki sürede Ay görünen hareketinde, tam çevrimleri saymazsak, Güneş'in görünen hareketi kadar, yani 161°55'; ikinci ve üçüncü tutulma arasındaki sürede ise 138°55' kadar mesafe

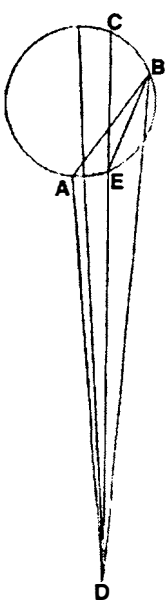
3 Burada Roma takvimindeki Kalendae ölçüsü kullanılmıştır. Kalendae, ayın ilk günüdür.



kat eder. Bu durumda ilk aralıkta görünen zamana göre 1 yıl 166 gün 23,75 saat, düzeltilmiş zamana göre 23,625 saat vardı; ikinci aralıkta ise kabaca 1 yıl 137 gün 5 saat, düzeltilmiş olarak da 5,5 saat vardı. İlk aralık boyunca Güneş'in ve Ay'ın hesaplanan düzenli hareketi, tam çevrimleri saymazsak, 169°37′ olup ayrıklık hareketi de 110°21′ydı; ikinci aralıkta ise benzer şekilde Güneş'in ve Ay'ın düzenli hareketi 137°34′ olup ayrıklık hareketi de 81°36′ydı. Buna göre ilk aralık boyunca dış tekerleme eğrisinin 110°21′sının Ay'ın ortalama hareketinden farkı 7°42′yken ikinci aralıkta dış tekerleme eğrisinin 81°36′sına 1°21′ eklenirdi. Bizden öncekilerin bütün bu anlattıklarına uygun olarak Ay'a özgü bir ABC dış tekerleme eğrisi çizilsin; Ay'ın ilk tutulması A'da, ikincisi B'de ve üçüncüsü de C'de olsun; yukarıdaki tertibe göre Ay'ın geçişinin batıya doğru olduğu anlaşılır. AB yayı 110°21′ya eşit olsun; buna göre çıkarmayla AB yayı 7°42′ya eşit olur; yukarıda da söylediğimiz gibi, BC yayı 81°36′ya eşit olsun, buna göre yapılan eklemeyle BDC 1°21′ olur. Dairenin geri kalan kısmında ise, CA yayı 168°3′ya eşittir; bu, diğer eşitlemeye eklenir, yani CDA yayı 6°21′ olur. Ekliptikte AB yayı 7°42′ya eşit olduğundan, ADB açısı da, iki dik açı 180°yi verirken 7°42′ya eşittir. Fakat ADB açısı, 2 dik açı 360°yi verirken 15°24′ya eşittir. Hem bir çevre açı hem de BDE üçgeninin bir dış açısı olarak AEB açısı 110°21′ya eşittir; buradan hareketle EBD açısı da 94°57′ya eşittir. Fakat

açıları belirlenen üçgenlerin kenarları da belirlenir: O halde üçgeni çevreleyen çemberin çapı 200.000 birimken; DE, 147.396; BE, 26.798 birimdir. Yine, ekliptik üzerinde, AEC yayı 6°21′ya; 2 dik açı 180°yi verirken EDC açısı da 6°21′ya eşittir. Fakat 2 dik açı 360°yi verirken EDC açısı 12°42′ya, AEC açısı 191°57′ya eşittir. Ve ECD açısı, CDE açısının AEC açısından farkına, yani 179°15′ya eşittir. O halde kenarlar belirlenmiş olur: Üçgeni çevreleyen çemberin çapı 200.000 birimken DE, 199.996 birim ve CE 22.120 birimdir. Fakat CE 16.302 birim, DE 147.396 birimken, BE de 26.798 birime eşittir. Yine BEC üçgeninde BE ile EC kenarları belirlenmiş olduğundan ve CEB açısı, 81°36′ya eşit olduğundan BC yayı da 81°36′ya eşittir: Buradan hareketle doğrusal üçgenlerle ilgili kanıtlar yoluyla BC kenarının 17.960 birim olduğu bulunur; fakat dış tekerleme eğrisinin çapı 200.000 birim ve BC yayı, 81°36′ olduğu için, BC kirişi de 130.684 birimdir. Ve belirlenen orana göre ED 1.072.684, CE de 118.637 birim; CE yayı da 72°46′10″dir. Fakat tasarıma göre CEA yayı, 168°3′dır. O halde çıkarmayla EA yayının 95°16′50″; EA kirişinin de 147.786 birim olduğu bulunur. Bu durumda toplamayla, AED çizgisinin de 1.220.470 birim olduğu bulunur. Fakat EA dilimi bir yarım daireden küçük olduğu için, dış tekerleme eğrisinin merkezi onda değil ABCE'de olacaktır. Bu yüzden K merkez olsun ve DMKL her iki apsit boyunca çizilsin ve L en yüksekteki, M de en alçaktaki apsit olsun. Bu durumda Euclides'in üçüncü kitabının XXXVI. bölümünde de gösterildiği gibi AD, DE çarpımı LD, DM çarpımına eşittir. Bu durumda dairenin çapı olan ve kendisine düz bir çizgiyle DM'nin eklendiği LM, K'de kesilir; buna göre LD, DM çarpımı ile KM'nin karesinin toplamı DK'nin karesini verir. O halde KL, 100.000 birimken DK 1.148.556 birimdir; buradan hareketle DKL 100.000 birimken LK 8.706 birimdir ve dış tekerleme eğrisinin yarıçapıdır. Bu belirtildikten sonra KNO, AD'ye dik olarak çizilsin. LK 100.000 bi-

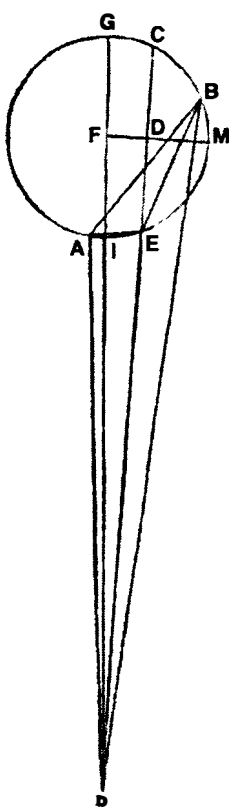
rimken; KD, DE ve EA'nın birbirine oranları bilindiğinden ve NE, AE'nin yarısına, yani 73.893 birime eşit olduğundan, toplamayla DEN 1.146.577 birim olur. Fakat DKN üçgeninde DK ve ND kenarları bilindiğinden ve N açısı 90° olduğundan; merkezde, NKD açısı da MEO yayı da 86°38,5′ olur. Buradan hareketle LAO yayı, 180°nin NEO yayından farkına, yani 93°21,5′ya eşittir. O halde OA yayı, AOE yayının yarısına, yani 47°38,5′ya; LA yayı da LAO yayının O yayından farkına, yani 45°43′ya eşittir; bu, Ay'ın ilk tutulmada dış tekerleme eğrisinin en yüksek apsitten mesafesi ya da ayrıklığın konumudur. Fakat AB yayı, 110°21′ya eşittir.



Buna uygun olarak, çıkarmayla LB yayının 64°38′ olduğu bulunur; bu aynı zamanda ikinci tutulmadaki ayrıklıktır. Toplamayla, üçüncü tutulmanın gerçekleştiği LBC yayının 146°14′ olduğu bulunur. Böylelikle, dört dik açı 360°yi verirken, DKN açısı 86°38,5′ya eşit olduğundan KDN açısının, 90°nin DKN açısından farkına, yani 3°21,5′ya eşit olduğu anlaşılmış olacaktır ve bu, ayrıklığın ilk tutulmada eklediği eşitlemedir. Bu durumda ADB açısı 7°42′ya eşittir; bu yüzden çıkarmayla, LB yayının ikinci tutulmada Ay'ın düzenli hareketinden çıkardığı LDB açısının 4°20,5′ olduğu anlaşılır. Ve BDC açısı 1°21′ya eşit olduğundan, yapılan çıkarmayla CDM açısının 2°49′ya eşit olduğu bulunur; bu, üçüncü tutulmada LBC yayının eksiltici eşitlemesidir. Buna göre Ay'ın, yani K merkezinin ortalama konumu ilk tutulmada Akrep'te 9°53′ydı; zira bunun görünen konumu da Akrep'te 13°15′daydı ve Güneş, Boğa'da çapa göre karşı konumda bulunuyordu. Buna göre Ay'ın ortalama hareketi

ikinci tutulmada Koç'un 29,5°sinde; üçüncü tutulmada ise Başak'ın 17°4′sındaydı. Dahası Ay'ın Güneş'ten düzenli uzaklığı ilk tutulmaya göre 177°33′; ikinci tutulmaya göre 182°47′ ve son olarak üçüncü tutulmaya göre 185°20′ydı. Ptolemaeus'a göre böyleydi; şimdi onun örneğinden hareketle, tarafımızdan dikkatle gözlemlenen Ay'ın üçlü tutulmasını irdeleyelim. İlki İsa'dan sonra 1511 yılında, 6 Ekim'den sonra gerçekleşmişti. Ay, gece yarısından önceki 1,125 saat içinde tutulmaya başladı ve yine gece yarısından sonraki 2,3 saat içinde tümüyle eski haline geri döndü; bu şekilde tutulmanın tam ortası gece yarısından sonraki $^{7}/_{12}$ saate, ertesi günün, yani 7 Ekim'in sabahına denk geldi. Tüm bu tutulma, Güneş Terazi'nin 22°25′sında fakat düzenli hareket Terazi'nin 24°13′sındayken gerçekleşmiş oldu. İkinci tutulmayı İsa'dan sonra 1522 yılının Eylül ayında 5 gün geçtikten sonra gözlemledik. Bu tam bir tutulmaydı ve gece yarısından önceki yarım saatte başladı fakat tam ortası yine 6. günü, yani Eylül'ün 13. gününden önceki 8. günü izleyen gece yarısından sonraki 1,3 saate denk geldi. Güneş, Başak'ın 22,2°sinde fakat düzenli hareketine göre Başak'ın 23°59′sındaydı. Üçüncü tutulmayı ise İsa'dan sonra 1523 yılında, 25 Ağustos'a bağlanan gecede gözlemledik. Tutulma gece yarısından sonraki 2,8 saatte başladı; bir tam tutulmaydı ve ortası Eylül'ün başından itibaren 7. günün öncesindeki gece yarısından sonraki $4^{5}/_{12}$ saate denk geldi. Güneş, Başak'ın 11°21′sındaydı fakat ortalama hareketine göre yine Başak'ın 13°2′sındaydı. Ve burada Güneş ile Ay'ın hakiki konumları arasında ilk tutulmadan ikinci tutulmaya kadarki mesafe 329°47′, ikinciden üçüncüye kadarki mesafe ise 349°9′ydı. Bu durumda ilk tutulmadan ikinci tutulmaya kadar geçen süre, görünen zamana göre 10 eşit yıl 337 gün $^{3}/_{4}$ saat; düzeltilmiş eşit süreye göreyse $^{4}/_{5}$ saatti. İkinci tutulmadan üçüncü tutulmaya kadar geçen süre ise 354 gün 3 saat 5 dakika; eşit süreye göreyse 3 saat 9 dakikaydı. İlk aralık bo-

yunca Güneş ile Ay'ın hesaplanan ortalama hareketi, tüm çevrimler sayılmadan, 334°47′; ayrıklığın hareketi ise 250°36′ydı; düzenli hareketten yaklaşık olarak 5° az; ikinci aralıkta ise Güneş ile Ay'ın ortalama hareketi 346°10′; ayrıklık hareketi ise 306°43′, yani ortalama hareketten 2°59′ fazlaydı. Buna uygun olarak ABC, dış tekerleme eğrisi olsun ve A, ilk tutulmanın; B ikinci tutulmanın, C de üçüncü tutulmanın ortasında Ay'ın konumu olsun. Dış tekerleme eğrisinin hareketinin C'den B'ye, yani yukarıdan batıya ve B'den de A'ya, yani aşağıdan doğuya doğru olduğu anlaşılsın. ACB yayı 250°36′ya eşittir ve söylediğimiz gibi, sürenin ilk aralığı boyunca ortalama hareketten 5° azdır.



Fakat BAC yayı, Ay'ın ortalama hareketinden 2°59′ fazla olan 306°43′ya eşittir; buna uygun olarak yapılan çıkarımla AC yayının 197°19′ olduğu bulunur. Fakat AC yayı, bir yarım çemberden daha büyüktür ve çıkartılacak olandır; en yüksek apsidi de içermek durumundadır. Buna göre en yüksek apsit, bir yarım çemberden daha küçük ve eklenecek olan BA ya da CBA yaylarında olamaz; fakat daha küçük olan hareket yeröteyle belirlenir. O halde D, Dünya'nın merkezine göre karşı konum olarak alınsın ve AD, DB, DEC, AB, AE ve EB de eklensin. Bu durumda DBE üçgeninde CEB dış açısı 53°17′dır; zira CEB açısı CB yayını keser ve CB yayı da 360°nin BAC yayından farkına eşittir. BDE merkez

açısı 2°59′, BDE çevre açısı 5°58′ olduğundan, bu durumda çıkarma işlemiyle EBD açısı 47°19′ya; bu nedenle üçgenin çevreleyen çemberin yarıçapı 10.000 birimken BE kenarı 1042; DE kenarı da 8024 birime eşit olur. Benzer şekilde çemberin AC yayındaki AEC açısı 197°19′, merkezdeki ADC açısı 2°1′; fakat ADC çevre açısı 4°2′dır; bu durumda çıkarma işlemiyle iki dik açının 360°yi verdiği durumda DAE açısı, 193°17′dır. Buna göre ADE üçgenini çevreleyen çemberin yarıçapı 10.000 birimken kenarlar da bulunur: AE, 702; DE, 19.805 birimdir; fakat DE, 8024; AE, 283 birimken; BE 1042 birimdir. Buna göre bir kez daha, AE ve EB kenarlarının belirlediği ABE üçgenini elde etmiş olacağız ve AEB açısı, iki dik açı 360°yi verirken, 250°36′dır. Düzlem üçgenlerle ilgili olarak da gösterdiğimiz gibi, EB 1042 birimken, AB 1227 birimdir. O halde bu yolla AB, EB ve ED çizgilerinin oranını buluruz ve buradan hareketle dış tekerleme eğrisinin yarıçapının 10.000 olduğu durumda AB kirişi 16.323; ED 106.751 ve EB kirişi 13.853 birimdir. Bu nedenle EB yayı, 87°41′ya ve EBC yayı, EB yayıyla BC yayının toplamına, yani 140°58′ya; CE kirişi, 18.851 birime eşittir. Toplamayla CED de 125.602 birime eşittir. Bu durumda dış tekerleme eğrisinin merkezi ortaya konsun; bir yarım çemberden daha büyük olduğu için kaçınılmaz olarak EAC dilimine inecektir. F de merkez olsun ve DIFG en alçağı I, en yükseği G olan apsitlerin ikisinden de geçecek şekilde düz bir çizgiyle uzatılsın. Yine açıktır ki; CD, DE çarpımı GD, DI çarpımına eşittir. Fakat GD, DI çarpımıyla FI'nın karesinin toplamı DF'nin karesini verir. Buna göre FG 10.000 birimken, DIF 116.226 birimdir. Buna göre DF 100.000 birimken FG 8604 birimdir. Bu bulduğumuz da Ptolemaeus'tan beri öncüllerimizin çoğu tarafından kaydedilmiş bilgilere uygundur. Bu durumda FL, F merkezinden EC'ye dik olarak çizilsin ve FLM düz çizgisiyle uzatılsın; böylece I noktasında CE'yi kesecektir. Buna göre ED çizgi-

si, 106.751 birimken CE'nin yarısı LE'ye, o da 9426 birime eşittir; o halde yapılan eklemeyle FG 10.000, DF 116.226 birimken, DEL'nin 116.177 birim olduğu bulunur. O halde DFL üçgeninde DF ve DL kenarları belirlenir; DFL açısı, 88°21′dır; çıkarmayla FDL açısı 1°39′ ve benzer şekilde IEM yayı 88°21′ ve MC yayı EBC yayının yarısı, yani 70°29′ olarak bulunur. Buna göre yapılan toplamayla IMC yayının 158°50′, GC yayının da 180°nin IMC yayından farkına, yani 21°10′ya eşit olduğu bulunur. Bu aynı zamanda Ay'ın dış tekerleme eğrisinin yerötesinden uzaklığı ya da üçüncü tutulmada ayrıklığın konumudur. İkinci tutulmada IDB açısı, 4°38′dır; bu yine eksiltici eşitlemedir; zira IDB açısı, GDC ile CDB açılarının toplamına, yani 1°39′ ile 2°59′nın toplamına eşittir. Ve buna uygun olarak ADI açısı, ADB açısının IDB açısından farkına, yani 5°nin 4°38′dan farkı olan 22′ya eşittir; bu da ilk tutulmada düzenli hareketete eklenir. Bu nedenle Ay'ın ilk tutulmadaki düzenli hareketinin konumu Koç'un 22°3′sında; görünen hareketin konumu ise 22°25′daydı; Güneş de Terazi'nin aynı derecesinde, karşı konumdaydı. Bu yolla aynı zamanda Ay'ın ikinci tutulmadaki ortalama konumu Balık'ın 26°50′sında, üçüncü tutulmada ise yine Balık'ın 13°sindeydi ve ortalama konumu Dünya'nın yıllık hareketinden ayıran ortalama Ay hareketi ilk tutulmada 177°50′da, ikinci tutulmada 182°51′da, üçüncü tutulmada ise 179°58′daydı.

6. Ay'ın Boylamdaki Ayrıklık Hareketlerine Dair Yapılan Açıklamaların Doğrulanması

Dahası, Ay tutulmalarına dair ortaya konan tüm bu bilgiler sayesinde Ay'ın düzenli hareketlerine dair anlattıklarımızı da doğru bir şekilde kontrol etmek mümkün olacaktır. Buna göre iki tutulmadan ikincisinde Ay'ın Güneş'ten uzaklığının 182°47′, ayrıklık hareketinin ise 64°38′ olduğu gös-

terilmişti; oysa zamanımızda gerçekleşen iki tutulmadan ikincisinde Ay'ın Güneş'ten hareketi 182°51′; ayrıklık hareketi ise 74°27′ydı. Aradaki zaman diliminde 17.166 tam ay, 4′lık hareket ve tüm çevrimler sayılmadan, 9°49′lık ayrıklık hareketi bulunduğu açıktır. Bu durumda Hadrianus'un[4] 19. yılında, Mısır ayı Chiach'ın 2. gününü 3. gününe bağlayan gece yarısından 2 saat önce gerçekleşen tutulma ile İsa'nın doğumunun 1522. yılında, Eylül ayının 5'inde, gece yarısından sonraki 1 1/3 saatte gerçekleşen tutulma arasında, görünen zamana göre 1388 Mısır yılı 302 gün 3 1/3 saat, düzeltilmiş haline göreyse gece yarısından sonra 3 saat 34 dakika fark vardır. Ptolemaeus ile Hipparchus'a göre eşit ayların toplam 17.165 deviniminden sonraki zamanda Güneş'ten itibaren hareket 359°38′ydı. Ayrıklık hareketi Hipparchus'a göre 9°39′yken, Ptolemaeus'a göre 9°11′ydı. Buna uygun olarak Hipparchus ile Ptolemaeus tarafından hesaplanan Ay'ın Güneş'ten hareketi 26′, yine Hipparchus ile Ptolemaeus tarafından hesap edilen ayrıklık hareketi 38′ eksiktir. Bu dakikalar bizim gözlemlediğimiz hareketlerde artış göstermekle birlikte, ortaya koymuş olduğumuz rakamlarla da bağdaşır.

7. Ay'ın Boylamdaki ve Ayrıklıktaki Konumları Üzerine

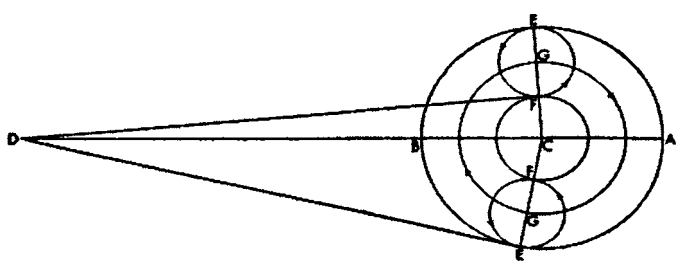
Burada, yukarıda olduğu gibi, bunlardan bahsedeceğiz ve olimpiyatların takvim yıllarındaki, İskender'in, Caesar'ın, İsa'nın ya da dilenen başka birinin yıllarındaki ilan edilen başlangıçlara göre konumları belirleyeceğiz. O halde eski tutulmalardan Hadrianus'un 19. yılında, Mısır ayı olan Chiach'ın 2. gününde, İskenderiye'de gece yarısından önceki bir ekvatoral saatte; buna karşılık bize göre Krakow meridyeni-

4 Publius Aelius Traianus Hadrianus (MS 76-138): MS 117-138 yılları arasında Roma imparatoru.

nin altında gece yarısından önceki iki saatte beliren ikincisine bakarsak, İsa takviminin başlangıcından bu harekete kadar 133 Mısır yılı 325 gün ve kabaca 22 saat; fakat düzeltilmiş haline göre 21 saat 37 dakika vardır. Hesabımıza göre Ay'ın bu zaman boyunca süren hareketi 332°49′; ayrıklık hareketi ise 217°32′ydı. Tutulma hususunda elde edilen bulgulardan çıkarıldıklarında, her biri için İsa takviminin başlangıcında, Ocak ayının ilk gününden önceki gece yarısında, Ay'ın Güneş'ten ortalama konumu olarak 209°58′; ayrıklık konumu olarak ise 207°7′ elde edilir. Yine 1. olimpiyattan İsa takviminin başlangıcına kadar 193 olimpiyat, 2 yıl 194,5 gün, yani 775 Mısır yılı 12,5 gün; fakat düzeltilmiş haline göre 12 saat 11 dakika vardır. Benzer şekilde İskender'in ölümünden İsa'nın doğumuna kadar görünen zamana göre 323 Mısır yılı 130,5 gün olduğunu bulmuşlardı; fakat bu, düzeltilmiş haline göre 12 saat 16 dakikaydı. Ve Caesar'dan İsa'ya kadar 45 Mısır yılı 12 gün vardır ve burada eşit ve görünen zamanın oranları uyumludur. Buna uygun olarak İsa'nın doğumundaki konumlarından itibaren geçen süredeki hareketleri, teker teker çıkarırsak, 1. olimpiyattaki Hekatombaion ayının ilk gününün öğle vakti için Ay'ın Güneş'ten düzenli uzaklığının 39°43′; ayrıklık uzaklığının ise 46°20′ olduğunu buluruz. İskender yıllarının başlangıcında, Thoth ayının ilk gününün öğle vaktinde Ay, Güneş'ten 310°44′ uzaktaydı; ayrıklık hareketi de 85°41′ydı. Julius Caesar takviminin başında, Ocak ayının başlangıcından önceki gece yarısında Ay, Güneş'ten 350°39′ uzaktaydı ve ayrıklık hareketi 17°58′ydı. Bütün bunlar Krakow'un bulunduğu meridyene göredir. Her iki konumda gözlemlenen Güneş ile Ay tutulmalarının aynı zamanda gerçekleşmesinin de bize öğrettiği gibi çoğu kere gözlemlerimizi gerçekleştirdiğimiz Vistula nehrinin ağzının konumlandığı Frauenburg ve antik dönemde Epidamnum denilen Makedonya'daki Dyrrhachium da yine bu meridyendedir.

8. Ay'ın İkinci Düzensizliği ve İlk Dış Tekerleme Eğrisinin İkincisine Oranı

Sonuç olarak bu şekilde Ay'ın ilk düzensizliğiyle birlikte düzenli hareketi de gösterilmiş oldu. Şimdi ilk dış tekerleme eğrisinin ikinci dış tekerleme eğrisine ve her ikisinin Dünya'nın merkezinin uzaklığına oranını inceleyelim. Fakat söylediğimiz gibi, düzenli ve görünen hareket arasındaki en büyük fark, yarımay büyürken ya da küçülürken, ortalama dördünde bulunur; bu da, eskilerin kayıtlarındaki gözlemlere göre $7^2/_3°$ kadardır. Eskiler, yarımayın neredeyse dış tekerleme eğrisinin ortalama mesafesine vardığı ve Dünya'nın merkezinden geçen teğetin etrafında gezindiği zamanın gözlemlerini gerçekleştiriyordu; bu, yukarıda yaptığımız hesap sayesinde kolayca anlaşılabilir. O vakitler Ay, doğuşundan veya batışından ölçülen ekliptiğin 90°si civarında olduğundan, paralaksın boylamın hareketine hata ekleyebileceğinin farkındaydılar. Zira bu zamanda ufkun tepe açısından geçen çember ekliptiği dik olarak böler ve boylamda herhangi bir paralaksa yol açmaz; paralaks tümüyle enleme iner. Eskiler *astrolabium* sayesinde Ay'ın Güneş'e göre konumunu da belirlemiştir. Karşılaştırma yaptıklarında, Ay'ın düzenli hareketinden, söylediğimiz gibi, 5° değil de $7^2/_3°$ kadar farklı olduğu bulunmuştur. Buna göre bir AB dış tekerleme eğrisi çizilsin, C de merkezi olsun. Dünya'nın merkezi D olsun ve ondan DBCA düz çizgisi uzatılsın.



Dış tekerleme eğrisinin yerötesi A, yerberisi B olsun ve dış tekerleme eğrisine teğet olarak DE çizilsin; CE de eklensin. Buna göre en büyük eşitleme teğette ve 7°40′ olduğundan, buradan hareketle BDE açısı, 7°40′, CED açısı ise 90°dir. AB dairesinin teğet noktasında bulunduğundan CE, CD yarıçapı 10.000 birimken, 1334 birimdir. Fakat dolunayda bu daha kısaydı, yani CE yaklaşık 860 birimdi. Yine CE kesilsin ve CF 860 birim olsun. Yeniayın ve dolunayın bulunacağı F noktası aynı merkezin etrafında çember çizmiş olacaktır; buna göre çıkarmayla FE 474 birim olup ikinci dış tekerleme eğrisinin de çapıdır. FE, G merkezinde ikiye bölünsün ve toplamayla CFG 1097 birim ve aynı zamanda ikinci dış tekerleme eğrisinin merkezinin çizdiği çemberin yarıçapı olacaktır. Buna göre, CG'nin GE'ye oranı, CD 10.000 birimken, 1097 birimin 237 birime oranına eşit olur.

9. Ay'ın, Dış Tekerleme Eğrisinin En Yüksek Apsidinden İtibaren Düzensiz Hareket Ediyor Gibi Görünmesinden Doğan Diğer Fark Üzerine

Bu mantıkla Ay'ın ilk dış tekerleme eğrisinde nasıl hareket ettiği ve yarımay boynuz ya da kambur şeklinde olduğunda en büyük farklılığın nasıl oluştuğu anlaşılmış olur. Bir kere daha, AB, ikinci dış tekerleme eğrisinin merkezinin ortalama hareket boyunca çizdiği ilk dış tekerleme eğrisi; C bunun merkezi, A en yüksek apsidi, B de en alçak apsidi olsun.

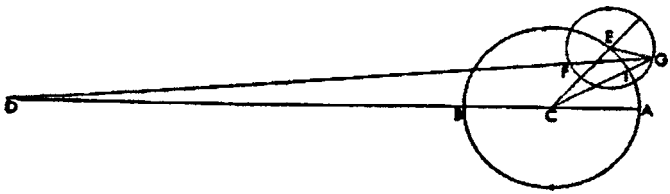


E, yaydaki herhangi bir nokta olarak alınsın ve CE eklensin. Bu durumda CE'nin EF'ye oranı da, 1097 birimin 237 birime oranına eşit olur. Yarıçapı EF olan ikinci dış tekerleme eğrisi E merkezi etrafında çizilsin. Ve CL ile CM düz çizgileri, her iki kenarda ikinci dış tekerleme eğrisine teğet olsun. Küçük dış tekerleme eğrisinin hareketi, A'dan E'ye, yani yukarıdan batıya doğru; Ay'ın hareketi ise F'den L'ye, yani yine batıya doğru olsun. Buna göre AE hareketi düzenli olduğundan, ikinci dış tekerleme eğrisi FL hareketinin etkisiyle EL yayını düzenli harekete ekler, MF'nin etkisiyle de düzenli hareketten çıkartır. Fakat CEL üçgeninde L açısı 90°, CE 1097 birimken, EL 237 birim olduğundan; CE 10.000 birimken, EL 2160 birimdir. Tabloya göre EL, ECL'nin iki katını ayıran kirişin yarısına eşittir. Ve ECL açısı da MCF açısına eşittir; zira üçgenler benzer ve eşittir. Bu Ay'ın, ilk dış tekerleme eğrisinin en yüksek apsidinden hareketinde değişkenlik gösterdiği en büyük farktır ve Ay'ın ortalama hareketiyle Dünya'nın ortalama hareketinin çizgisinin her iki yanındaki mesafe 38°46′ olduğunda belirir. Ve böylece bu, en büyük eşitlemelerin Güneş'le Ay arasında 38°46′lık ortalama mesafede ve ortalama karşılaşmanın her iki yanındaki aynı mesafede oluşmasını tam anlamıyla açığa kavuşturmuş olur.

10. Ay'ın, Görünen Hareketi Düzenli Hareketlerle Nasıl Gösterilir?

Bütün bunlar görüldükten sonra, artık şemalar yardımıyla Ay'ın düzenli ve görünen hareketlerinin bizden öncekiler tarafından gösterilen Ay hareketlerinden nasıl farklı olduğunu, örneğimizi Hipparchus'un gözlemleri arasından alarak göstermek istiyoruz; bu yolla kuramımız aynı zamanda deneyle de onaylanmış olacak. Buna uygun olarak İskender'in ölümünden sonraki 197. yılda, Mısır tak-

vimindeki 10. ay olan Pauni'nin 17. gününde Rhodos'ta 9 1/3 saat geçtikten sonra Hipparchus, *astrolabium*la gerçekleştirdiği Güneş'le Ay gözleminde aradaki mesafenin 48°6′ olduğunu bulmuştu; ayrıca Ay, Güneş'in doğusundaydı. Hipparchus, Güneş'in konumunun, Yengeç'in 10 9/10°sinde olduğunu düşündüğünden, Ay da Aslan'ın 29°sinde olmalıydı. Bu zamanda Akrep'in 29°si yükseliyordu ve Başak'ın 10°si, 36° kuzey enlemindeki Rhodos üzerinde, göğün ortasındaydı. Bu bilgiye göre, meridyenden ekliptiğin 90°sinde konumlanan Ay, yine bu zamanda görünürde ya da boylamda fark edilmeyen herhangi bir paralaksa yol açmamıştır. Fakat bu gözlem, 17. günün öğle vaktinden sonraki, Rhodos'ta 4 ekvatoral saate denk gelen 3 1/3 saatte yapılmıştı; bu, Krakow'da, Rhodos'u İskenderiye'den bize 60'ta 1'i kadar daha yakın kılan mesafeye uygun olarak öğlen vaktinden sonraki 3 1/6 ekvatoral saate denk geliyordu. Buna göre İskender'in ölümünden itibaren kabaca 196 yıl 286 gün 3 1/6 saat; fakat eşit zamana göre 3 1/3 saat geçmişti. Bu zamanda Güneş, ortalama hareketine göre Yengeç'in 12°3′sına; görünen hareketine göreyse yine Yengeç'in 10°40′sına varmıştı; bu yüzden Ay, gerçekte Aslan'ın 28°37′sında görünmüştü. Fakat aylık devinimine göre Ay'ın düzenli hareketi 45°9′daydı ve ayrıklık hareketi hesaplarımıza göre en yüksek apsitten 333° uzaklıktaydı. Bizden evvel ortaya konan bu örneğe uygun olarak ilkin AB dış tekerleme eğrisini çizelim. C merkezi, ACB çapı olsun; yine ACB, ABD gibi, düz bir çizgiyle Dünya'nın merkezine uzatılsın. Dış tekerleme eğrisinde, ABE yayı 333° olsun. CE de eklensin ve yine F de kesilsin; öyle ki EC, 1097 birimken, EF 237 birim olur. Merkezi E, yarıçapı EF olan dış tekerleme eğrisinin dış tekerleme eğrisi çizilsin. Ay, G noktasında olsun; FG yayı da Güneş'ten düzenli hareketin, 45°9′nın iki katı kadar, yani 90°18′ olsun. CG, EG ve DG de eklensin.

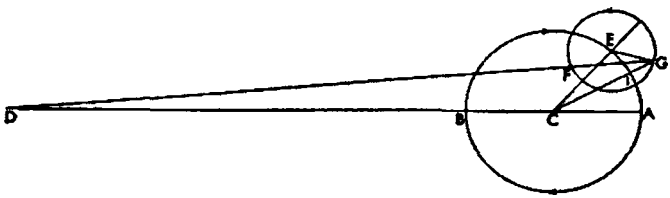


Buna göre CEG üçgeninde iki kenar bulunmuş olur; CE 1097 birime, EG ise EF'ye, yani 237 birime, GEC açısı da 90°18′ya eşit olur; buna göre düzlem üçgenlerde gösterdiğimiz gibi CG kenarı 1123 birim, ECG açısı ise 12°11′dır. Bu sayede EI yayı hesaplanır, ayrıklık sayesinde de eklenecek eşitleme bulunur ve toplamayla ABEI yayı 345°11′ olur. Çıkarmayla GCE açısı 14°49′ olup bu, Ay'ın dış tekerleme eğrisinin en yüksek apsidinden hakiki mesafesidir; BCG açısı da 165°11′dır. Böylece GDC üçgeninde iki kenar da belirlenmiş olur; CD 10.000 birimken, GC 1123 birim; GCD açısı ise 165°11′dır. Buradan hareketle CDG açısı 1°29′ olup bu, aynı zamanda Ay'ın ortalama hareketine eklenen eşitlemedir. Buna göre Ay'ın, Güneş'in ortalama hareketinden hakiki mesafesi 46°34′, görünen konumu ise Aslan'ın 28°37′sında olup Güneş'in hakiki konumundan 47°57′ uzaklıktadır. Hipparchus'un gözlemine göre burada 9′lık bir eksiklik söz konusudur. Her ne kadar küçük bir fark söz konusuysa da Hipparchus'un ya da bizim incelememizin hatalı olduğunun düşünülmemesi gerekir; yine de onun ya da bizim herhangi bir hata yapmadığımızı, aksine bunların olması gerekenler olduğunu göstereceğiz. Ay'ın izlediği yörüngenin eğik olduğunu hatırlarsak; onun ekliptikte, özellikle de enlemin güney ve kuzey sınırları arasında uzanan ortalama konumların etrafında, doğal günün düzensizliğiyle ilgili olarak açıkladığımız gibi, eğik ekliptikle ekvator arasındaki gibi hemen hemen aynı yolda, bir tür boylamsal düzensizlik yaratmış olduğunu da kabul edece-

ğiz. Böylece Ptolemaeus'un ekliptikle eğimli olduğunu kaydettiği oranları Ay'ın yörünge çemberine aktarırsak, oranların bu konumlarda ekliptikle alakalı olarak boylamda 7′lık bir farka –iki katı da 14′dır– neden olduğunu buluruz; fark orantılı olarak artıp azalmaktadır; zira Güneş ve Ay, bir dairenin çeyrekleri olarak birbirinden uzaktadır. Kuzey ve güney enlem sınırı onların ortasında bir konumda yer alırsa, ekliptikte kesilen yay, Ay çemberinin bir çeyreğinden 14′ kadar büyük olacaktır; diğer taraftan ekliptik kesitlerinin böldüğü öteki çeyreklerde ekliptiğin kutuplarından geçen daireler bir çeyrekten çok daha küçük bir yayı keser. Günümüzdeki durum için de bu geçerlidir. Ay, enlemin güney sınırı ile yenilerin *Ejderha'nın Başı* dediği yükselen ekliptik kesiti arasındaki ortalama konumun civarında yer aldığından, Güneş de *kuyruk* denilen alçalan ekliptik kesitinden geçmiş olmalıdır; Ay'ın kendi yörünge çemberindeki 47°57′lık mesafesi ekliptiğe uyarlandığında, batıda alçalmakta olan Güneş'in hareketinin yol açtığı görünürdeki eksiltici paralaks dışında, en az 7′ kadarlık artışın gerçekleşmesi şaşırtıcı değildir. Paralakslarla ilgili açıklamamızda bütün bu hususlara çok daha ayrıntılı bir şekilde değineceğiz. Ve böylece, Hipparchus'un alet yardımıyla 48°6′ olduğunu tespit ettiği ışık saçan cisimlerin mesafesi, bizim hesabımıza kusursuz bir şekilde uymaktadır.

11. Ay'a Özgü Eşitlemeler ya da Eşit Dağılımlar Tablosunun Açıklanması

Buna göre Ay'ın hareketlerini saptama yolunun şu örnekten genel hatlarıyla anlaşılabileceğini düşünüyorum; zira CEG üçgeninde GE ve CE kenarları her daim aynı kalır. Fakat sürekli değişen saptanmış GEC açısına göre geri kalan GC kenarını ayrıklığın düzeltilmesinde kullanılan eşitleme olarak ECG açısıyla birlikte saptarız.



Daha sonra CDG üçgeninde DC ve GC kenarları DCG açısıyla birlikte hesaplandığından, aynı şekilde Dünya'nın merkezinde D açısı –hakiki ve görünen hareket arasındaki açısal fark– ortaya çıkmış olur. Bütün bu veriler hazır olduğuna göre, altı sütundan oluşan bir eşitlemeler tablosu oluşturacağız. Daireye ait rakamlardan oluşan iki sütundan sonraki sütunda küçük dış tekerleme eğrisinden kaynaklanan ve iki aylık devinime uygun, ilk dış tekerleme eğrisinin düzenli hareketinden farklı eşitlemeler yer alacak. Sonraki dördüncü sütunu oluşan zaman için boş bırakıp evvela beşinci sütunu, Güneş'le Ay'ın ortalama karşı konumları ve kavuşumlarında beliren daha büyük –en büyüğü 4°56′dır– ve ilk dış tekerleme eğrisinin neden olduğu eşitlemelerle dolduracağız. Sonraki sütunda, yarımayda beliren eşitlemelerin önceki eşitlemeleri aştığı; en büyük aşımın da 2°44′ olduğu sayılar yer alacak. Fakat diğer aşımlar da değerlendirilebilsin diye orantılı dakikalar hesaplandı ve bu onların oranıdır. Buna göre küçük dış tekerleme eğrisinin teğet noktasında beliren diğer aşımlarla alakalı olarak 60 dakika için 2°44′yı alırız. Bu yolla, aynı örneğe göre CD 10.000 birimken, CG 1123 birimdir. Ve bu, küçük dış tekerleme eğrisinin teğet noktasında en büyük eşitlemenin 6°29′ olmasını sağlar; bu, ilk eşitlemeden 1°33′ kadar fazladır. Fakat 2°44′nın 1°33′ya oranı, 60′nın 34′ya oranına eşittir; böylece 90°18′lık yaya tekabül eden aşıma göre küçük dış tekerleme eğrisinin yarım çemberinde beliren aşımın oranını elde etmiş oluruz. O halde tablonun bu bölümünde 90°ye tekabül eden 34 dakikayı kullanacağız.

Bu şekilde tabloda işlenen yaylarla orantılı dakikaları bulmuş, dördüncü sütuna yerleştirmiş olacağız. Son olarak son sütuna kuzey ve güney enleminin derecelerini ekleyip aşağıda onlardan da bahsedeceğiz. Çalışmamızın yararlı ve kullanıma uygun olması hedefi bütün bu verileri bu sıraya koymamızı gerektirdi.

12. Ay'ın Rotasının Hesaplanması Üzerine

Buna göre Ay'ın görünen hareketini hesaplama yöntemi şu ana kadar gösterildiği ve aşağıda gösterileceği gibi açıktır. Bize önerilen aradığımız Ay konumunun zamanını eşit zamana uyarlayacağız. Bu zamanın yardımıyla, İsa takviminden ya da saptanan başka bir başlangıçtan itibaren Güneş'le ilgili olarak yaptığımız gibi, sonunda tanımlayacağımız enlemin, ayrıklığın ve boylamın ortalama hareketlerinin gelişimini izleyeceğiz ve bizden önceki bir zamanda belirlenen tekil hareketlerin konumlarını açıklayacağız. Daha sonra tabloda Ay'ın düzenli boylamının iki katını ya da Güneş'ten açısal mesafesinin yine iki katını ve üçüncü sütunda bulunan eşitlemesini arayıp sonraki sütunda bulunan orantılı dakikaları kaydedeceğiz. Buna göre tabloya girdiğimiz rakam birinci sütunda bulunuyorsa ya da 180°den küçükse, eşitlemeyi Ay ayrıklığına ekleyeceğiz; fakat 180°den büyükse ya da ikinci sütunda yer alıyorsa eşitlemeyi aynı ayrıklıktan çıkaracağız. Böylece Ay'ın düzeltilmiş ayrıklığını ve en yüksek apsitten hakiki açısal mesafesini elde etmiş olacağız; bu mesafeyi tekrar tabloya girerek beşinci sütunda ilgili eşitlemeyi saptayacağız ve ikinci dış tekerleme eğrisinin eşitlemeye eklediği altıncı sütundaki aşımı ve ilk dış tekerleme eğrisini saptayacağız. 60 dakikalık orana uygun olarak alınan bu aşımın orantılı bölümü her daim bu eşitlemeye eklenir. Düzeltilen ayrıklık 180°den ya da bir yarım daireden küçük olursa, toplam boylamın ya da enlemin ortalama hareketinden çıkarı-

Tabula prosthaphæreſium Lunarium.

Numeri communes,		Epicycli b prostha phæreſ.		ꝑportio.	Epicycli a pstha. phæreſ.		Exceſſꝰ		Latitudinis partes Bor.	
Gra.	Gra.	gra:	ſcr.	ſcr.	gra.	ſcr.	gra.	ſcr.	gra.	ſcr.
3	357	0	51	0	0	14	0	7	4	59
6	354	1	40	0	0	28	0	14	4	58
9	351	2	28	1	0	43	0	21	4	56
12	348	3	15	1	0	57	0	28	4	53
15	345	4	1	2	1	11	0	35	4	50
18	342	4	47	3	1	24	0	43	4	45
21	339	5	31	3	1	38	0	50	4	40
24	336	6	13	4	1	51	0	56	4	34
27	333	6	54	5	2	5	1	4	4	27
30	330	7	34	5	2	17	1	12	4	20
33	327	8	10	6	2	30	1	18	4	12
36	324	8	44	7	2	42	1	25	4	3
39	321	9	16	8	2	54	1	30	3	53
42	318	9	47	10	3	6	1	37	3	43
45	315	10	14	11	3	17	1	42	3	32
48	312	10	30	12	3	27	1	48	3	20
51	309	11	0	13	3	38	1	52	3	8
54	306	11	21	15	3	47	1	57	2	56
57	303	11	38	16	3	56	2	2	2	44
60	300	11	50	18	4	5	2	6	2	30
63	297	12	2	19	4	13	2	10	2	16
66	294	12	12	21	4	20	2	15	2	2
69	291	12	18	22	4	27	2	18	1	47
72	288	12	23	24	4	33	2	21	1	33
75	285	12	27	25	4	39	2	25	1	18
78	282	12	28	27	4	43	2	28	1	2
81	279	12	26	28	4	47	2	30	0	47
84	276	12	23	30	4	51	2	34	0	31
87	273	12	17	32	4	53	2	37	0	16
90	270	12	12	34	4	55	2	40	0	0

Tabula prosthaphaeresium Lunarium: Ay eşitlemeleri tablosu
Numeri communes: Genel sayılar
Epicycli prosthaphaeres.: Dış tekerleme eğrisi eşitlemeleri
pportio.: Oranlar
Excess.: Aşımlar
Latitudinis partes Bor.: Kuzey enleminde kere
Gra.: Derece
Scr.: Dakika

Tabula proſthaphæreſium Lunarium.

Numeri communes.		Epicycli b proſthaphæreſ.		ꝑ portio.	Epicycli a ꝑſthaphæreſ.		Exceſſus		Latitudinis partes Auſt.	
Gra.	Gra.	gra:	ſcr.	ſcr.	gra.	ſcr.	gra.	ſcr.	gra.	ſcr.
93	267	12	3	35	4	56	2	42	0	16
96	264	11	53	37	4	56	2	42	0	31
99	261	11	41	38	4	55	2	43	0	47
102	258	11	27	39	4	54	2	43	1	2
105	255	11	10	41	4	51	2	44	1	18
108	252	10	52	42	4	48	2	44	1	33
111	249	10	35	43	4	44	2	43	1	47
114	246	10	17	45	4	39	2	41	2	2
117	243	9	57	46	4	34	2	38	2	16
120	240	9	35	47	4	27	2	35	2	30
123	237	9	13	48	4	20	2	31	2	44
126	234	8	50	49	4	11	2	27	2	56
129	231	8	25	50	4	2	2	22	3	9
132	228	7	59	51	3	53	2	18	3	21
135	225	7	33	52	3	42	2	13	3	32
138	222	7	7	53	3	31	2	8	3	43
141	219	6	38	54	3	19	2	1	3	53
144	216	6	9	55	3	7	1	53	4	3
147	213	5	40	56	2	53	1	46	4	12
150	210	5	11	57	2	40	1	37	4	20
153	107	4	42	57	2	25	1	28	4	27
156	204	4	11	58	2	10	1	20	4	34
159	201	3	41	58	1	55	1	12	4	40
162	198	3	10	59	1	39	1	4	4	45
165	195	2	39	59	1	23	0	53	4	50
168	192	2	7	59	1	7	0	43	4	53
171	189	1	36	60	0	51	0	33	4	56
174	186	1	4	60	0	34	0	22	4	58
177	183	0	32	60	0	17	0	11	4	59
180	180	0	0	60	0	0	0	0	5	0

Tabula prosthaphaeresium Lunarium: Ay eşitlemeleri tablosu
Numeri communes: Genel sayılar
Epicycli prosthaphaeres.: Dış tekerleme eğrisi eşitlemeleri
pportio.: Oranlar
Excess.: Aşımlar
Latitudinis partes Bor.: Kuzey enleminde kere
Gra.: Derece
Scr.: Dakika

lır; ayrıklık büyük olursa bu sefer eklenir. Bu şekilde Ay'ın, Güneş'in ortalama konumundan hakiki mesafesini ve enlemin düzeltilmiş hareketini elde ederiz. O halde Ay'ın hakiki konumu, ya Güneş'in basit hareketinde Koç'un ilk yıldızından mesafesi ya da devinmenin eklenmesi veyahut bileşik harekette ilkbahar ekinoksundan mesafesi ile bulunmuş olacaktır. En nihayetinde enlemdeki düzeltilmiş hareket sayesinde tablonun yedinci yani sonuncu bölümünde Ay'ın ekliptikten mesafesini veren enlemin derecelerini elde etmiş oluruz. Enlemin hareketi tablonun ilk bölümünde bulunduğunda, yani 90°den küçük ya da 270°den büyükse, enlem kuzeyde; aksi durumda güneyde olacaktır. Buna göre Ay da kuzeyden 180°ye iniyor olacaktır ve daha sonra dairenin geri kalan kısmını tamamlayana dek güney sınırından yükselecektir. O halde Dünya'nın rotası nasıl Güneş'in etrafındaysa Ay'ın görünen rotası da Dünya'nın merkezinin etrafında yer alır.

13. Ay Enleminin Hareketi Nasıl Araştırılır ve Gösterilir?

Şimdi de Ay hareketinin enlemdeki oranını saptamamız gerekir; fakat bunun anlaşılması, beraberindeki ayrıntılarla birlikte oldukça karmaşık olduğundan, daha zor görünüyor. Daha önce de dediğimiz gibi, Ay'ın iki dış tekerleme eğrisi her haliyle birbirine benzer ve eşit olsaydı, yani gölgede kalan kısımlar kuzeye ve güneye göre aynı konumda ve aynı yükselen ve alçalan ekliptik kesitinde olsaydı; Dünya'dan ya da en yüksek apsitten uzaklığı da aynı olurdu; zira Ay'ın bu düzende tüm enlem çemberlerini hakiki hareketle tamamladığı anlaşılır. Buna göre Dünya'nın gölgesi konik olduğundan ve bir dik koni tabanına paralel bir düzlemle kesilirse, kesit, daha küçük bir çemberdir ve tabandan daha uzak mesafede, daha büyük bir daireyse tabandan daha yakın mesafededir; eşit mesafede ise benzer şekilde eşittir. Ve buna göre Ay, Dünya'dan eşit uzaklıklardayken, eşit gölge çemberleri kat eder

ve görüş açımıza eşit diskler sokar. Buradan hareketle Ay, gölgenin merkezinden eşit uzaklığa göre aynı yönde eşit parçalarla görünerek eşit enlemlerden emin olmamızı sağlar; Ay, bu enlemlerden kaçınılmaz olarak ilk konumuna geri döner ve artık aynı ekliptik düğümünden, eşit bir aralık kadar uzaktadır. Fakat bu, özellikle konum bu koşullardan ikisini yerine getirdiğinde geçerlidir. Buna göre Ay'ın Dünya'ya yaklaşması ya da ondan uzaklaşması gölgenin toplam büyüklüğünü, neredeyse hiç anlaşılmayacak kadar belirsiz bir ölçüde değiştirir. Güneş'le alakalı olarak da söylendiği gibi, iki tutulma arasındaki süre daha fazla olursa, Ay'ın enlemdeki hareketini daha kesin bir şekilde kavrarız. Fakat bu koşullara uyan iki tutulmayı nadiren bulursunuz; bugüne kadar da karşımıza çıkmadı; yine de bize aynı sonucu verecek başka bir yöntem daha vardır; zira diğer koşullar sabitken, Ay'ın farklı yerleri ve zıt tarafları tutulursa, bu Ay'ın ikinci tutulmada çapa göre tam karşıt konuma varacağını, ayrıca tüm çevrimlerin yarım çember çizezeğini gösterir; bu da aranan için yeterli olacaktır. Bu koşullara harfiyen uyan iki tutulma bulduk: İlki Ptolemaeus Philometor'un[5] 7. yılında, İskender'in ölümünün 150. yılında, Claudius'un söylediğine göre Mısırlıların 7. ayı olan Phamenoth'un 27. gününü 28. güne bağlayan gecede gerçekleşmişti. Ve Ay, İskender döneminin mevsimsel gece saatlerine göre 8. saatin başlangıcından 10. saatin sonuna dek çapının 7/12'si kadar, alçalan kesit etrafında kuzeyden tutuldu. Buna göre tutulmanın tam orta noktası, Claudius'un söylediğine göre, Güneş, Krakow'da gece yarısından sonraki 1,3 saatte Boğa'nın 6°sinde olduğundan, aynı zamanda 2,3 ekvatoral saat eden gece yarısından sonraki 2 mevsimsel saate denk geliyordu. İkinci tutulmayı ise İsa'dan sonra 1519 yılında, Haziran'ın 5'inden önceki 4. günden sonra, Güneş İkizler'in 21°sindeyken yakaladık. Tutulmanın tam orta za-

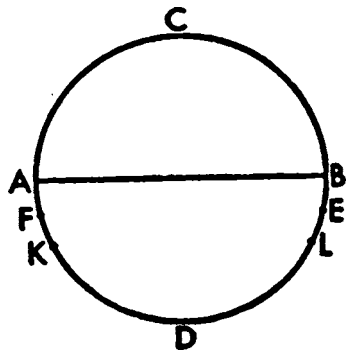
5 Ptolemaeus Philometor: Ptolemaeus hanedanından, MÖ 180-164 ve 163-145 yılları arasında Mısır kralı.

manı gün ortasından sonraki 11,6 saate denk gelmişti ve Ay, yükselen kesitte güneyden itibaren çapının yaklaşık 8/12'si kadar tutulmuştu. Buna uygun olarak İskender'in yıllarının başlangıcından itibaren ilk tutulmaya kadar İskenderiye'de 149 Mısır yılı 206 gün 14,3 saat, Krakow'da görünen zamana göre 13,3, düzeltilmiş haline göreyse 13,5 saat vardı. Hesabımıza göre, Ptolemaeus'un hesabına da yaklaşık olarak uygun olan bu zamandaki ayrıklık konumu düzenli hareketle 163°33′ydı; ayrıca Ay'ın hakiki konumunun düzenli olarak aşılmasını sağlayan 1°23′lık eksiltici eşitleme söz konusuydu. Fakat İskender'in yıllarının belirlenen başlangıcından ikinci tutulmaya kadar görünen zamana göre 1832 Mısır yılı 295 gün 11 saat 45 dakika, fakat eşit zamana göre 11 saat 55 dakika vardı; buna göre Ay'ın düzenli hareketi 182°18′ydı. Ayrıklık konumu 159°55′, düzeltmişi ise 161°13′ydı. Ve ekleyici eşitleme sayesinde düzenli hareket görünen harekete göre 1°44′ fazlaydı. Buradan anlaşılıyor ki, Ay'ın Dünya'dan her iki tutulmadaki uzaklığı eşitti ve Güneş her iki durumda da yaklaşık olarak yerötedeydi; fakat tutulmalarda 1/12 kadarlık bir kararma söz konusuydu. Ay'ın çapı çoğu kere yaklaşık 0,5° işgal ettiğinden, daha sonra göstereceğimiz gibi, 1/12'si 2,5′ olacaktır; bu da ekliptik kesitlerindeki Ay'ın eğik çemberinde yaklaşık 0,5°ye denk gelmektedir. Buna göre Ay, ikinci tutulmada yükselen kesitte, birinci tutulmadaki alçalan kesite göre 0,5° daha uzaktadır. Bu durumda, tüm devinimlerden sonra Ay enleminde hakiki hareketin 179,5° olduğu anlaşılır. Fakat düzenli harekete göre birinci ile ikinci tutulmalar arasında Ay ayrıklığı, 21′ ekleme yapar; bu eşitlemeler arasındaki farktır. O halde tüm devirlerden sonra enlemde 179°51′lık düzenli bir Ay hareketi elde etmiş oluruz. Bu durumda görünen zamana göre iki tutulma arasındaki süre 1683 yıl 88 gün 22 saat 35 dakikaydı; bu yine eşit zamana uygundu. Bu süre boyunca 40.577 tam eşit devinim ve verdiğimiz rakamlara da uygun biçimde 179°51′ vardı.

14. Enlemdeki Ay Ayrıklığının Konumları Üzerine

Takvimdeki yılların belirli başlangıçlarına göre Ay'ın hareketinin konumlarını saptayabilmek için, yukarıda aynı kesitte ya da çapa göre zıt konumlarda olmayan ancak güney ve kuzey yönünde eşit mesafelerde bulunan ve diğer bütün koşulları yerine getiren iki Ay tutulmasından bahsettik; söylediğimiz gibi Ptolemaeus'un kuralına da uygun bir şekilde bu yolla problemimizi herhangi bir hata yapmadan çözebileceğiz. Buna göre Ay'ın diğer hareketlerini incelerken yararlanmış olduğumuz ilk tutulma, Claudius Ptolemaeus tarafından Hadrianus'un 19. yılında, Chiach ayının iki günü geçtiğinde, İskenderiye'de gece yarısından önceki bir ekvatoral saatte; Krakow'da üçüncü günü takip eden gece yarısından önceki iki saatte gözlendi. Güneş, Terazi'nin 25°10′sındayken, Ay ayrıklığının konumu 64°38′yken ve eksiltici eşitleme, alçalan kesit etrafında 4°20′yken Ay, tutulmanın ortasında çapın $^{10}/_{12}$'si kadar, yani kuzeyden $^{10}/_{12}$ kadar tutuldu. Biz de Roma'da, İsa'dan sonra 1500 yılında, 5 Kasım'dan sonraki gece yarısından 2 saat sonra, yani 13 Kasım'dan önceki 8. gün ağarmasına denk gelen zamanda titiz gözlemler gerçekleştirdik. Fakat 5° doğudaki Krakow'da bu, gece yarısından sonraki 2,4 saate denk gelmişti; Güneş de Akrep'in 23°16′sındaydı; yine kuzeyden $^{10}/_{12}$'lik bir tutulma gerçekleşmişti. O halde, görünen zamana göre İskender'in ölümünden itibaren 824 Mısır yılı 84 gün 14 saat 20 dakika; eşit zamana göreyse 14 saat 16 dakika geçmişti. Bu durumda Ay'ın ortalama hareketi 174°14′ ve Ay ayrıklığı 294°44′ydı; fakat düzeltilmişine göre 291°35′ olup 4°27′lık ekleyici eşitleme söz konusuydu. O halde her iki tutulmada da Ay'ın en yüksek apsitten mesafesi yaklaşık olarak eşitti ve her iki zamanda da Güneş ortalama apsidindeydi; dahası gölgelerin büyüklüğü de eşitti.

Bütün bunlar, Ay'ın söz konusu enleminin güneyde ve eşit olduğunu gösteriyor; buna göre Ay, kesitlerden eşit uzaklık-



taydı ve ikinci tutulmada yükselirken birinci tutulmada alçalmaktaydı. O halde görünen zamana göre iki tutulma arasında 1366 Mısır yılı 358 gün 4 saat 20 dakika, eşit zamana göreyse 4 saat 24 dakika vardı; ayrıca enlemde hareket 159°55′ydı. Buna göre ABCD, Ay'ın eğik çemberi, AB de çapı ve ekliptikle ortak kesiti olsun. C kuzey, D güney sınırı; A alçalan ekliptik kesiti, B de yükselen ekliptik kesiti olsun. Bu durumda AF ve BE güneydeki iki eşit yay olarak alınsın; buna uygun olarak ilk tutulma F, ikinci tutulmaysa E noktasında gerçekleşsin. Yine FK, ilk tutulmada eksiltici; EL ise ikinci tutulmada ekleyici eşitleme olsun. Buna göre KL yayı 159°55′; FK yayı 4°20′; EL yayı da 4°27′ olduğuna göre; FKLE yayı, FK, KL ve LE yaylarının toplamına, yani 168°42′ya eşittir ve 180°nin 168°42′dan farkı 11°18′dır. Bu durumda AF yayı, BE yayına; o da 11°18′nın yarısına, yani 5°39′ya eşittir; bu da Ay'ın AB kesitinden hakiki mesafesidir; buna göre AFK yayı da 9°59′dır. Buradan hareketle enlemde K'nin ortalama konumun kuzey ucundan 99°59′ uzakta olduğu anlaşılmış olur. İskender'in ölümünden bu konuma ve Ptolemaeus'un gözlemine kadar, görünen zaman 457 Mısır yılı 91 gün 10 saat; fakat eşit zamana göre 9 saat 54 dakika bulunmaktadır; bu süre boyunca enlemde ortalama konum 50°59′dır. Ve 99°59′dan 50°59′ çıkarıldığında, Mısır takvi-

mine göre geriye ilk ay olan Thoth'un ilk gününün ortası için, Krakow meridyenindeyse İskender'in yıllarının başlangıcında 49° kalır. Buna uygun olarak diğer başlangıçların her biri için, zaman farklarıyla da uyumlu bir biçimde, kendisinden hareketi ölçtüğümüz kuzey ucuna göre alınan enlemde, Ay'ın rotasındaki konumlar belirlenmiş olur. Bu durumda ilk olimpiyattan İskender'in ölümüne kadar 451 Mısır yılı 247 gün vardır; bundan zamanın eşitliği sebebiyle bir saatin 7 dakikası çıkartılır. Bu süre boyunca enlemdeki seyir 136°57′ydı. Yine ilk olimpiyattan Caesar'a kadar 780 Mısır yılı 12 saat vardı; fakat eşit zamana bir saatin 10 dakikası eklenir. Bu süre boyunca hareket 206°53′dır. Bu dönemden İsa'ya kadar ise 45 yıl 12 gün vardır. Buna göre çemberin 360° ile 49°sinin toplamından 136°57′ çıkarılırsa, geriye ilk olimpiyatın Hekatombaion ayının ilk gününün öğle vakti için 272°3′ kalır. Bu durumda 272°3′ya 206°53′ eklenirse, sonuç, Jülyen takviminin başlangıcında 1 Ocak'tan önceki gece yarısı için 118°56′ olacaktır. En nihayetinde 10°49′lık eklemeyle sonuç, İsa takviminin başlangıcındaki konum ve yine 1 Ocak'tan önceki gece yarısı için 129°45′ olur.

15. Paralaksları Gözlemleyecek Aletin Kurulumu

Fakat Ay paralakslarının tesadüfü ve engellemesi bize, Ptolemaeus'a olduğu gibi, Ay'ın en büyük enleminin, yörünge çemberi ve ekliptiğinin kesit açısıyla uyumlu olarak –çember 360° iken– 5° olduğunu deneyerek bulma fırsatını tanımadı. Zira Ptolemaeus gözlemini, kuzey kutbu tarafında 30°58′daki İskenderiye'de ve Ay, ufkun tepe noktasının yakınına gelene dek, yani hesaplamalar yoluyla önceden bilinebileceği gibi Yengeç'in başlangıcında ve kuzey ucundayken yapıyordu. O halde Ptolemaeus, *paralaktikon* dediği, Ay'ın paralakslarını ölçmesi için kurulan alet yardımıyla tepe noktasından en küçük mesafenin sadece 2,125° olduğunu buldu

ve bu mesafede bir paralaks belirirse, kaçınılmaz olarak böylesine küçük bir uzamsal mesafede pek de büyük olmayacaktı. Buna göre 30°58′dan 2,125° çıkarılınca geriye, bu zamanda 23°51′20″ olan ekliptiğin en büyük eğimini yaklaşık olarak 5° aşan 28°50,5′ kalır ve Ay için bu enlem, diğer bütün noktalara uygun olarak bulunur. Fakat paralaksları gözlemede kullanılan alet üç cetvel içermektedir; iki tanesi uzunlukça eşit ve en az 8 ya da 9 ayaktır; üçüncüsü ise onlardan daha uzundur. İlk ikisi, dikkatlice delik açılarak üçüncüsünün uçlarına eklenir; dayanak noktaları iyi yerleştirilmeli ve bu sayede cetveller düz bir zeminde hareket edebilir hale getirilmeli ama eklem yerlerinden oynamaması da sağlanmış olmalı. Bu durumda daha uzun olan cetvelde, toplam uzunluk boyunca birleşme yerinin merkezinden düz bir çizgi çizilmeli ve bu çizgi, tam olarak ölçülen diğer cetveldeki birleşim yerlerinin arasındaki mesafeye eşit olmalı. Bu çizgi 1000 ya da mümkünse daha fazla eşit birime bölünür ve kalan parça, yarıçapı 1000 birimden oluşan çember içine çizilecek karenin bir kenarı 1414 birime ulaşana dek aynı birimlere bölünmelidir. Cetvelin (gösterdiği) artan gereksiz kısmı kesmek mümkün olacaktır. Diğer cetvelde de eklem yerinin merkezinden 1000 birime ya da iki eklem yerinin merkezleri arasındaki mesafeye eşit bir çizgi çizilmeli; dioptradaki gibi, cetvelin bir tarafına bütün seyri görebilecek merceklerin tutturulmuş olması gerekir. Mercekler, cetvelin uzunluğunca çizilen çizgiden tümüyle sapmayacak şekilde ayarlanmalı; daha uzun olan cetvelin ucuna kadar uzatılan çizgi ayrılmış olan çizgiye dokunacak kadar eşit mesafede tutulmalıdır. Böylece cetveller yardımıyla tabanı bölünen çizgi boyunca uzanan bir ikizkenar üçgen elde edilir. Daha sonra en iyi şekilde ve düzgünce çaprazlama bölünen bir kutup, sert bir zeminde dikilir. İki eklem yeri olan cetvel, bu kutba dayanaklar yardımıyla takılır; alet, tıpkı sallanan bir kapı gibi bu dayanakların etrafında sallanabilir olacaktır; fakat düz çizgi böylece

eklemlerin merkezi boyunca her daim cetvelin çekülüne ve ekseni olarak ufkun tepe noktasına doğru bakan noktaya uyacaktır. Buna göre bir yıldızın, ufkun tepe noktasından mesafesini bulmak isteyen biri, evvela mercekler sayesinde yıldızı düz bir çizgi boyunca tam karşısına almalı, daha sonra da cetvelin altındaki sistem sayesinde ayrılan çizgiyle birlikte, dairenin çapı 20.000 birimken, ufuk ekseni ile görüş çizgisi arasındaki açıyı birleştiren kaç birim olduğunu öğrenmelidir. Ve tablo yardımıyla, yıldızdan ve ufkun tepe noktasından geçen büyük çemberin aranan yayını elde edecektir.

16. Ay'ın Paralaksları Nasıl Saptanır?

Söylediğimiz gibi, bu alet yardımıyla Ptolemaeus, Ay'ın en büyük enleminin 5° olduğunu buldu. Daha sonra paralaksı gözlemeye yöneldi ve Güneş, Terazi'nin 5°28′sında, Ay'ın Güneş'ten ortalama hareketi 78°13′dayken paralaks 1°7′ydı; düzenli ayrıklık 262°20′; enlemde hareket 354°40′, ekleyici eşitleme 7°26′ ve buna göre Ay'ın konumu da Oğlak'ın 3°9′sındaydı. Enlemde düzeltilmiş hareket ise 2°6′, Ay'ın kuzey enlemi 4°59′, ekvatordan eğimi 23°49′, İskenderiye'nin enlemi 30°58′ydı. Alet yardımıyla görüldüğü gibi, Ay meridyen dairesinde ufkun tepe noktasından itibaren, yapılan hesaptan 1°7′ fazla olmak üzere, yaklaşık olarak 50°45′daydı. Bu yüzden Ptolemaeus eskilerin dış merkezli çember ve dış tekerleme eğrisiyle alakalı kuralına göre, Dünya'nın yarıçapı 1P iken Ay'ın, Dünya'nın merkezinden uzaklığının 39P45′ olduğunu ve çemberlerin oranından hareketle Ay'ın, yeniayda ya da dolunayda, dış tekerleme eğrisinin yerötesinde oluştuğunu söyledikleri Dünya'dan en büyük mesafesinin 64P10′; dördünlerde ve yarımayda dış tekerleme eğrisinin yerberisinde oluştuğunu söyledikleri en küçük mesafesinin ise sadece 33P33′ olduğunu göstermiştir. Bunun sonucu ve bütün bunlarla alakalı olarak çizdiği esas taslakta da görme-

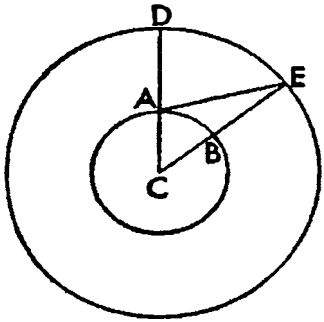
nin mümkün olduğu gibi Ptolemaeus, ufkun tepe noktasından 90° civarında oluşan paralaksların 53′34″de en küçük, 1°43′da en büyük olduğunu bulmuştu. Çoğu kere açıkladığımız gibi, bu konuda bilgi sahibi olmak isteyenler için bütün bunların tam anlamıyla birbirinden farklı olduğu açıktır. Fakat iki gözlemi yeniden ele alacağız; görünümlere uyup hiçbir şüpheye yer bırakmadıklarından, onlar sayesinde bir kez daha hipotezlerimizin Ptolemaeus'unkilerden daha doğru olduğunu ortaya koymuş olacağız. İsa'nın doğumunun 1522. yılında, 1 Ekim'den evvelki 5. günde, gün ortasından itibaren 5 2/3 saat sonra, Frauenburg'da günbatımı dolaylarında *paralaktikon* aleti yardımıyla meridyen dairesindeki Ay'ın merkezinin ufkun tepe noktasından 82°50′ uzaklıkta olduğunu bulduk. Buna uygun olarak İsa takviminin başlangıcından bu saate kadar, görünen zamana göre 1522 Mısır yılı 284 gün 17 2/3 saat; fakat eşit zamana göre 17 saat 24 dakika vardır. O halde hesaba göre Güneş'in görünen konumu, Terazi'nin 13°29′sındaydı ve Ay'ın Güneş'ten düzenli hareketi de 87°6′; düzenli ayrıklık 357°39′; buna karşılık hakiki ayrıklık 358°40′ydı, 7′ eklenmişti; buna göre Ay'ın hakiki konumu Koç'un 12°32′sındaydı. Enlemde ortalama hareket ise kuzey ucundan 197°1′; hakiki hareket 197°8′; Ay'ın güney enlemi ise 4°47′ydı; Ay, ekvatordan 27°41′lık bir eğime sahipti; gözlemimizdeki konumunun enlemi 54°19′ydı ve 54°19′nın Ay sapmasına eklenmesiyle, Ay'ın ufkun kutbundan hakiki mesafesi 82° etmişti. Buna göre 50′lık veri, Ptolemaeus'un kuramına göre 1°17′ olması gereken paralaksa aitmiş gibi sayılamaz. Aynı yerde, İsa'nın doğumundan sonra 1524'te, Ağustos'un 13'ünden önceki 7. günde, gün ortasından 6 saat sonra bir gözlem daha gerçekleştirerek aynı alet sayesinde Ay'ın ufkun tepe noktasından itibaren 82°de olduğunu gördük. Buna uygun olarak İsa takviminin başlangıcından bu saate kadar, görünen zamana göre 1524 Mısır yılı 234 gün 18 saat; kati zamana göre de 18 saat vardır. Hesaba göre Güneş'in

konumu Aslan'ın 24°14′sındaydı; Ay'ın Güneş'ten ortalama hareketi 97°6′; düzenli ayrıklık 242°10′; ortalama harekete yaklaşık 7° eklenmesiyle bulunan düzeltilmiş ayrıklık 239°43′ydı. Buna göre Ay'ın hakiki konumu Yay'ın 9°39′sında; enlemin ortalama hareketi 193°19′; hakiki hareketi 200°17′; Ay'ın güney enlemi 4°41′; güney sapması 26°36′ydı; 26°36′nın gözlem yerinin enleminin 54°19′sına eklenmesi Ay'ın ufkun kutbundan mesafesini 80°55′ kılmışsa da bunun 82° olduğu görülür. Buna uygun olarak Ay paralaksından 1°5′lık fark gelir; bu fark, Ptolemaeus'a göre 1°38′ olmalıydı. Eskilerin teorisine göre, hipotezlerinden çıkan uyumlu oran da bunu kabule zorlar.

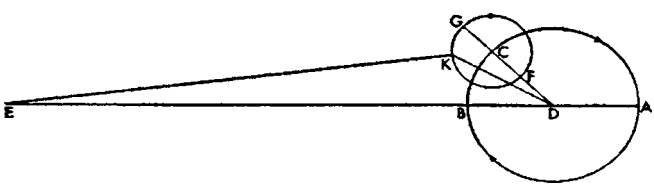
17. Ay'ın Dünya'dan Uzaklığı ve Bunun Dünya'nın Yarıçapını Birim Kabul Ederek Oranlarla Gösterilmesi

Buradan hareketle Ay'ın, Dünya'dan uzaklığının ne kadar olduğu gösterilmiş olacak. Bu uzaklık bilinmeden paralakslara dair kesin bir oran verilemez; zira bunlar birbiriyle alakalı. Bu yolla yapı kurulmuş olacak. AB, Dünya'nın en büyük dairesi, C de merkezi olsun. C etrafında, Dünya'nın sahip olduğu dairenin büyüklüğü göz önünde tutularak başka bir daire çizilsin ve bu daire DE olsun. D, ufkun kutbu; E de Ay'ın merkezi olsun; böylece DE'nin tepe noktasından uzaklığı bilinmiş olur. Buna göre ilk gözlemde DAE açısı 82°50′; hesaba göreyse ACE açısı 82° olduğundan; DAE açısının ACE açısından farkı, paralaksa ait olan 50′dır; ayrıca ACE üçgenini saptanan açılarıyla ve buna bağlı olarak bulunan kenarlarıyla elde etmiş oluruz. Bu durumda CAE açısı da saptandığından, AEC üçgenini çevreleyen çemberin çapı 100.000 birimken, CE kenarı 99.219 birim; AC kenarı 454 birim; Dünya'nın AC yarıçapı, 1P iken, CE kenarı yaklaşık olarak 68Pdir. Ve bu, ilk gözlemde Ay'ın Dünya'nın merkezinden uzaklığıydı. Fakat ikinci gözlemde görünen hareket

olarak DAE açısı 81°55′; hesaba göre ACE açısı 80°55′; çıkarmayla AEC açısı 1°5′dır.



Buna uygun olarak EC kenarı 99.027 birimken; üçgeni çevreleyen dairenin çapının 100.000 birim olduğu yerde AC kenarı 1747 birimdir. Ve bu yüzden, Dünya'nın yarıçapı 1P iken, CE 56P41′dır. Ve bu, Ay'ın uzaklığıdır.



Fakat ABC, Ay'ın daha büyük dış tekerleme eğrisi; D de bunun merkezi olsun. E, Dünya'nın merkezi olarak alınsın; E'den EBDA düz çizgisi çizilsin; buna göre A yeröte, B de yerberi olsun. Bu durumda, Ay ayrıklığının hesap edilen düzenliliğine de uygun olarak ABC yayı 242°10′dır. Ve merkezi C olan FGK dış tekerleme eğrisi çizilsin; FGK yayı da, Ay'ın Güneş'ten mesafesinin iki katı olarak 194°12′dır. Buna DK de eklendiğinde 2°30′lık ayrıklık elde edilir; KDB ise düzeltilmiş ayrıklık olarak 59°40′; CDB 62°10′; BEK açısı ise 7°dir. Buna göre iki dik açı 180°yi verirken KDE üçgeninde açılar

ve kenarların oranı bulunur: KDE üçgenini çevreleyen çemberin çapı 100.000 birimken; DE, 91.821; EK, 86.310 birimdir. Fakat DE, 100.000 birimken; KE, 93.998 birimdir. Bu durumda yukarıda DF'nin 8600, DFG'nin ise 13.340 birim olduğu gösterilmiş olur. Buna uygun olarak, gösterildiği gibi, belirlenen orandan hareketle Dünya'nın yarıçapı 1P iken, EK, 56P42′; ve düz bir çizgi olarak uzatıldığında DE, 60P18′; DF, 5P11′; DFG, 8P2′dır; EDG, 68,3P'ye eşittir; bu da yarımayın en büyük yüksekliği demektir. Dahası DG'nin ED'den farkı, en küçük mesafe olan 52°17′dır. Ve böylece, en büyük mesafede de olduğu gibi EDF, 65,5P'ye eşittir; bu da dolunay aydınlığında beliren yüksekliktir; en az yükseklikte ise DF'nin EDF'den farkı 55P8′dır. Yeniayın ve dolunayın en büyük mesafesinin 64P10′ olduğunu düşünenlere kanıp hareket etmemeliyiz; zira onlar özellikle de konumlarının durumundan dolayı Ay paralakslarını kısmen bilebilmişti. Fakat paralaksların ufka göre büyüdüğü açık olduğuna göre, Ay'ın ufka daha yakın olması onları daha iyi fark etmemizi sağlar; oysa paralaksların, Ay'ın ufka yakınlığından kaynaklanan farka göre 1′dan daha farklı olmadığını bulduk.

18. Ay'ın ve Yeryüzünden Geçtiği Yerdeki Gölgesinin Çapı Üzerine

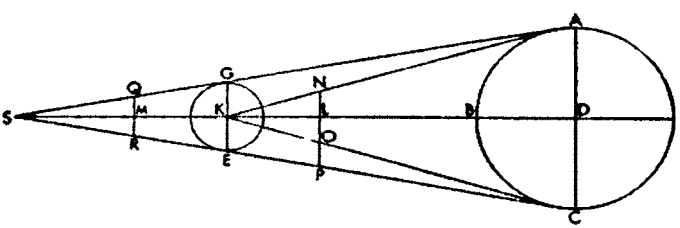
Ayrıca Ay'ın ve gölgesinin görünen çapları, Ay'ın Dünya'dan uzaklığına göre farklılık gösterir. Bu yüzden onlardan bahsetmek yerinde olur. Hipparchus'un dioptrasıyla Güneş'in ve Ay'ın çapları doğru bir şekilde hesaplanabilirse de, gökbilimciler Ay'ınkiyle ilgili olarak kimi Ay tutulmaları sayesinde bu hesabın daha kesin bir şekilde yapılabileceğini düşünmüştür; söz konusu tutulmalarda, özellikle Güneş de aynı konumda yer alıyorsa, Ay en yüksekteki ve en alçaktaki apsitlerinden eşit uzaklıkta bulunur; tutulmalar uzunlukça düzensiz değilse, Ay'ın yarattığı gölgenin dairesi de eşit

olarak bulunur. Buna göre tutulmalardaki uzunluk farkının Ay'ın enlemiyle karşılaştırılmasıyla Ay'ın çapının, Dünya'nın merkezinin etrafındaki dairenin ne kadarını ayırdığının anlaşılacağı da açıktır. Bu anlaşıldığında, gölgenin yarıçapı da bilinmiş olacaktır. Bütün bunlar bir örnekle daha açık hale gelir. Bu şekilde ilk tutulmanın orta noktasında Ay'ın çapının $^{3}/_{12}$'si tutulurken Ay 47′54″lik bir enleme sahipti; oysa diğer tutulmada aynı çapın $^{10}/_{12}$'si tutulurken aynı enlem 29′37″ydi. Tutulmaların uzunlukları arasındaki fark, çapın $^{7}/_{12}$'si; enlemdeki fark ise 18′17″ kadardır; 12 ölçü de Ay'ın çapının ayırdığı 31′20″yle orantılıdır. Buna göre, ilk tutulmanın orta noktasında Ay'ın merkezinin, Ay'ın çapının yaklaşık dörtte biri –ya da enlemin 7′50″si– kadar gölgenin ötesinde olduğu açıktır. 7′50″, toplam enlemin 47′54″sinden çıkarılırsa, geriye gölgenin yarıçapı olarak 40′4″ kalır; diğer tutulmada ortaya çıkan gölge –Ay'ın çapının $^{1}/_{3}$'üne oranla– Ay'ın merkezinin enleminden 10′27″ kadar fazladır. 29′37″nin 10′27″ye eklenmesiyle benzer şekilde gölgenin yarıçapı 40′4″ olur. Ve böylece Ptolemaeus'un vardığı sonuçla da uyumlu olarak, Güneş ve Ay'ın Dünya'dan en uzak mesafelerindeki kavuşumlarında ve karşı konumlarında, Ay'ın yarıçapı 31′20″ kadardır; zira Ptolemaeus, Hipparchus'un dioptrasıyla Güneş'in çapını bulduğunu söylemiş ve gölgenin çapının 1°21′20″, çaplar arasında da $^{5}/_{13}$'lük, yani 2,6'lık bir oran olduğuna inanmıştır.

19. Güneş'in ve Ay'ın Dünya'dan Uzaklığı, Çapları ve Ay'ın Geçişi Sırasında Gölgenin Çapıyla Ekseni Aynı Anda Nasıl Gösterilir?

Güneş'in de biraz paralaksı vardır ve çok belirsiz olduğundan, birbiriyle alakalı şunlar dışında kolayca seçilemez: Güneş'in ve Ay'ın Dünya'dan uzaklığı, çapları, Ay'ın geçtiği yerde gölgenin çapı ve gölgenin ekseni. Analitik gösterimler-

de bunlardan biri diğerini karşılıklı olarak verir. Evvela Ptolemaeus'un bu konularda vardığı sonuçları ve onları nasıl kanıtladığını ele alıp daha sonra aralarından en doğrularını çıkartacağız. Ptolemaeus, kayıtsız şartsız kullandığı, Güneş'in görünen çapını 31 $^{1}/_{3}'$ olarak alıp yeniayın ve dolunayın çapının, söylediğine göre Dünya'nın yarıçapı 1^{P} iken 64^{P}10′lık uzaklıktaki yerötede, eşit olduğunu düşündü. Buradan hareketle geri kalanı da şu şekilde kanıtladı: ABC, D merkezi etrafındaki Güneş küresinin çemberi; EFG de Güneş'ten en uzun mesafede, K merkezi etrafındaki yeryüzü küresinin çemberi olsun. AG ve CE her iki çembere de teğet düz çizgiler olsun; bu iki çizgi S noktası olarak belirlenen gölgenin ucunda birleşecek şekilde uzatılsın. DKS, Güneş ile Dünya'nın merkezleri boyunca uzanan bir çizgi olsun. Dahası AK ve KC çizilsin; aralarındaki çok büyük mesafeden ötürü çaplardan çok az farklılaşan AC ve GE de eklensin.



Bu durumda DKS'de LK ve KM dilimleri, yeniay ve dolunay zamanında Ay'ın yerötedeki uzaklığıyla, yani Ptolemaeus'a göre EK 1^{P} iken, 64^{P}10′yla orantılı olarak eşit alınsın. QMR, Ay'ın geçişindeki gölgenin çapı olsun ve NLO da Ay'ın DK'ye dik olan çapı olsun ve LOP olarak uzatılsın. İlk problem bulunmuş olur: DK'nin KE'ye oranı. Buna göre, NKD açısı, dört dik açı 360°yi verirken, 31,3′ olduğundan LKO açısı, NKO açısının yarısına; LKO açısı da 15$^{2}/_{3}'$ya eşittir. L açısı 90°dir. Buna göre açıları belirlenen LKO üçge-

ninde, KL'nin LO'ya oranı da bulunur; LO, 17P33′ya; KE 1P iken, LK, 64P10′ya eşittir. Buna göre LO'nun MR'ye oranı, 5'in 13'e oranına eşittir; MR, 45′38″dir. Fakat LOP ile MR, eşit aralıklarda KE'ye paralel olduğundan, buna göre LOP ile MR'nin toplamı KE'nin iki katına eşittir. Ve OP, LOP'nin MR ile LO'nun toplamından farkına, yani 56′49″ye eşittir. Bu durumda, Euclides'in altıncı kitabının II. bölümünde de gösterildiği gibi, EC'nin PC'ye oranı, KC'nin OC'ye oranına; o da KD'nin LD'ye oranına eşittir; dahası o da KE'nin OP'ye oranına, yani 60′nın 56′49″ye oranına eşittir. Buna göre DLK 1P iken, LD, 56′49″dir. Ve bu durumda çıkarmayla KL, 3′11″dir. Fakat FK 1P iken, KL, 64P10′ olduğuna göre KD, 1210P'dir. Buna göre MR'nin 45′38″ye eşit olduğu da açıktır. Buradan hareketle KE'nin MR'ye oranı ve KMS'nin MS'ye oranı bulunmuş olur. Bütün KMS için KM, 14′22″dir. Ayrı olarak, KM 64P10′ iken, KMS 268P'dir. Bütün bunlar Ptolemaeus'a göre tümüyle böyledir. Fakat Ptolemaeus'tan sonrakiler, bütün bunların görünümlere tam anlamıyla uymadığını bulduklarından, bunlarla alakalı olarak başka veriler sunmuşlarsa da yine de yeniayın ve dolunayın Dünya'dan en büyük mesafesinin 64P10′ ve Güneş'in yerötede görünen çapının 31,3′ olduğunu kabul etmişlerdi. Hatta Ay'ın geçtiği yerde gölgenin çapının, tıpkı Ptolemaeus gibi, 13/5 kadar olduğunu kabul etmişler; fakat bu zamanda, Ay'ın görünen çapının 29,5′dan büyük olduğunu reddetmişler; bu yüzden gölgenin çapını yaklaşık 1°16,75′ olarak belirlemişlerdi. Buradan hareketle yerötede Güneş'in Dünya'dan uzaklığının 1146P; gölgenin ekseninin ise, Dünya'nın yarıçapı 1P iken 254P olduğunu söylemişlerdi ve gökbilimciler, her ne kadar hepsi bir araya getirilemese de, bütün bu verileri kâşif filozof Arataeus'a[6] mal ettiler. Biz de bütün bunların şu şekilde ayarlanması ve düzeltilmesi gerektiğini düşündük: Güneş'in yerö-

6 Arataeus (MS 80-130): Kapadokyalı fizikçi, filozof.

tesindeki görünen çapını 31′40″ye yerleştirdik, öyle ki bu Ptolemaeus'tan önceki veriden daha büyük olmalı; dahası dolunayın ve yeniayın en yüksek apsitteki görünen çapı 30′; gölgenin çapı ise geçtiği noktada 80,6′daydı. Gökbilimciler $^{5}/_{13}$'ten biraz daha fazla, yani $^{150}/_{403}$ gibi bir oran elde etmişlerdi. Dünya'nın yarıçapı 1P iken, Ay'ın Dünya'dan mesafesi 62P'den daha küçük olmadıkça Güneş, bütünüyle Ay'la örtülemez. Bütün bu veriler bu şekilde tahmin edilirken, diğer hesaplamalar da kesin bir şekilde birbiriyle alakalı olup görünen Güneş ve Ay tutulmalarına da uyar. Yukarıdaki kanıtlamaya uygun olarak Dünya'nın yarıçapı KE 1P iken, LO 17′85″dir. Bu yüzden MR, 46′1″; OP, 56′51″; Güneş'in yerötede Dünya'dan uzaklığı DLK 1179P; gölgenin ekseni, yani KMS de 265 birimdir.

20. Üç Göksel Cismin; Güneş'in, Ay'ın ve Dünya'nın Büyüklüğü ve Birbirleriyle Karşılaştırılması Üzerine

Sonuç olarak LK'nin KD'ye oranının 1'in 18'e oranına; LO'nun DC'ye oranının da 1'in 18'e oranına eşit olduğu açıktır. O halde bu durumda, KE 1P iken, 1'in 18'e oranı, 17′8″nin 5P27′ya oranına eşittir. Ve SK'nin KE'ye oranı, 265P'nin 1P'ye oranına; o da SKD'nin DC'ye oranına, yani 1444P'nin 5P27′ya oranına eşittir. Buna göre hepsi birbiriyle orantılı olup, en nihayetinde bu, Güneş'in ve Ay'ın çaplarının oranını verecektir. Fakat küreler çaplarının küpüyle orantılı olduğundan; buna göre 5P27′nın küpü, 161,875P'ye eşittir ve Güneş, yeryüzü küresinden 161 $^{7}/_{8}$ kat daha büyüktür. Yine Ay'ın yarıçapı, KE 1P iken, 17′9″ kadardır. Dünya'nın çapının Ay'ın çapına oranı, 7'nin 2'ye oranına, yani 3,5'luk orana eşittir. Bu oranın küpü dikkate alındığında Dünya'nın Ay'dan 42 $^{7}/_{8}$ kat büyük olduğu anlaşılır. Buradan hareketle Güneş de Ay'dan $699^{62}/_{63}$ kat büyük olacaktır.

21. Güneş'in Görünen Çapı ve Paralaksları Üzerine

Fakat aynı büyüklükler, cisimler uzaklaştıkça yakınken olduğundan daha küçük görünür; bu nedenle Güneş ve Ay ile Dünya'nın gölgesi Dünya'dan eşit olmayan uzaklıklarıyla en az paralaksları kadar değişiklik gösterir. Yukarıda dile getirdiğimiz gibi, herhangi bir uzanım için bütün bunlar kolayca hesaplanabilir. Evvela Güneş'in durumu ortaya konur. Dünya'nın Güneş'ten en uzak mesafesinin, yıllık devinime özgü yörünge çemberinin yarıçapı 10.000 birimken, 10.323 birim; en yakın mesafesinin ise, çapın geri kalan kısmı için 9678 birim olduğunu gösterdiğimiz için; buna göre en yüksek apsit, Dünya'nın yarıçapı 1^{P} iken 1179^{P}, en alçak apsit ise 1105^{P}, ortalama apsit de 1142^{P} olacaktır. O halde dik üçgende 1.000.000'un 1179'a oranı 848'e; o da 2′55″'nin iki katını ayıran kirişin yarısına eşittir. Bu en büyük paralaksın küçük açısıdır ve ufkun civarında bulunur. Benzer şekilde, en küçük mesafe 1105^{P} olduğundan, 1.000.000'un 1105'ten farkı 905'e; o da 3′77″'nin iki katını ayıran kirişin yarısına eşittir; 3′77″, en alçak apsitteki en büyük paralaksın açısını verir. Böylece Dünya'nın çapı 1^{P} iken, Güneş'in çapının $5^{P}27'$ olduğu ve en yüksek apsitte 31′48″ olarak göründüğü gösterilmiş olur. Buna göre dairenin çapı 2.000.000 birimken, 1179^{P}'nin $5^{P}27'$'ya oranı, 2.000.000'un 9245'e oranına eşittir. Buna ek olarak 1105^{P}'lik en küçük mesafede 33′54″'lik görünen bir çap söz konusudur. O halde bunlar arasındaki fark 2′6″ kadardır; fakat paralakslar arasında yalnızca 12″'lik bir fark vardır. Ptolemaeus, bu farkların her ikisinin de küçüklüklerinden ötürü göz ardı edilmesi gerektiğini düşünmüştü; zira 1′ ya da 2′, kolayca algılanabilecek farklar değildir; saniyeler mertebesinde olduğundan ayırt edilmesi zordur. Bu yüzden Güneş'in en büyük paralaksını her yerde 3′da tutarsak, hiç hata yapmadığımızı görmüş olacağız. Buna göre Güneş'in ortalama çaplarını onun ortalama

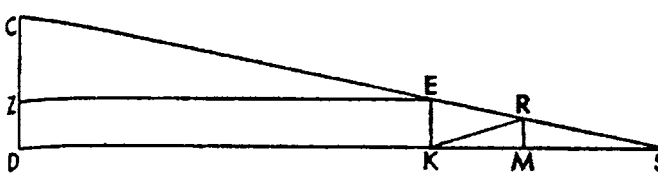
uzaklıklarından ya da başkalarının yaptığı gibi, Güneş'in görünen saatlik hareketini kullanarak çapın 66'ya 5 ya da 14,2'ye 1 oranında olduğunu düşünerek saptayacağız. Buna göre saatlik hareketi, yaklaşık olarak uzaklığıyla orantılıdır.

22. Ay'ın Eşit Olmayan Görünen Çapı ve Paralaksları Üzerine

Dünya'ya en yakın gezegen olan Ay'ın görünen çapı ile paralaksları arasında daha büyük bir ayrım göze çarpıyor. Buna göre Ay'ın Dünya'dan en büyük mesafesi, yeniayda ve dolunayda 65,5P olduğundan, yukarıdaki gösterimlere göre en küçük mesafesi 55P5′; en büyük enlemsel uzanım 68P21′; en küçük uzanım ise 52P17′ olacaktır. Buna uygun olarak çemberin yarıçapını Ay'ın Dünya'dan uzaklıklarına böldüğümüzde, şu dört sınırda doğan ve batan Ay'ın paralakslarını elde etmiş olacağız: En uzaktaki yarımayın paralaksı 50′18″; en uzaktaki yeniayın ve dolunayın paralaksı 52′24″; en yakın dolunayın ve yeniayın paralaksı 62′21″ ve en yakın yarımayın paralaksı ise 65′45″ olacaktır. Dahası, bu sayede Ay'ın görünen çapları da belirlenir. Zira Dünya'nın çapının Ay'ın çapına oranının 7'ye 2 olduğu gösterildiğinden, Dünya'nın yarıçapının Ay'ın çapına oranı 7'ye 4 olacaktır. Ayrıca Ay'ın paralaksları ile görünen çapları arasında böyle bir oran vardır; zira daha büyük paralaksların açılarını oluşturan düz çizgiler Ay'ın aynı geçişinde görünen çaplardan tam anlamıyla ayrılmaz ve açılar onları ayıran kirişlerle aşağı yukarı orantılı olup aralarındaki fark algılanabilir değildir. Bu özetle birlikte, Ay'ın görünen çapı için ortaya konmuş olan paralaksların ilk sınırı 28,75′; ikinci sınırı yaklaşık olarak 30′; üçüncü sınırı 35′38″ ve son sınırı 37′34″ olur. Ptolemaeus ve diğerlerinin hipotezine göre çap yaklaşık olarak 1° olmalıydı; yarımay bu anda Dünya üzerine dolunay kadar ışık yansıttığı için bunun böyle olması gerekirdi.

23. Dünya'nın Gölgeleri Arasındaki Fark Oranı

Gölgenin çapının, Ay'ın çapına oranının 403'ün 150'ye oranına eşit olduğunu zaten göstermiştik. Bu nedenle dolunayda ya da yeniayda, Güneş yerötedeyken gölgenin farkının en az 80′36″; en çok 95′44″ olduğu bulunmuştu; buna göre en büyük fark 15′8″dir. Dahası Dünya'nın gölgesi, Ay'ın aynı geçişinde bile Dünya'nın Güneş'ten düzensiz uzaklığına göre, şu şekilde farklılık gösterir: Önceki şekilde olduğu gibi, yine Dünya'nın ve Güneş'in merkezlerinden geçen DKS düz çizgisi çizilsin; CES de teğet çizgisi olsun. Gösterildiği gibi, KE 1P ve KM 62P, DK mesafesi 179P olur; sonra gölgenin yarıçapı MR, KE 1P iken, 46′1″; KR'nin eklenmesiyle görüş açısı MKR 42′32″; gölgenin ekseni KMS ise 265P olur.

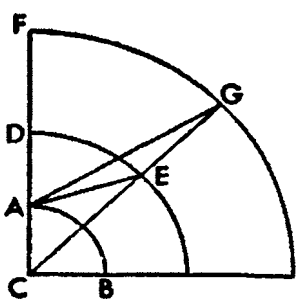


Bu durumda Dünya, Güneş'e en yakın konumda ve DK 1105P'ye eşitken Dünya'nın gölgesini, Ay'ın aynı geçişinde şu şekilde ölçeceğiz: EZ, DK'ye paralel olarak çizilsin. Bu durumda CZ'nin ZE'ye oranı, EK'nin KS'ye oranına eşit olur. Fakat CZ, 4P27′; ZE, 1105P'dir. Buna göre KZ paralelkenar olduğundan ZE, DK'ye; DZ de KE'ye eşittir. Buna uygun olarak KE 1p iken, KS, 248P19′dır. O halde KM 62 birimdir; yapılan çıkarmayla MS de 186P19′ olur. Fakat SM'nin MR'ye oranı, SK'nin KE'ye oranına eşit olduğundan; bu durumda KE 1P iken, MR 45′1″dir. Ve buradan hareketle görüş açısı MKR 41′35″dir. Bu, Güneş ile Dünya'nın yaklaşması ve uzaklaşmasına bağlı olarak geliştiği için, dört

dik açı 360°yi verirken, 57′lik görüş açısıyla orantılı olarak EK 1P iken, Ay'ın aynı geçiş yerinde gölgenin çaplarındaki en büyük fark 1′dır. Dahası 13'ün 5'e oranı ortalama olduğuna göre ilk durumda gölgenin çapının Ay'ın çapına oranı, 13'ün 5'e oranından büyükse de; burada gölgenin çapının Ay'ın çapına oranı 13'ün 5'e oranından küçüktür. O halde bu oranı her yerde kullanırsak, eskilerin çabasını göz önünde tutup daha az çaba harcayacak, ancak çok belirsiz de olsa bir hata yapmış olacağız.

24. Ufkun Kutupları Boyunca Geçen Çemberdeki Hususi Paralakslar Tablosu Üzerine

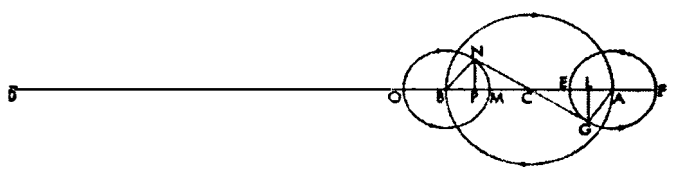
Dahası, Güneş'in ve Ay'ın bütün tekil paralakslarını belirlemek de bu noktada zor olmayacak. Bunun için yine ufkun başından itibaren, merkezi C olan bir AB yeryüzü dairesi çizilsin.



Ve aynı düzlemde DE, Ay'ın; FG, Güneş'in yörünge dairesi; CDF, ufkun tepesinden itibaren çizilen çizgi olsun. Güneş'in ve Ay'ın hakiki konumlarının anlaşıldığı CEG çizgisi çizilsin ve AG ile AE görüş çizgileri de bu noktalara eklensin. Böylece Güneş'in paralaksları AGC açısıyla, Ay'ın paralaksları ise AEC açısıyla ölçülebilir. Dahası Güneş ile Ay arasında GAE açısıyla ölçülebilen, AGC ve AEC açıları arasındaki farka göre saptanabilen bir paralaks da-

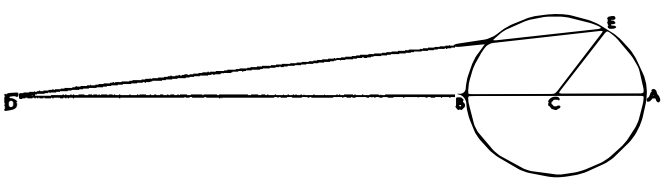
ha vardır. Bunun için ACG açısını, karşılaştırmak istediğimiz açılarla birlikte ele alalım; örneğin ACG açısı 30° olsun. Düzlemsel üçgenlerle ilgili olarak da gösterdiğimiz gibi, AC'nin 1P olduğu yerde CG kenarı 1142P'ye eşitken, Güneş'in hakiki ve görünen enlemi arasındaki fark olan AGC açısı 1,5′dır. Fakat ACG açısı 60° iken, AGC açısı 2′36″dir. Diğer açılarla ilgili de bütün hesap aynı şekilde olacaktır. Fakat dört sınırda Ay'la ilgili durum söz konusu olduğunda: Ay'ın Dünya'dan en uzak mesafesinde, söylediğimiz gibi, CA 1P iken CE 68P21′; dört dik açı 360°yi verirken DCE açısı 30° ise, ACE açısıyla birlikte AC ve CE kenarlarının bilindiği ACE üçgenini elde etmiş oluruz. Buradan AEC paralaksının 25′28″ olduğunu buluruz. CE, 65,5P iken AEC açısı 26′36″dir. Benzer şekilde üçüncü durumda CE 55P8′ iken, AEC paralaksı 31′42″dir. Sonuç olarak en kısa mesafede CE 52P17′ iken, AEC açısı 33′27″dir. Yine DE yayı 60°ye eşitken, aynı düzende paralakslar şu şekilde olacaktır: İlk paralaks 43′55″; ikinci paralaks 45′51″; üçüncü paralaks 54,5′; dördüncü paralaks ise 57,5′ olacaktır. Bütün bunları, kullanımı kolay olsun diye ilişikteki tablo düzeniyle aktaracağız; diğer tablolar gibi bunu da 30 satırdan oluşan bir düzene sokacağız. Fakat her sırada 6° artış gösteren, en büyüğü 90° olan ufkun tepe noktasından ölçülen yayların iki katı verilecek. Tabloyu dokuz sütuna böldük. Buna göre birinci ve ikinci sütunda daireye dair genel sayılar bulunacak. Üçüncü sütuna Güneş'in, dördüncü sütuna Ay'ın paralakslarını; beşinci sütuna farkları yerleştireceğiz. Bu farklara göre, yarımayda ve yerötede beliren en küçük paralakslar, dolunayın veya yeniayın yerötesinde beliren paralakslarla ölçüldüğü kadarıyla eksiktir. Altıncı sütun, dolunay ya da parlak Ay'ın yerberide neden olduğu paralaksları içerir. Bir sonraki sütunda farklara ait dakikalar yer alır; bunlara göre Ay'ın bize en yakın olduğu anda yarımayda beliren paralakslar kendile-

rine daha yakın olan paralaksları aşar. Sonra orantılı dakikalara ayrılan iki boşlukla bu dört sınır arasındaki paralakslar hesap edilebilir. Evvela yeröteyle ilgili olup bu şekilde ilk sınırların arasındaki paralaksları ortaya koyacağız. AB dairesi, Ay'ın ilk dış tekerleme eğrisi; C de bunun merkezi olsun. Dünya'nın merkezi olarak D'nin alındığı DBCA düz çizgisi ve A'daki yerötenin merkez olduğu ikinci EFG dış tekerleme eğrisi çizilsin. Buna göre EG yayı 60° olsun ve AG ile CG de eklensin. Buna uygun olarak önceden de gösterildiği gibi, Dünya'nın yarıçapı 1P iken, CE düz çizgisi 5P11′; DC düz çizgisi 60P18′; EF düz çizgisi 2p51′; ACG üçgeninde GA kenarı 1P25′; AC kenarı 6P36′ olur ve GA ile AC tarafından oluşturulan CAG açısı bulunur.



Buna göre düzlemsel üçgenlerle alakalı olarak da gösterildiği gibi, CG kenarı 6P7′dır. Buna uygun olarak, düz bir çizgi boyunca uzatılan DCG, DCL'ye; o da 66P25′ya eşittir. Fakat DCE 65,5P'dir. O halde çıkarmayla EL, yaklaşık 55,5′dır, yani fazlalıktır. Dahası saptanan bu orana göre DCE 60P iken, EF, 2P37′; EL 46′dır. O halde EF 60′ya eşit olduğundan, fazlalık olan EL yaklaşık 18′dır. Bunları 60°ye karşılık gelecek şekilde tablonun sekizinci sütununa yazacağız. Benzer bir durumu B yerberisiyle ilgili olarak da göstereceğiz. Yine, B merkezi etrafında ikinci MNO dış tekerleme eğrisi çizilsin; MBN açısı da 60° olsun. Buna göre, daha önce de gösterildiği gibi, BCN üçgeni kenarları ve açılarıyla bulunmuş olacak; benzer şekilde MP fazlalığı, Dünya'nın yarıçapı 1P iken 55,5′ olacaktır. Zira DBM 55P8′dır. DBM, 60P olursa, MBO 3P7′; MP fazlalığı ise 55′ olur. Bu durum-

da 3P7′nın 55′ya oranı, 60′nın 18′ya oranına eşittir ve bu, yukarıdakine benzer şekilde, böyle devam eder. Bununla birlikte birkaç saniyelik bir fark da söz konusudur. Diğerleri için de aynı yöntemi uygulayarak tablonun sekizinci sütununu doldurmuş olacağız. Fakat bunların yerine eşitlemeler tablosunda ortaya konan orantılı dakikaları kullanırsak hata yapmış olmayız. Zira bunlar üç aşağı beş yukarı aynı olduğundan; mesele çok küçük rakamlar üzerinedir. Geriye ortalama sınırlarda, ikinci ile üçüncü sınırlar arasında beliren orantılı dakikalar kalıyor. Bunun için AB, yeniaydaki ve dolunaydaki ilk dış tekerleme eğrisi, C de bunun merkezi olsun; D, Dünya'nın merkezi olarak alınsın ve DBCA düz çizgisi uzatılsın.



Bu durumda A yerötesinden bir yay alınsın; örneğin AE yayı, 60°ye eşit olsun; DE ve CE eklensin. Bu durumda iki kenarı bilinen DCE üçgenini elde etmiş oluruz: CD, 60P19′; CE, 5P11′dır. Buna göre DCE bir iç açıdır ve DCE açısı 180°nin ACE açısından farkına eşittir. Buna uygun olarak, üçgenlerle ilgili olarak gösterildiği gibi DE, 63P4′dır. Fakat DBA, 65,5P olup DBA'nın ED'den farkı 2P26′dır. Buna göre AB, 10P22′dır; 10P22′nın 2P26′ya oranı da 60′nın 14′ya oranına eşittir. Bunlar tabloda dokuzuncu sütunda, 60°nin karşısında gösterilir. Bu örneği izleyip diğerlerini de tamamlayarak tabloyu, aşağıdaki gibi doldurmuş oluyoruz. El altında kolayca bulunabilsinler diye Güneş'in, Ay'ın ve Dünya'nın gölgesinin yarıçapları tablosunu da ekliyoruz.

Canon parallaxium Solis & Lunæ.

Numeri communes.		Solis parallaxes.	Lunæ primi & scd'i limitis differẽ minuẽ.	Lunæ secundi limitis parallax.	Lunæ tertii limitis parallax.	Tertii & qrti limitis differẽtia addenda.	epi cy. mi no. scr. p.	epi cy. ma io. scr. p.
Gra.	Gra.	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	scr.	scr.
6	354	0 10	0 7	2 46	3 18	0 12	0	0
12	348	0 19	0 14	5 33	6 36	0 23	1	0
18	342	0 29	0 21	8 19	9 53	0 34	3	1
24	336	0 38	0 28	11 4	13 10	0 45	4	2
30	330	0 47	0 35	13 49	16 26	0 56	5	3
36	324	0 56	0 42	16 32	19 40	1 6	7	5
42	318	1 5	0 48	19 5	22 47	1 16	10	7
48	312	1 13	0 55	21 39	25 47	1 26	12	9
54	306	1 22	1 1	24 9	28 49	1 35	15	12
60	300	1 31	1 8	26 36	31 42	1 45	18	14
66	294	1 39	1 14	28 57	34 31	1 54	21	17
72	288	1 46	1 19	31 14	37 14	2 3	24	20
78	282	1 53	1 24	33 25	39 50	2 11	27	23
84	276	2 0	1 29	35 31	42 19	2 19	30	26
90	270	2 7	1 34	37 31	44 40	2 26	34	29
96	264	2 13	1 39	39 24	46 54	2 33	37	32
102	258	2 20	1 44	41 10	49 0	2 40	39	35
108	252	2 26	1 48	42 50	50 59	2 46	42	38
114	246	2 31	1 52	44 24	52 49	2 53	45	41
120	240	2 36	1 56	45 51	54 30	3 0	47	44
126	234	2 40	2 0	47 8	56 2	3 6	49	47
132	228	2 44	2 2	48 15	57 23	3 11	51	49
138	222	2 49	2 3	49 15	58 36	3 14	53	52
144	216	2 52	2 4	50 10	59 39	3 17	55	54
150	210	2 54	2 4	50 55	60 31	3 20	57	56
156	204	2 56	2 5	51 29	61 12	3 22	58	57
162	198	2 58	2 5	51 51	61 47	4 23	59	58
168	192	2 59	2 6	52 13	62 9	3 23	59	59
174	186	3 0	2 6	52 22	62 19	3 24	60	60
180	180	3 0	2 6	52 24	62 21	3 24	60	60

Canon parallaxium Solis & Lunae: Güneş ve Ay paralaksları tablosu
Numeri communes: Genel sayılar
Solis parallaxes: Güneş paralaksları
Lunae primi & scd'i limitis differeminue: Ay'ın ilk ve ikinci sınırı arasındaki farklar
Lunae secundi limitis parallax: Ay'ın ikinci sınırının paralaksı
Lunae tertii limitis parallax: Ay'ın üçüncü sınırının paralaksı
Tertii & qrti limitis differetia addenda: Üçüncü ve dördüncü sınır arasındaki ek fark
epicy. mino. scr. p.: Küçük dış tekerleme eğrisine özgü orantılı dakikalar
epicy. maio. scr. p.: Büyük dış tekerleme eğrisine özgü orantılı dakikalar
Gra.: Derece
Scr.: Dakika

Canon semidiametrorum Solis, Lunæ, & Vmbræ.

Numeri communes.		SOLIS.		LVNAE		VMBRAE.		Variatio umbræ.
Gra.	Gra.	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	Scru.
0	354	15	50	15	0	40	18	0
12	348	15	50	15	1	40	21	0
18	342	15	51	15	3	40	26	1
24	336	15	52	15	6	40	34	2
30	330	15	53	15	9	40	42	3
36	324	15	55	15	14	40	56	4
42	318	15	57	15	19	41	10	6
48	312	16	0	15	25	41	26	9
54	306	16	3	15	32	41	44	11
60	300	16	6	15	39	42	2	14
66	294	16	9	15	47	42	24	16
72	288	16	12	15	56	42	40	19
78	282	16	15	16	5	43	13	22
84	276	16	19	16	13	43	34	25
90	270	16	22	16	22	43	58	27
96	264	16	26	16	30	44	20	31
102	258	16	29	16	39	44	44	33
108	252	16	32	16	47	45	6	36
114	246	16	36	16	55	45	20	39
120	240	16	39	17	4	45	52	42
126	234	16	42	17	12	46	13	45
132	228	16	45	17	19	46	32	47
138	222	16	48	17	26	46	51	49
144	216	16	50	17	32	47	7	51
150	210	16	53	17	38	47	23	53
156	204	16	54	17	41	47	31	54
162	198	16	55	17	44	47	39	55
168	192	16	56	17	46	47	44	56
174	186	16	57	17	48	47	49	56
180	180	16	57	17	49	47	52	57

Canon semidiametrorum Solis, Lunae & Vmbrae: Güneş'in, Ay'ın ve gölgenin yarıçapları tablosu
Numeri communes: Genel sayılar
SOLIS: GÜNEŞ'İN
LVNAE: AY'IN
VMBRAE: GÖLGENİN
Variatio umbrae: Gölge değişimi
Gra.: Derece
Scru.: Dakika

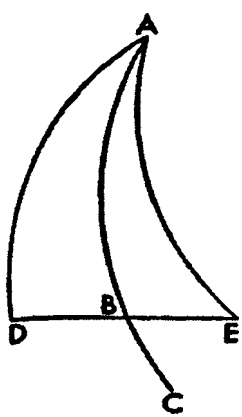
25. Güneş ve Ay Paralaksının Hesaplanması Üzerine

Tabloyla Güneş ve Ay paralakslarının hesaplanmasını da kısaca ortaya koyacağız. Ufkun tepe noktasından Güneş'in mesafesi ya da Ay'ın mesafesinin iki katı için tablodaki Güneş paralakslarını basitçe, Ay paralakslarını ise dört sınırda alırsak ve Ay'ın hareketinin iki katına veya Güneş'ten mesafesinin iki katına karşılık gelen ilk orantılı dakikaları kullanırsak; bu dakikalar sayesinde 60 dakikayla orantılı ilk ve son sınırlar arasındaki farkın bölümlerini hesaplayabiliriz. Bu bölümleri her daim takip eden paralakslardan çıkarır ve sonraki bölümleri son sınırın yanındaki paralaksa ekleriz. Yerötede ve yerberide Ay'ın düzeltilmiş iki paralaksını elde etmiş oluruz; daha küçük olan dış tekerleme eğrisi de bu paralaksları ya arttırır ya da azaltır. Daha sonra Ay ayrıklığına bağlı son orantılı dakikaları alacağız; bunlar sayesinde, en yakında bulunan iki paralaks arasındaki farkın orantılı bölümünü hesaplayıp, sürekli bu orantılı bölümü ilk düzeltilmiş yani yerötedeki paralaksa ekleyeceğiz; sonuç, takip eden örnekte aranan yer ve zaman için Ay'ın paralaksı olacak. Ay'ın ufkun tepe noktasından mesafesi 54°, yine Ay'ın ortalama hareketi 15°, düzeltilmiş ayrıklık ise 100° olsun. Tablo sayesinde bunlardan Ay paralaksını bulmayı umuyorum. İlk uzaklık derecesini iki katına çıkarıyorum: Sonuç, tabloda birinci ve ikinci sınır arasındaki 1′48″lik farka, ikinci sınırda 42′50″lik paralaksa, üçüncü sınırdaki 50′59″lik paralaksa ve ayrı bir şekilde belirteceğim üçüncü ile dördüncü sınır arasındaki 2′46″lik farka denk gelen 108° oluyor. Ay'ın hareketini iki katına çıkarınca sonuç 30° oluyor. Buna bağlı ilk orantılı dakikalardan beş tanesini buluyorum; onlara dayanarak 60′yla orantılı ilk farkın bölümünü 9″ olarak saptıyorum; bu 9″yi paralaksın 42′50″sinden çıkarıyorum; geriye 42′41″ kalıyor. Benzer şekilde 2′46″ olan ikinci farkın orantılı bölümü de 14″dir; bunu üçüncü sınırdaki paralaksın 50′59″sine ekliyorum; so-

nuç 51′13″ oluyor. Bu paralakslar arasındaki fark 8′32″dir. Bundan sonra düzeltilmiş ayrıklığa karşılık gelen son orantılı dakikaları alıyorum; 39′ var. Bu dakikalar sayesinde 8′32″lik farkın orantılı dakikası olarak 4′50″yi alıp bunu ilk düzeltilmiş paralaksa ekliyorum; sonuç 47′31″dir; bu da enlem dairesindeki aranan Ay paralaksı olacaktır.

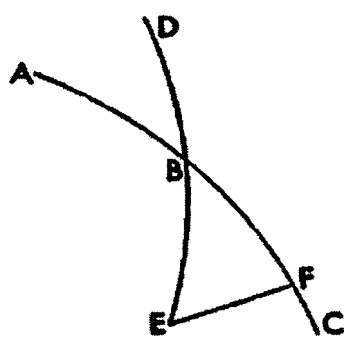
26. Boylam ve Enlem Paralaksları Nasıl Ayrılır?

Burada paralaks kolayca boylam ve enlem paralaksı olarak ayrılır ya da Güneş'le Ay arasındaki paralaks, ufkun kutupları boyunca çizilen çemberin ekliptikle kesişim yaylarına ve açılarına göre ayırt edilir. Bu çember ekliptiğe dik olduğunda, tümüyle yükseklik ve enlem çemberi olduğundan, boylamda değil, tamamen enlemde paralaksa neden olur.



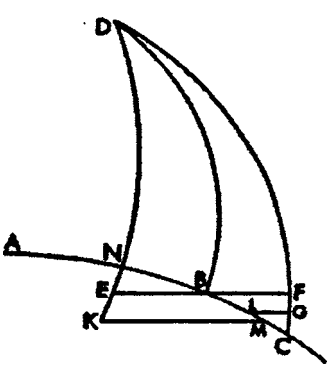
Fakat bunun tersine ekliptik, ufka dik iner ve tümüyle yükseklik dairesiyle aynı olunca; sonra Ay'ın enlemi olmazsa, boylamda paralaks dışında bir şeye neden olmaz; fakat enlemde bir uzanım söz konusuysa boylamda bir paralakstan kaçamaz. Bu şekilde ABC, ufka dik ekliptik dairesi; A da ufkun kutbu olsun. Buna uygun olarak ABC dairesi, enlemsiz Ay yüksekliği dairesiyle aynı olacaktır. B, Ay'ın konumu;

BC de boylamdaki toplam paralaksı olsun. Fakat enlemi olduğunda DBE, DB veya BE Ay'ın enlemi olmak üzere, ekliptiğin kutupları boyunca çizilen daire olsun. AD veya AE kenarının, AB'ye eşit olmayacağı; D ya da E'deki açının ise dik olmayacağı açıktır. Zira DA ve EA, DBE'nin kutuplarından geçen daireler değildir; paralaks enleme katılır ve Ay tepe noktasına daha yakınken daha fazlasını yapar. Buna göre ADE üçgeninin tabanı aynı olsun, fakat AD ve AE kenarları daha kısa olmakla birlikte tabanda daha dar açılar oluşursun. Ay'ın tepe noktasından mesafesi daha büyük olursa, açılar da daha dik olacaktır. Buna uygun olarak ABC ekliptik; DBE de ekliptiğin bir kesiti olarak enlemsiz ve eğik Ay yüksekliği çemberi; B, ekliptik kesiti; BE de yükseklik çemberindeki paralaks olsun. ABC'nin kutupları boyunca dairenin EF yayı çizilsin.



Buna göre BEF üçgeninde EBF bulunduğundan, yukarıda da gösterildiği gibi, F açısı 90° olup BE kenarı da bulunur. Düzlemsel üçgenlerle ilgili olarak da gösterildiği gibi, diğer kenarlar da bulunur: BE paralaksıyla uyumlu olarak boylamda BF, enlemde FE paralaksları belirlenir. Fakat BE, EF ve FB kısalıkları nedeniyle, düz çizgilerden oldukça az ve anlaşılması kolay olmayacak ölçüde farklılık gösterdiğinden;

düz çizgi halinde dik üçgen kullanırsak hata yapmış olmayacağız; buna göre oran da kolay olacaktır. Buna uygun biçimde, ekliptik olarak ABC dairesi çizilsin; ufkun kutupları boyunca çizilen DB eğik dairesi de onun üzerine insin. B, Ay boylamındaki konum; FB kuzey enlemi ya da BE güney enlemi olsun. D, ufkun tepe noktası olsun ve buradan Ay üzerine EK ve FG paralakslarının bulunduğu DEK ya da DFC yükseklik daireleri insin. Buna göre Ay'ın enlemdeki ve boylamdaki hakiki konumları E ya da F'de; görünen konumları ise K ya da G'de olacaktır. K ve G'den KM ve LG yayları ABC ekliptiğine dik olarak çizilsin. Buna göre Ay'ın boylamı ve enlemi, bölgenin enlemiyle birlikte belirlendiğinden; DEB üçgeninde DB ve BE kenarları ile ABD kesit açısı bilinir olacaktır; DBE de ABD açısı ile 90°nin toplamıdır. Buradan hareketle DEB açısıyla birlikte, geri kalan DE kenarı da bulunacaktır. Benzer şekilde DBF üçgeninde DB ve BF kenarları, ABD'yle dik açı oluşturan DBF açısıyla birlikte bulunur; DF de DFB açısıyla beraber bulunmuş olacaktır. Buna göre tablo sayesinde DE ve DF yaylarındaki EK ve FG paralaksları bulunmuş olur; DE ya da DF, Ay'ın tepe noktasından hakiki mesafesi; DEK ya da DFG de benzer şekilde görünen mesafesi olur. Fakat N noktasında ekliptikle DE kesişimine sahip EBN üçgeninde NEB açısı ve BE tabanı bulunur; NBE açısı da diktir:



Buna göre geri kalan BNE açısı da, yine geri kalan BN ve NE kenarlarıyla birlikte bulunacaktır. Benzer şekilde bütün NKM üçgeninde, M ve N açılarıyla birlikte bütün KEN kenarı bulununca, KM tabanı da belirlenecektir. KM, Ay'ın görünen güney enlemi; EB üzerindeki fazlalığı da enlemin paralaksı olur. Geri kalan NBM kenarı da bulunur; NB'nin NBM'den çıkarılmasıyla bulunan geri kalan BM, boylamdaki paralaks olacaktır. Dahası böylece BFC kuzey üçgeninde, BF kenarı BFC açısıyla birlikte bulunduğundan; B, dik açıdır; geri kalan BLC ve FGC kenarları, geri kalan C açısıyla birlikte bulunur; FG'nin FGC'den çıkarılmasıyla, geriye kalan GC, GLC üçgeninde LCG ve dik CLG açısıyla birlikte bulunan kenar olur. Buradan hareketle geri kalan GL, LC ve BC'nin geri kalanı, boylamda paralaksı olan BL kenarları bulunur; GL, görünen enlemi; paralaksı da, GL üzerindeki hakiki enlemi olan BF'nin fazlalığıdır. Fakat gördüğünüz gibi, küçük rakamlar etrafında dönen bu hesaplama, sağladığı verimli bilgiden çok daha fazla emek gerektiriyor. DCB yerine ABD açısını; DEB yerine DBF açısını; yukarıda olduğu gibi, Ay'ın enlemini görmezden gelip basitçe DE ile DF yerine ortalama DB'yi kullanmamız yeterli olacak. Zira böylelikle özellikle de Dünya'nın kuzey bölümüne ait alanlarda hiçbir hata belirmez; ancak B'nin 5°lik en büyük enlemde ufkun tepe noktasına dokunduğu ve Ay'ın yerberide olduğu uzak güney bölgelerinde yaklaşık 6′lık bir fark söz konusu olur. Fakat ekliptikteki, Ay'ın enleminin 0,5°yi aşamadığı Güneş'le kavuşumlarda sadece 1,75′lık bir fark vardır. O halde buradan, paralaksın her daim ekliptiğin doğu çeyreğinde Ay'ın hakiki konumlarına eklendiği ve yine her daim diğer çeyrekte Ay'ın hakiki konumlarından çıkarıldığı anlaşılıyor; biz de buradan hareketle Ay'ın görünen boylamını; enlemdeki paralakstan hareketle de görünen enlemini elde edebiliriz. Zira

hakiki enlem ve paralaks aynı yöndeyse, birbirine eklenir; farklı yöndeyse daha küçük olan öbüründen çıkarılır ve kalan, büyük olanın eksildiği, aynı bölümün görünen enlemi olur.

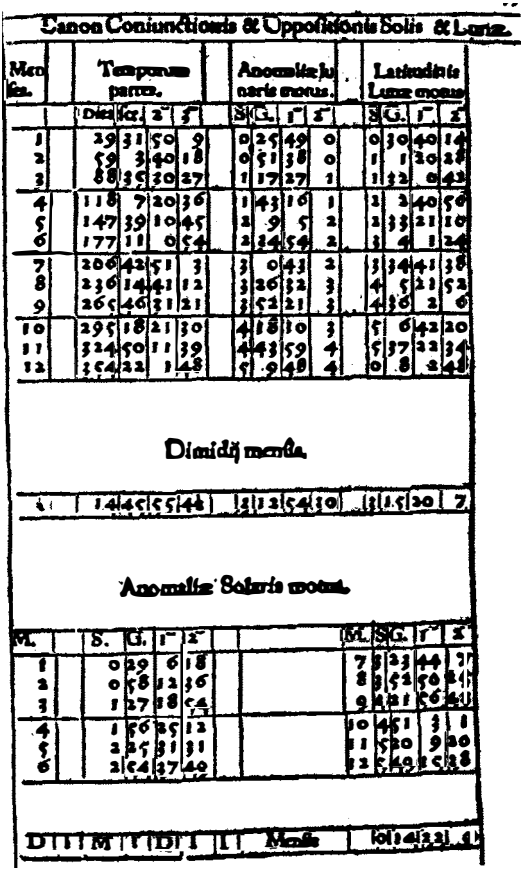
27. Ay Paralakslarıyla İlgili Açıklamanın Doğrulanması

Bu yüzden başka birçok gözlemle de (örneğin aşağıdaki gibi) yukarıda ortaya konan Ay paralakslarının, görünümlerle uyumlu olduğunu doğrulayabiliriz; bu gözlemi Bologna'da, İsa'dan sonra 1497 yılında, Mart ayının 15'inden evvelki 7. günde, günbatımından sonra gerçekleştirdik. Buna göre Ay'ın, Romalıların *Paliticium* dediği Hyades'in parlak yıldızının ne kadarını kararttığını gözlemlerken, bu bağlamda yıldızın, Ay'ın enine ve çapına göre güney boynuza 3/4'ü kadar daha yakın olmakla birlikte, en nihayetinde Ay'ın karanlıkta kalan kısmına geçtiğini ve gecenin beşinci saatinin sonunda Ay boynuzlarının arasında uzandığını gördük. Tablolara göre yıldız, 5 1/6° güney enleminde, İkizler'in 2°52′sında yer aldığından Ay'ın merkezi, görüş alanımıza göre, yıldızın batısına doğru çapın yarısıydı; o halde görünen konumu boylamda 2°36′; enlemde yaklaşık 5°6′ydı. Buna göre İsa takviminin başlangıcından itibaren Bologna'da 1497 Mısır yılı 76 gün 23 saat; yaklaşık 8° daha doğuda olan Krakow'daysa, eşit zamanla 4 dakika eklenmiş haliyle, 23 saat 36 dakika olmuştu. Güneş, Balık'ın 28,5°sindeydi; bu yüzden Ay'ın Güneş'ten düzenli hareketi 74°; düzenli ayrıklık 111°10′; Ay'ın hakiki konumu, İkizler'in 3°24′sında; güney enlemi 4°35′; buna uygun olarak enlemin hakiki hareketi de 203°41′ydı. Dahası Bologna'da bu anda Akrep'in 26°si 57,5°lik bir açıyla yükseliyordu ve Ay ufkun tepe noktasından 83° mesafedeydi; yükseklik çemberi ile ekliptik arasındaki kesit açısı yaklaşık 29°; Ay

paralaksı boylamda 1°51′, enlemde 30′ydı. Bütün bunlar gözlemlere kusursuz bir şekilde uyduğundan daha az kişi hipotezlerimizden ve onlardan çıkan sonuçların doğruluğundan şüphe edecektir.

28. Güneş ile Ay'ın Ortalama Kavuşumları ve Karşı Konumları Üzerine

Güneş ile Ay'ın kavuşumlarını ve karşı konumlarını gözlemleme yöntemi, onların hareketlerine dair söylenenlerden anlaşılabilir. Buna göre kavuşumun ya da karşı konumun meydana geleceği zamanla ilgili olarak Ay'ın düzenli hareketine bakacağız; bu düzenli hareketin bir çember oluşturduğunu görürsek, tam kavuşumun yarım çemberde gerçekleştiğini anlayacağız. Fakat bu durum nadiren ortaya çıktığından, Güneş ile Ay arasındaki mesafeyi gözlemlememiz gerekecek; bu mesafeyi Ay'ın günlük hareketine böldüğümüzde, her hareketin bir diğerinden ne kadar önde ya da gelecekteki kavuşumun veyahut karşı konumun ne kadar uzakta olduğunu bilmiş olacağız. Buna göre bu zaman için hareketleri ve konumları araştıracağız ve onlar sayesinde hakiki yeniayların ve dolunayların oranını gösterip, aşağıda da aktaracağımız gibi, ekliptik kavuşumlarını diğerlerinden ayırabileceğiz. Bütün bunları yerli yerine koyduğumuzda; zamanı, Güneş ile Ay ayrıklığının düzenli hareketini, tekil hareketlerin tekil hareketlere eklenmesiyle bulunan Ay'ın enlemdeki düzenli hareketini içeren on iki aylık tablo sayesinde kimi ayları inceleyebilmek ve kimi yıllarla devamını getirebilmek mümkün olacak. Fakat Güneş ayrıklığını hakiki olarak varsayacağız; böylece doğrudan doğruya düzeltilmiş halini de elde edebileceğiz. Zira başlangıcındaki, yani en yüksek apsidindeki, yavaşlığından ötürü bir ya da daha fazla yıl içindeki fark duyularla kavranamaz.



Canon coniunctionis & Oppositionis Solis & Lunæ.

Menſes.	Temporum partes. Dies	Scr.	2ª	3ª	Anomaliæ lunaris motus. S.	G.	1ª	2ª	Latitudinis Lunæ motus S.	G.	1ª	2ª
1	29	31	50	9	0	25	49	0	0	30	40	14
2	59	3	40	18	0	51	38	0	1	1	20	28
3	88	35	30	27	1	17	27	1	1	32	0	42
4	118	7	20	36	1	43	16	1	2	2	40	56
5	147	39	10	45	2	9	5	2	2	33	21	10
6	177	11	0	54	2	34	54	2	3	4	1	24
7	206	42	51	3	3	0	43	2	3	34	41	38
8	236	14	41	12	3	26	32	3	4	5	21	52
9	265	46	31	21	3	52	21	3	4	36	2	6
10	295	18	21	30	4	18	10	3	5	6	42	20
11	324	50	11	39	4	43	59	4	5	37	22	34
12	354	22	1	48	5	9	48	4	0	8	2	48

Dimidij menſis.

1	14	45	55	48	1	12	54	10	1	15	30	7

Anomaliæ Solaris motus.

M.	S.	G.	1ª	2ª	M.	S.	G.	1ª	2ª
1	0	29	6	18	7	3	23	44	31
2	0	58	12	36	8	3	52	50	49
3	1	27	18	54	9	4	21	56	7
4	1	56	25	12	10	4	51	3	1
5	2	25	31	31	11	5	20	9	20
6	2	54	37	49	12	5	49	15	38

DIMIDII Menſis

Canon coniunctionis & Oppositionis Solis & Lunae: Güneş ile Ay kavuşumları ve karşı konumları tablosu
Menses: Aylar
Temporum partes: Zamanın bölümleri
Anomaliae lunaris motus: Ay ayrıklığının hareketi
Latitudinis Lunae motus: Ay'ın enlemdeki hareketi
Dies: Günler
Scr.: Dakikalar
S. Dakika
G.: Derece
Dimidii mensis: Ayın yarısı
Anomaliae Solaris motus: Güneş ayrıklığının hareketi
M.: Aylar
DIMIDII Mensis: Ayın yarısı

29. Güneş ile Ay'ın Kavuşumlarının ve Karşı Konumlarının Detaylı İncelenmesi Üzerine

Söylendiği gibi, bu göksel cisimlerin ortalama kavuşum ve karşı konum zamanlarını hareketleriyle birlikte elde ettikten sonra; hakiki kavuşumlarla karşı konumların bulunabilmesi için, diğerinden önde giden ya da diğerini takip eden bu cisimler arasındaki mesafenin detaylı incelenmesine ihtiyaç vardır. Ortalama kavuşumda ya da karşı konumda Ay, Güneş'in önüne gelirse; hakiki olan (kavuşum veya karşı konum) gelecekte gerçekleşecek; Güneş, Ay'ın önüne gelirse, aradığımız (hakiki kavuşum veya karşı konum) geçmişte gerçekleşmiş demektir. Bu, her ikisiyle ilgili olan eşitlemeler yoluyla da ortaya konur; zira hiç eşitleme olmasa ya da her iki toplama ve her iki çıkartma eşit ve aynı nitelikte olursa, aynı harekette hakiki kavuşumlar ve karşı konumlarla ortalama olanların denk geleceği açıktır. Fakat eşit değillerse fark aralarındaki mesafeyi, fazlalığın ya da eksikliğin önde ya da geride bulunan gökcisimlerinden hangisine ait olduğunu gösterir. Fakat dairelerin farklı bölümlerinde yer aldıklarında eşitlemesi eksiltici olan önde olur; eşitlemelerin eklenmesi ise aralarındaki mesafeyi gösterir. Bununla alakalı olarak, mesafedeki her derece için iki saat alıp Ay'ın kaç tam saat ilerleyebildiği sonucuna varacağız. Bu yolla mesafenin 6° kadarı söz konusu olursa, onlar için 12 saat almamız gerekir. O halde bu şekilde oluşturulan zaman aralığı için Ay'ın Güneş'ten hareketini araştıracağız; Ay'ın ortalama hareketinin her 2 saat için 1°1′; ayrıklığın hakiki saatlik hareketinin ise dolunay ve yeniay dönemlerinde yaklaşık 50′ olduğunu bildiğimizde bunu kolayca gerçekleştireceğiz. Düzenli hareketi 3°3′ kılan 6 saatte, 5°lik hakiki ayrıklık hareketinde ve Ay eşitlemeleri tablosunda, eşitlemeler arasındaki farkı kaydedip onu, ayrıklık dairenin aşağı kısmındaysa ortalama harekete ekleyeceğiz; yukarı kısmındaysa ortalama hareketten çıkaracağız.

Toplam ya da kalan, söz konusu saatlerde Ay'ın hakiki hareketi olacaktır. O halde bu hareket ilk mesafeye eşitse yeterlidir. Aksi durumda öngörülen saatlerin sayısıyla çarpılan mesafe bu harekete bölünmeli ya da hakiki basit hareketi kat edilen saatlik harekete bölmeliyiz. Bölüm, ortalama ile hakiki kavuşum ve karşı konum arasındaki sürenin saat ve dakika cinsinden hakiki farkı olacaktır. Ay, Güneş'in batısında ya da çapa göre Güneş'in aksi yönünde olursa, bu farkı ortalama kavuşum ya da karşı konum süresine ekleyeceğiz; Ay, Güneş'in doğusundaysa bu sefer çıkartacağız; böylece hakiki kavuşum ya da karşı konum zamanını elde etmiş olacağız. Her ne kadar Güneş ayrıklığının da ekleme ya da çıkartma yaptığını kabul etmemiz gerekiyorsa da, yine de rahatça göz ardı edilebilir, çünkü tüm bölgede ve –7°'nin ötesine geçen– en büyük uzanımda, ayrıklık 1'yı aşamaz ve Ay hareketlerini hesaplama yöntemi daha kesin sonuç verir. Bu yüzden sadece, saatlik geçiş hareketi dedikleri Ay'ın saatlik hareketine dayananlar kimi zaman hatalar yapar ve bol bol hesaplarını tekrarlamak zorunda kalır. Zira Ay, saat saat değişiklik gösterebilir; öyle olduğu gibi kalmaz. Bu yüzden, Ay'ın enlemini öğrenmek için hakiki kavuşum ve karşı konum zamanıyla ilgili olarak enlemdeki hakiki hareketi hesaplayacağız; yine ilkbahar ekinoksuyla alakalı olarak Güneş'in hakiki konumunu hesaplayacağız; burçlar vasıtasıyla Ay'ın hakiki konumunun aynı veyahut karşıt olduğu bilinir. Zaman burada Krakow meridyenine göre ortalama ve eşit olarak anlaşıldığından, yukarıda anlatılan yöntemle onu görünen zamana uyarlayacağız. Fakat bunu Krakow değil de başka bir yer için ayarlamamız gerekirse, yerin boylamını kaydedecek ve boylamdaki her bir derece için dört dakika; boylamın her dakikası için de dört saniye alacağız; yer Krakow'un doğusundaysa bunları Krakow zamanına ekleyecek, batısındaysa bu zamandan çıkaracağız. Ve böylece toplam ya da fark, Güneş'le Ay'ın kavuşum ya da karşı konum zamanı olacaktır.

30. Güneş ile Ay'ın Ekliptik Kavuşumları ve Karşı Konumları Diğerlerinden Nasıl Ayrılır?

Ay kavuşumunun ya da karşı konumunun ekliptikte olup olmadığı kolayca anlaşılabilir; Ay enlemi, Ay ile gölgesinin çaplarının yarısından küçükse, tutulmaya neden olacak, büyükse olmayacaktır. Fakat görünen kavuşumun önemli bir kısmının hakiki olandan ayrıldığı Güneş'te, her birinin paralaksı birbirine karıştığından, sanılandan daha fazla sorun ortaya çıkar. Buna göre hakiki kavuşum zamanında Güneş ile Ay arasında boylamdaki paralaksı incelerken, benzer şekilde Ay'ın bir saat içinde Güneş'ten ne kadar uzakta göründüğünü öğrenebilmek için batı çeyreğindeki hakiki kavuşumdan sonra ya da doğuda, ekliptik çeyreğinden önceki bir saatlik arada Ay'ın Güneş'ten görünen uzanımına bakacağız. Buna göre paralaksı bu saatlik harekete böldüğümüzde, hakiki ve görünen kavuşum arasındaki zaman farkını elde edeceğiz. Bu, doğuda görünen kavuşum hakiki olandan önce, batıdaki ise sonra geldiği için, ekliptiğin doğusundaki hakiki kavuşum zamanından çıkarılınca ya da batısındakine eklenince; sonuç, aradığımız görünen kavuşum zamanı olacaktır. O halde, Güneş'in paralaksını çıkardıktan sonra, bu zaman diliminde Güneş'le alakalı olarak Ay'ın görünen enlemini ya da görünen kavuşumda Güneş ile Ay'ın merkezleri arasındaki mesafeyi hesaplayacağız. Enlem, Güneş ile Ay'ın çaplarının yarısından büyükse, Güneş tutulması gerçekleşmeyecek; küçükse gerçekleşecektir. Buradan hareketle, hakiki kavuşum zamanında Ay, boylamda paralaksa sahip değilse; görünen ile hakiki kavuşumun aynı olacağı ve kavuşumun doğudan ya da batıdan hesaplandığında ekliptiğin 90°sinde meydana geleceği anlaşılmış olur.

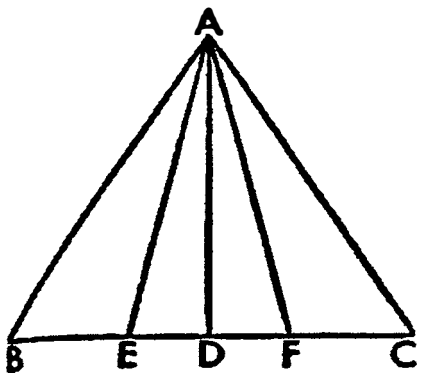
31. Güneş ya da Ay Tutulmasının Büyüklüğü Ne Kadar Olacak?

O halde Güneş ya da Ay tutulmasını öğrendikten sonra, görünen kavuşum zamanında Güneş ile Ay arasında görünen enlem sayesinde, Güneş tutulmasının ne kadar büyük olduğunu bilebileceğiz. Buna göre enlemi, Güneş ile Ay'ın çaplarının yarısından çıkardığımızda; kalan, çapı boyunca hesaplanan Güneş tutulması olacaktır. Yine bu sonucu 12 ile çarpıp çıkan sonucu Güneş'in çapına böldüğümüzde Güneş tutulmasının 1/12'sini rakamsal olarak bulmuş olacağız. Fakat Güneş'le Ay arasında enlem yoksa Güneş tutulması tam ya da Ay'ın kaplayabileceği ölçüde gerçekleşecektir. Görünen enlemin kullandığımız enlem olmaması dışında, Ay tutulmasıyla ilgili olarak da aşağı yukarı aynı yöntem kullanılır. Alınan Ay çapına göre Ay'ın enleminin, Ay'ın ve gölgenin çaplarının yarısından küçük olmaması koşuluyla; enlem, Ay'ın ve gölgenin çaplarının yarısından çıkarıldığında, kalan, tutulmuş Ay parçası olur. Bu yüzden tam bir tutulma gerçekleşir. Dahası daha az enlem, karanlıkta bir gecikmeye yol açar; bana kalırsa bunu hesaba katanların layıkıyla anlayacağı gibi, bu gecikmenin en büyüğü enlem olmadığında görülür. Buna uygun olarak belirli bir Ay tutulmasıyla ilgili, tutulan kısmı 12 ile çarpıp çıkan sonucu Ay'ın çapına böldüğümüzde, Güneş tutulmasıyla ilgili olduğu gibi, tutulmanın 1/12'lik kısmını elde etmiş oluruz.

32. Tutulmanın Ne Kadar Süreceğini Önceden Bilmek

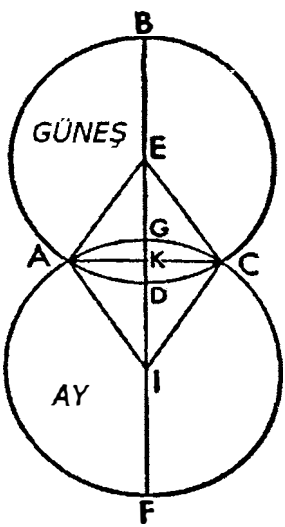
Geriye tutulmanın ne kadar süreceğini bilmek kalıyor. Güneş, Ay ve gölge için kullandığımız yayların düz çizgilerden ayırt edilemeyecek kadar küçük olduklarını da kaydetmeliyiz. Buna uygun olarak A noktasını Güneş'in ya da gölgenin merkezi olarak alalım; BC çizgisi de Ay yörüngesinin

geçişi olsun. B, Ay'ın Güneş'e değen merkezi ya da tutulmanın başlangıcındaki gölge; C de Ay geçişinin sonundaki gölge olsun.



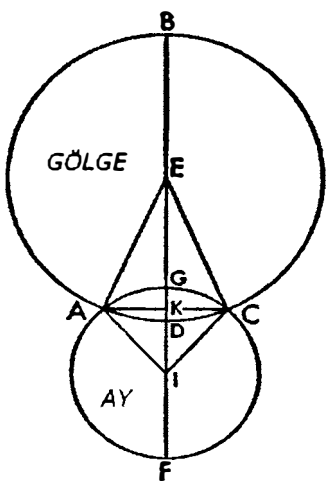
AB ve BC eklensin ve AD, BC'ye dik olarak insin. Ay'ın merkezi D'deyken, bunun tutulmanın orta noktası olacağı açıktır. Buna göre AD, A'dan inen çizgilerin en kısasıdır ve AB, AC'ye eşit olduğundan BD, DC'ye eşittir ve AB veya AC de Güneş tutulmasında Güneş ile Ay'ın çaplarının toplamının yarısına eşittir. AD, Ay'ın hakiki enlemi ya da tutulmanın ortasındaki görünen enlemdir. Buna göre AD üzerindeki kareyi, AB üzerindeki kareden çıkardığımızda geriye BD'deki kare kalır. O halde BD, uzunluk bakımından bulunmuş olur. Bu uzunluğu Ay tutulması boyunca süren Ay'ın hakiki saatlik hareketine göre ya da Güneş tutulmasındaki görünebilir harekete böldüğümüzde, sürecin yarısını bulmuş oluruz. Fakat Ay sıklıkla, karanlığın ortasında geri kalır; bu da Ay ile gölgenin çaplarının toplamının yarısı, söylediğimiz gibi, Ay'ın enlemini çapının daha fazlası kadar aştığında meydana gelir. Buna uygun olarak, E'yi tam kararmanın başlangıç noktasına Ay'ın merkezi olarak yerleştirdiğimizde; Ay, gölgenin içbükey çemberine değdiğinde; Ay ilk belirdiğinde ve AE ile AF'ye katıldığında F diğer temas noktasında yer

alır; böylece öncekiyle aynı yolla ED ve DF'nin karanlıktaki gecikmelerin yarımları olduğu anlaşılır. Zira AD, Ay'ın bilinen enlemidir; AE ya da AF ile birlikte, gölgenin çapının yarısı, Ay'ın çapının yarısından daha büyüktür. O halde DE ya da DF belirlenmiş olur; DE ya da DF'yi bir kez daha Ay'ın hakiki saatlik hareketine böldüğümüzde, aradığımız gecikmenin yarısını elde etmiş oluruz. Bunun yanında Ay, kendi yörünge çemberinde hareket ettiğinden, ekliptiğin kutupları boyunca geçen çemberlerin arasına girerek aynı yörünge dairesindeki yaylara tümüyle eşit olan ekliptik boylamının yaylarını keser.



Fakat fark çok belirsizdir; öyle ki Güneş ve Ay tutulmalarının üç aşağı beş yukarı en uzak sınırı olan ekliptik kesitinden toplam 12°lik uzaklıkta, çemberlerin yayları birbirinden, 2'dan –bu da 1/15 saat eder– fazla farklılık göstermez; bu yüzden aynılarsa, çoğu kere biri yerine diğerini kullanırız. Ayrıca tutulma sınırlarında, tutulmanın orta noktası olarak, Ay'ın aynı enlemini kullanırız; Ay enlemi her daim artış ya da düşüş gösterir ve bu yüzden bir araya gelme ve uzaklaşma aralıkları tümüyle eşit değildir; ancak fark öyle belirsizdir ki, söz konusu aralıkları daha yakından incelemek gereksiz görünmektedir. Bu yolla tutulma zamanları, süreçleri ve büyüklükleri çaplara göre açıklanmış olur. Fakat tutulan bölümlerin, yüzeyler dışında tutulan başka bir bölüm olmadığından, çaplara göre değil de yüzeylere göre ayırt edilmesi gerektiğini düşünen birçoklarına uy-

gun olarak ABCD, Güneş ya da gölge dairesi; E de merkez olsun. AFCG, Ay dairesi; I da merkez olsun. Daireler birbirini A ve C noktalarında kessin; BEIF düz çizgisi, her iki daireden geçecek şekilde çizilsin; buna IA, IC ve BF'ye dik AKC çizgisi eklensin. Bu sayede tutulan ADCG yüzeyinin ne kadar büyük olduğunu ya da tutulan kısma ait Ay ya da Güneş küresinin tüm yüzeyinin $^1/_{12}$'sinin ne kadar olduğunu incelemek istiyoruz.



Bunun için her bir dairedeki AE ve AI yarıçapları ile merkezler ya da Ay enlemi arasındaki EI mesafesi, yukarıdaki gibi, bulunduğundan AEI üçgenini kenarlarıyla birlikte elde etmiş oluruz; bu sayede yukarıdaki kanıtlarla açıları da bulunur; AEI açısı, EIC açısına benzer ve eşittir; bu durumda çevre 360° olduğundan, ADC ve AGC yayları da bulunacaktır. Dahası Syracusalı Archimedes, dairenin hesaplanmasında daire çevresinin çapa oranının, $3^1/_7$'nin 1'e oranından küçük olduğunu ancak yine daire çevresinin çapa oranının, $3^{10}/_{71}$'in 1'e oranından büyük olduğunu kaydetmiştir. Ptolemaeus ise bunların arasında, $3^P8'30''$'nin 1^P'ye oranı gibi bir ortalama belirlemiştir. Bu oran sayesinde AGC ve ADG yayları, AE ve AI yarıçaplarına göre aynı bölümlerde bulunacaktır. EA, AD dörtgeni, AEC dilimine; IA, AG dörtgeni ise AIC dilimine eşittir. Fakat AEC ve AIC ikizkenar üçgenlerinde AKC ortak tabanı ve EK ile KI dikey çizgileri bulunur. Buna uygun olarak AEC üçgeninin alanını oluş-

turan AK, KE dörtgeni ve ACI üçgeninin alanını oluşturan AK, KI dörtgeni bulunur. O halde AFCK kesitinin AIC üçgeninden farkı, AFC daire dilimine; ABCK kesitinin AEC üçgeninden farkı da ABC daire dilimine eşittir; bu durumda aranan ADCG şekli bulunmuş olur. Dahası, Güneş tutulmasında BE ve BAD; Ay tutulmasında FI ve FAG tarafından oluşturulan dairenin tüm alanı bulunur. Buradan hareketle Güneş'in ya da Ay'ın toplam dairesinin $^1/_{12}$'sinin ADCG'de ne kadar tutulduğu da açık olacaktır. Başkaları tarafından daha detaylı bir şekilde aktarılan Ay'la ilgili bütün bu hesaplar şimdilik yeterli olsun; zira sonraki kitaplarda üzerinde duracağımız diğer beş gezegenin devinimlerine zaman kaybetmeden geçmek istiyoruz.

Dördüncü kitabın sonu.

Nicolaus Copernicus'un Göksel Kürelerin Devinimleri'nin Beşinci Kitabı

Şu ana kadar Güneş'in etrafında Dünya'nın; Dünya'nın etrafında Ay'ın devinimlerini elimizden gelen en iyi şekilde açıkladık. Artık burada beş gezici yıldızın hareketine değineceğiz: İlk kitaptaki, yörünge dairelerine ait merkezlerin, Dünya'nın değil de Güneş'in etrafında olduğunu gösterirken, genel özetimizde de söylediğimiz gibi, Dünya'nın hareketliliği, bu gezegenlerin sırasını ve büyüklüğünü şaşılası bir uyum ve kesin şaşmazlıkla birbiriyle ilişkili kılmaktadır. Buna uygun olarak bize düşen, bütün bunları tek tek ve daha duru bir şekilde göstermektir; hareketlerin oranının daha büyük bir kesinlikle onaylanabilmesi için, elimizden geldiğince doğru bir şekilde, özellikle de eskilerden ve çağdaşlarımızdan edindiğimiz tecrübelere dayanarak görünümleri hesaplayıp sözümüzü yerine getireceğiz. Platon'un Timaeus'unda şu beş yıldızdan her biri görünen biçimine göre adlandırılmıştır[1]: Satürn, *Phaenon*, bunun için *parlayan*[2] ya da *beliren*[3] de diyebilirsiniz; zira Satürn diğerlerinden daha az

1 Copernicus'un buradaki Platon referansı hatalıdır. Platon'un Timaeus diyaloğunda Copernicus'un burada bahsettiği gibi gezegenlerden söz edilmez. Kimilerine göre Copernicus'un kaynağı ya Cicero, De Natura Deorum II.20.52-53'tür; ya da Chalcidius, Commentarius In Timaeum 70.87'dir. Ancak genel kanı, Copernicus'un bu hatalı referansı büyük ihtimalle Pseudo Plutarchus, Placita Philosophorum'dan hareketle yaptığı yönündedir (D. Knox, s. 404, 2002).

2 Parlayan: Lucens.

3 Beliren: Apparens.

karanlıkta kalır ve karanlığa gömüldükten sonra, Güneş sayesinde, diğerlerinden daha çabuk belirir. Jüpiter, *Phaeton*'un adı haşmetinden; Mars, *Pyrois*'in adı kızıl parlaklığından gelir. Venüs bazen φωσφορος ya da εσπερος yani, sabah ya da akşam parıldadığından, *Lucifer*[4] veya *Vesperugo*[5] olarak anılır. Sonuncu Merkür, *Stilbon*'un adı da titremesinden, titrek ışığından gelir. Ayrıca gezegenler için boylamda ve enlemde Ay'a nazaran daha büyük düzensizlikler söz konusudur.

1. Gezegenlerin Devinimleri ve Ortalama Hareketleri Üzerine

Gezegenlerde tümüyle farklı şekilde beliren iki boylamsal hareket vardır. Biri, söylediğimiz gibi, Dünya'nın hareketine bağlıdır, diğeri ise tek tek gezegenlere özgüdür. İlkine doğru bir şekilde paralaks hareketi denilebilir; bu hareket gezegenlerin duruyor, ileri ve geri gidiyor gibi görünmelerini mümkün kıldığından; her daim ilerleyen gezegen bu şekilde kendi hareketiyle farklı yöne sapmaz, aksine yörünge dairelerinin farklılıkları ve büyüklüklerine göre Dünya'nın hareketinin neden olduğu paralaks yüzünden böyle görünür. Buna göre Satürn'ün, Jüpiter'in ve Mars'ın hakiki konumunun, bu gezegenler ἀχρονύχταί[6] olduklarında bize göründüğü ve geri dönüşlerinin yaklaşık olarak ortasında belirdiği açıktır. Zira bu zamanda, Güneş'in ortalama konumuna göre düz bir çizgide iner ve paralakslarından sıyrılırlar. Ayrıca Venüs ve Merkür'le ilgili başka bir oran söz konusudur: Bu gezegenler Güneş'le kavuşumda karanlığa bürünür; Güneş'ten uzakta, diğer yanda kaldıklarında sadece uzanımlarını gösterir ve asla paralakssız bulunmazlar. O halde gezegene göre Dünya'nın hareketini kastettiğim paralaks devinimi, her gezegen için özeldir; gezegen ve Dünya karşılıklı olarak birbirini or-

4 Lucifer Latincede "ışık getiren, gün, Sabah Yıldızı" anlamındadır.
5 Vesperugo ya da Vesperogo Latincede "Akşam Yıldızı" anlamındadır.
6 Güneş'in karşısında, yani karşı konumda yer aldıklarında.

taya koyar. Paralaks hareketiyle ilgili şunun dışında bir şey söyleyemeyiz: Dünya'nın düzenli hareketi, Satürn, Jüpiter ve Mars'ta olduğu gibi gezegenlerin hareketini aşar ya da Venüs'te ve Merkür'de olduğu gibi, gezegen hareketleri Dünya'nın düzenli hareketini aşar. Aksine bu paralaks hareketlerinin açık bir farkla eşit olmadığı görüldüğünden, eskiler bu gezegenlerin hareketlerinin oldukça düzensiz olduğunu ve düzensizliğin nüksettiği dairelerin apsitlerini içerdiğini düşünmüşler; dahası bu apsitlerin sabit yıldızlar küresinde daimi mevkilerinin olduğunu sanmışlardı. Bu veri sayesinde gezegenlerin ortalama hareketlerini ve eşit periyotlarını öğrenme yolu da açılmış oluyordu. Eskiler, bir gezegenin konumunu Güneş'ten ya da sabit yıldızdan tam mesafesine göre kayda geçirdiğinde ve Güneş'ten eşit mesafesiyle aynı konuma kadarki zaman aralığını bulduğunda; gezegenin tüm düzensiz hareketini tamamladığı ve Dünya'yla önceki durumuna geri döndüğü görülmüş oluyordu. Böylece geçen süre sayesinde tam, eşit devinimleri ve bu devinimlerden de gezegenin özel hareketlerini hesaplayabiliyorlardı. Ptolemaeus birkaç yıllık devri incelemişti; kabul ettiğine göre bilgileri Hipparchus'tan almıştı. O, Güneş yıllarının, ekinokstan ya da gündönümünden ölçülen yıllar olarak anlaşılabileceğini düşünüyordu. Fakat bu yılların tümüyle eşit olmadığı da ortaya konmuştu; bu yüzden biz sabit yıldızlardan ölçülen yılları kullanacağız ve onlar sayesinde bu beş gezegenin hareketleri, tarafımızdan oldukça kesin bir şekilde bir araya getirilmiş olacak; zamanımızda ise onlarda, aşağıda görüldüğü gibi, bazı eksiklikler ya da fazlalıklar bulduk. Buna göre Dünya'nın Satürn'e göre, Güneş yıllarımızdaki karşılığı 59 yıl 1 gün 6 dakika 48 saniye olan, paralaks hareketi dediğimiz 57 devinimi söz konusudur: gezegen bu zaman diliminde kendi hareketiyle iki çevrim artı 1°6′6″yi tamamlar. Jüpiter, Dünya tarafından 71 Güneş yılı 5 gün 45 dakika 27 saniyede 65 defa geçilir: gezegen bu zaman diliminde kendi hareketiyle 6 dönüş eksi 5°41′2,5″ yapar. Mars'ın 79 Güneş yılı 2 gün 27 dakika 3 saniyede 37 paralaks devinimi vardır. Gezegen bu

zaman diliminde kendi hareketiyle 42 devir artı 2°24′56″yi tamamlar. Venüs Dünya'nın hareketini, 8 Güneş yılı eksi 2 gün 26 dakika 46 saniyede 5 defa aşar. Bu zaman diliminde, Güneş'in etrafında 13 devinim eksi 2°24′40″yi tamamlar. Son olarak Merkür, paralaksın 145 devresini tamamlar; böylece Dünya'nın hareketini, 46 Güneş yılı artı 34 dakika 23 saniye geçer. Ve bu zaman diliminde Güneş'in etrafında 191 devinim ve yaklaşık artı 34 dakika 23 saniye vardır. Tek tek gezegenler için tekli paralaks devirleri şöyledir: Satürn için 378 gün 5 dakika 32 saniye 11 salise; Jüpiter için 398 gün 23 dakika 25 saniye 56 salise; Mars için 779 gün 56 dakika 19 saniye 7 salise; Venüs için 583 gün 45 dakika 17 saniye 24 salise; Merkür için 115 gün 52 dakika 42 saniye 12 salise. Bu devirleri dairenin derecelerine uyarlayıp günlerin sayısına ve dakikalara göre 365'lik oranla çarptığımızda, paralaksın yıllık hareketini elde etmiş oluruz. Satürn için 347°32′2″54‴12⁗; Jüpiter için 329°25′8″15‴6⁗; Mars için 168°28′29″13‴12⁗; Venüs için 225°1′48″54‴30⁗; Merkür için 3°6′24″13‴40⁗. Bunların 365'te biri günlük hareketi verir: Satürn için 57′7″44‴5⁗; Jüpiter için 54′9″3‴49⁗; Mars için 27′41″40‴22⁗; Venüs için 36′59″28‴35⁗; Merkür için 3°6′24″13‴40⁗. Buna uygun olarak aşağıdaki tablolarda, Güneş ile Ay'ın ortalama hareketinde olduğu gibi, ortaya konuyorlar. Fakat bu yolla gezegenlerin her birine özgü hareketleri belirtmeyi gereksiz görüyoruz. Zira gezegenlere özgü hareket ve paralaksın ortalama hareketi, Güneş'in ortalama hareketini oluşturduğundan; gezegenlere özgü bu hareketler, paralaks hareketlerinin Güneş'in ortalama hareketinden çıkarılmasıyla saptanır. Sabit yıldızlar küresine bağlı olarak yıllık hareketler, yukarıdaki gezegenlere göre aşağıdaki gibidir: Satürn için 12°12′45″57‴24⁗; Jüpiter için 30°19′40″51‴58⁗; Mars için 191°16′18″30‴36⁗. Fakat kendilerine özgü hareketlerini görmediğimizden, Venüs ve Merkür'ün yerine Güneş'in hareketini kullanırız; bu hareket, aşağıdaki tablolarda gezegenlerin hareketlerini inceleme ve kanıtlama yolunu gösterir.

Saturni motus commutationis in annis & sexagenis annor.

Anni aegyp	MOTVS.				
1	5	47	32	3	9
2	5	35	4	6	19
3	5	22	36	9	29
4	5	10	8	12	38
5	4	57	40	15	48
6	4	45	12	18	58
7	4	32	44	22	7
8	4	20	16	25	17
9	4	7	48	28	27
10	3	55	20	31	36
11	3	42	52	34	46
12	3	30	24	37	56
13	3	17	56	41	5
14	3	5	28	44	15
15	2	53	0	47	25
16	2	40	32	50	34
17	2	28	4	53	44
18	2	15	36	56	54
19	2	3	9	0	3
20	1	50	41	3	13
21	1	38	13	6	23
22	1	25	45	9	32
23	1	13	17	12	42
24	1	0	49	15	52
25	0	48	21	19	1
26	0	35	53	22	11
27	0	23	25	25	21
28	0	10	57	28	30
29	5	58	29	31	40
30	5	46	1	34	50

Anni aegyp	MOTVS.				
31	5	33	33	37	59
32	5	11	5	41	9
33	5	8	37	44	19
34	4	56	9	47	28
35	4	43	41	50	38
36	4	31	13	53	48
37	4	18	45	56	57
38	4	6	18	0	7
39	3	53	50	3	17
40	3	41	22	6	26
41	3	18	54	9	36
42	3	16	26	12	46
43	3	3	58	15	55
44	2	51	30	19	5
45	2	39	2	22	15
46	2	26	34	25	24
47	2	14	6	28	34
48	2	1	38	31	44
49	1	49	10	34	53
50	1	36	42	38	3
51	1	24	14	41	13
52	1	11	46	44	22
53	0	59	18	47	32
54	0	46	50	50	42
55	0	34	22	43	51
56	0	21	54	57	1
57	0	9	27	0	11
58	5	56	59	3	20
59	5	44	31	6	30
60	5	32	3	9	40

Saturni motus commutationis in annis & sexagenis annor.: Yıllara ve 60 yıllık periyotlara göre Satürn'ün paralaks hareketi
Anni: Yıllar
MOTVS: HAREKETLER
aegyp: Mısır

Saturni motus commutationis in diebus sexagenis & scrupul.

Dies	MOTVS					Dies	MOTVS				
1	0	0	57	7	44	31	0	29	30	59	46
2	0	1	54	15	28	32	0	30	28	7	30
3	0	2	51	23	12	33	0	31	25	15	14
4	0	3	48	30	56	34	0	32	22	22	58
5	0	4	45	38	40	35	0	33	19	30	42
6	0	5	42	46	24	36	0	34	16	38	26
7	0	6	39	54	8	37	0	35	13	46	1
8	0	7	37	1	52	38	0	36	10	53	55
9	0	8	34	9	36	39	0	37	8	1	39
10	0	9	31	17	20	40	0	38	5	9	23
11	0	10	28	25	4	41	0	39	2	17	7
12	0	11	25	32	49	42	0	39	59	24	51
13	0	12	22	40	33	43	0	40	56	32	35
14	0	13	19	48	17	44	0	41	53	40	19
15	0	14	16	56	1	45	0	42	50	48	3
16	0	15	14	3	45	46	0	43	47	55	47
17	0	16	11	11	29	47	0	44	45	3	31
18	0	17	8	19	13	48	0	45	42	11	16
19	0	18	5	26	57	49	0	46	39	19	0
20	0	19	2	34	41	50	0	47	36	26	44
21	0	19	59	42	25	51	0	48	33	34	28
22	0	20	56	50	9	52	0	49	30	42	12
23	0	21	53	57	53	53	0	50	27	49	56
24	0	22	51	5	38	54	0	51	24	57	40
25	0	23	48	13	22	55	0	52	22	5	24
26	0	24	45	21	6	56	0	53	19	13	8
27	0	25	42	28	50	57	0	54	16	20	52
28	0	26	39	36	34	58	0	55	13	28	36
29	0	27	36	44	18	59	0	56	10	36	20
30	0	28	33	52	2	60	0	57	7	44	5

Saturni motus commutationis in diebus sexagenis & scrupul.: 60 günlük periyotlara ve dakikalara göre Satürn'ün paralaks hareketi
Dies: Günler
MOTVS: HAREKETLER

Iouis motus commutationum in annis & sexagenis annorum.

Anni	MOTVS				
1	5	29	25	8	15
2	4	58	50	16	30
3	4	28	15	24	45
4	3	57	40	33	0
5	3	27	5	41	15
6	2	56	30	49	30
7	2	25	55	57	45
8	1	55	21	6	0
9	1	24	46	14	15
10	0	54	11	22	31
11	0	23	36	30	46
12	5	53	1	39	1
13	5	22	26	47	16
14	4	51	51	55	31
15	4	21	17	3	46
16	3	50	42	12	1
17	3	20	7	20	16
18	2	49	32	28	31
19	2	18	57	36	46
20	1	48	22	45	2
21	1	17	47	53	17
22	0	47	13	1	32
23	0	16	38	9	47
24	5	46	3	18	2
25	5	15	28	26	17
26	4	44	53	34	32
27	4	14	18	42	47
28	3	43	43	51	2
29	3	13	8	59	17
30	2	42	34	7	33

Anni	MOTVS				
31	2	11	59	15	48
32	1	41	24	24	3
33	1	10	49	32	18
34	0	40	14	40	33
35	0	9	39	48	48
36	5	39	4	57	3
37	5	8	30	5	18
38	4	37	55	13	33
39	4	7	20	21	48
40	3	36	45	30	4
41	3	6	10	38	19
42	2	35	35	46	34
43	2	5	0	54	49
44	1	34	26	3	4
45	1	3	51	11	19
46	0	33	16	19	34
47	0	2	41	27	49
48	5	32	6	36	4
49	5	1	31	44	19
50	4	30	56	52	34
51	4	0	22	0	50
52	3	29	47	9	5
53	2	59	12	17	20
54	2	28	37	25	33
55	1	58	2	33	50
56	1	27	27	42	5
57	0	56	52	50	20
58	0	26	17	58	35
59	5	55	43	6	50
60	5	25	8	15	6

Iovis motus commutationum in annis & sexagenis annorum: Yıllara ve 60 yıllık periyotlara göre Jüpiter'in paralaks hareketi
Anni: Yıllar
MOTVS: HAREKETLER

Iouis motus commutationis in diebus sexagenis & scrupul

Dies	MOTVS					Dies	MOTVS				
1	0	0	54	9	3	31	0	27	58	40	58
2	0	1	49	18	7	32	0	28	52	50	2
3	0	2	42	27	11	33	0	29	46	59	5
4	0	3	36	36	15	34	0	30	41	8	9
5	0	4	30	45	19	35	0	31	35	17	13
6	0	5	24	54	22	36	0	32	29	26	17
7	0	6	19	3	26	37	0	33	23	35	21
8	0	7	13	12	30	38	0	34	17	44	25
9	0	8	7	21	34	39	0	35	11	53	29
10	0	9	1	30	38	40	0	36	6	2	32
11	0	9	55	39	41	41	0	37	0	11	36
12	0	10	49	48	45	42	0	37	54	20	40
13	0	11	43	57	49	43	0	38	48	29	44
14	0	12	38	6	53	44	0	39	42	38	47
15	0	13	32	15	57	45	0	40	36	47	51
16	0	14	26	25	1	46	0	41	30	56	55
17	0	15	20	34	4	47	0	42	25	5	59
18	0	16	14	43	8	48	0	43	19	15	3
19	0	17	8	52	12	49	0	44	13	24	6
20	0	18	3	1	16	50	0	45	7	33	10
21	0	18	57	10	20	51	0	46	1	42	14
22	0	19	51	19	23	52	0	46	55	51	18
23	0	20	45	28	27	53	0	47	50	0	22
24	0	21	39	37	31	54	0	48	44	9	26
25	0	22	33	46	35	55	0	49	38	18	29
26	0	23	27	55	39	56	0	50	32	27	33
27	0	24	22	4	43	57	0	51	26	36	37
28	0	25	16	13	46	58	0	52	20	45	41
29	0	26	10	22	50	59	0	53	14	54	45
30	0	27	4	31	54	60	0	54	9	3	49

Iovis motus commutationis in diebus sexagenis & scrupul.: 60 günlük periyotlara ve dakikalara göre Jüpiter'in paralaks hareketi
Dies: Günler
MOTVS: HAREKETLER

Martis motus commutationis in annis & sexagenis annor.

Anni aegyp	MOTVS.				
1	2	48	28	30	36
2	5	36	57	1	12
3	2	25	25	31	48
4	5	13	54	2	24
5	2	2	22	33	0
6	4	50	51	3	36
7	1	39	19	34	12
8	4	27	48	4	48
9	1	16	16	35	24
10	4	4	45	6	0
11	0	53	13	36	36
12	3	41	42	7	12
13	0	30	10	37	46
14	3	18	39	8	24
15	0	7	7	39	1
16	2	55	36	9	37
17	5	44	4	40	13
18	2	32	33	10	49
19	5	21	1	41	25
20	2	9	30	12	1
21	4	57	58	42	37
22	1	46	27	13	13
23	4	34	55	43	49
24	1	23	24	14	25
25	4	11	52	45	1
26	1	0	21	15	37
27	3	48	49	46	13
28	0	37	18	16	49
29	3	25	46	47	25
30	0	14	15	18	2

Anni aegyp	MOTVS.				
31	3	2	43	48	38
32	5	51	12	19	14
33	2	39	40	49	50
34	5	28	9	20	26
35	2	16	37	51	2
36	5	5	6	21	38
37	1	53	34	52	14
38	4	42	3	22	50
39	1	30	31	53	26
40	4	19	0	24	2
41	1	7	28	54	38
42	3	55	57	25	14
43	0	44	25	55	50
44	3	32	54	26	26
45	0	21	22	57	3
46	3	9	51	27	39
47	5	58	19	58	15
48	2	46	48	28	51
49	5	35	16	59	27
50	2	23	45	30	3
51	5	12	14	0	39
52	2	0	42	31	15
53	4	49	11	1	51
54	1	37	39	32	27
55	4	26	8	3	3
56	1	14	36	33	39
57	4	3	5	4	15
58	0	51	33	34	51
59	3	40	2	5	27
60	0	28	30	36	4

Martis motus commutationis in annis & sexagenis annor.: Yıllara ve 60 yıllık periyotlara göre Mars'ın paralaks hareketi
Anni: Yıllar
MOTVS: HAREKETLER
aegyp: Mısır

Martis motus cõmutationis in diebus ſexagenis & ſcrupul.

Dies	MOTVS					Dies	MOTVS				
1	0	0	27	41	40	31	0	14	18	31	51
2	0	0	55	23	20	32	0	14	46	13	31
3	0	1	23	5	1	33	0	15	14	55	12
4	0	1	50	46	41	34	0	15	41	36	52
5	0	2	18	28	21	35	0	16	9	18	32
6	0	2	46	10	2	36	0	16	37	0	13
7	0	3	13	51	42	37	0	17	4	41	53
8	0	3	41	33	22	38	0	17	32	23	33
9	0	4	9	15	3	39	0	18	0	5	14
10	0	4	36	56	43	40	0	18	27	46	54
11	0	5	4	38	24	41	0	18	55	28	35
12	0	5	32	20	4	42	0	19	23	10	15
13	0	6	0	1	44	43	0	19	50	51	55
14	0	6	27	43	25	44	0	20	18	33	36
15	0	6	55	25	5	45	0	20	46	15	16
16	0	7	23	6	45	46	0	21	13	56	56
17	0	7	50	48	26	47	0	21	41	38	37
18	0	8	18	30	6	48	0	22	9	20	17
19	0	8	46	11	47	49	0	22	37	1	57
20	0	9	13	53	27	50	0	23	4	43	38
21	0	9	41	35	7	51	0	23	32	25	18
22	0	10	9	16	48	52	0	24	0	6	59
23	0	10	36	58	28	53	0	24	27	48	39
24	0	11	4	40	8	54	0	24	55	30	19
25	0	11	32	21	48	55	0	25	23	12	0
26	0	12	0	3	29	56	0	25	50	53	40
27	0	12	27	45	9	57	0	26	18	35	20
28	0	12	59	26	50	58	0	26	46	17	1
29	0	13	23	8	30	59	0	27	13	58	41
30	0	13	50	50	11	60	0	27	41	40	22

Martis motus comutationis in diebus sexagenis & scrupul.: 60 günlük periyotlara ve dakikalara göre Mars'ın paralaks hareketi
Dies: Günler
MOTVS: HAREKETLER

Veneris motus commutationis in annis & sexagenis annor.

Anni aegyp	MOTVS.					
1	3	45	1	45	3	
2	1	30	3	30	7	
3	5	15	5	15	11	
4	3	0	7	0	14	
5	0	45	8	45	18	
6	4	30	10	30	22	
7	2	15	12	15	25	
8	0	0	14	0	29	
9	3	45	15	45	33	
10	1	30	17	30	36	
11	5	15	19	15	40	
12	3	0	21	0	44	
13	0	45	22	45	47	
14	4	30	24	30	51	
15	2	15	26	15	55	
16	0	0	28	0	58	
17	3	45	29	46	2	
18	1	30	31	31	6	
19	5	15	33	16	9	
20	3	0	35	1	13	
21	0	45	36	46	17	
22	4	30	38	31	20	
23	2	15	40	16	24	
24	0	0	42	1	28	
25	3	45	43	46	31	
26	1	30	45	31	35	
27	5	15	47	16	39	
28	3	0	49	1	42	
29	0	45	50	46	46	
30	4	30	52	31	50	

Anni aegyp	MOTVS.					
31	2	15	54	16	53	
32	0	0	56	1	57	
33	3	45	57	47	1	
34	1	30	59	32	4	
35	5	16	1	17	8	
36	3	1	3	2	12	
37	0	46	4	47	15	
38	4	31	6	32	19	
39	2	16	8	17	23	
40	0	1	10	2	26	
41	3	46	11	47	30	
42	1	31	13	32	34	
43	5	16	15	17	37	
44	3	1	17	2	41	
45	0	46	18	47	45	
46	4	31	20	32	48	
47	2	16	22	17	52	
48	0	1	24	2	56	
49	3	46	25	47	59	
50	1	31	27	33	3	
51	5	16	29	18	7	
52	3	1	31	3	10	
53	0	46	32	48	14	
54	4	31	34	33	18	
55	2	16	36	18	21	
56	0	1	38	3	25	
57	3	46	39	48	29	
58	1	31	41	33	32	
59	5	16	43	18	36	
60	3	1	45	3	40	

Veneris motus commutationis in annis & sexagenis annor.: Yıllara ve 60 yıllık periyotlara göre Venüs'ün paralaks hareketi
Anni: Yıllar
MOTVS: HAREKETLER
aegyp: Mısır

Veneris motus cõmutationis in diebus ſexagenis & ſcrupul.

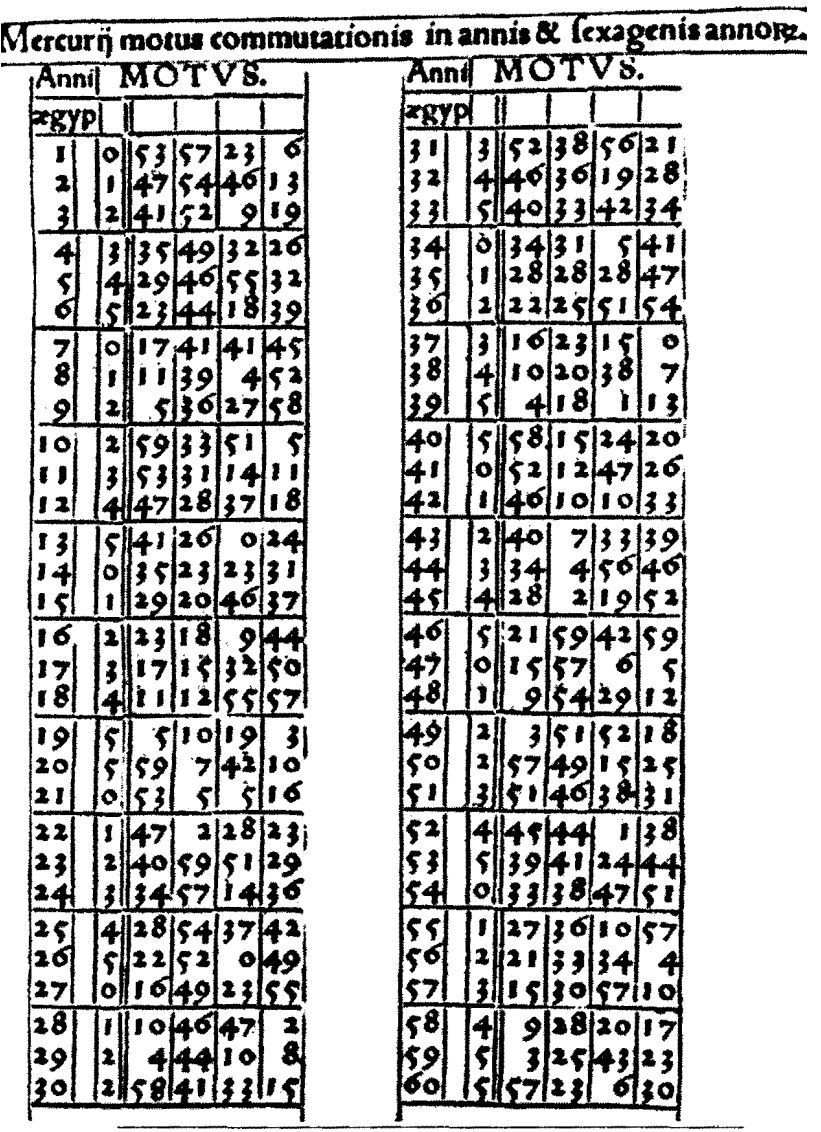
Dies	MOTVS				
1	0	0	36	59	28
2	0	1	13	58	57
3	0	1	50	58	25
4	0	2	27	57	54
5	0	3	4	57	22
6	0	3	41	56	51
7	0	4	18	56	20
8	0	4	55	55	48
9	0	5	32	55	17
10	0	6	9	54	45
11	0	6	46	54	14
12	0	7	23	53	43
13	0	8	0	53	11
14	0	8	37	52	40
15	0	9	14	52	8
16	0	9	51	51	37
17	0	10	28	51	5
18	0	11	5	50	34
19	0	11	42	50	2
20	0	12	19	49	31
21	0	12	56	48	59
22	0	13	33	48	28
23	0	14	0	47	57
24	0	14	47	47	26
25	0	15	24	46	54
26	0	16	1	46	23
27	0	16	38	45	51
28	0	17	15	45	20
29	0	17	52	44	48
30	0	18	29	44	17

Dies	MOTVS				
31	0	19	6	43	46
32	0	19	43	43	14
33	0	20	20	42	43
34	0	20	57	42	11
35	0	21	34	41	40
36	0	22	11	41	9
37	0	22	48	40	37
38	0	23	25	40	6
39	0	24	2	39	34
40	0	24	39	39	3
41	0	25	16	38	31
42	0	25	53	38	0
43	0	26	30	37	29
44	0	27	7	36	57
45	0	27	44	36	26
46	0	28	21	35	54
47	0	28	58	35	23
48	0	29	35	34	52
49	0	30	12	34	20
50	0	30	49	33	49
51	0	31	26	33	17
52	0	32	3	32	46
53	0	32	40	32	14
54	0	33	17	31	43
55	0	33	54	31	12
56	0	34	31	30	40
57	0	35	8	30	9
58	0	35	45	29	37
59	0	36	22	29	6
60	0	36	59	28	35

Veneris motus comutationis in diebus sexagenis & scrupul.: 60 günlük periyotlara ve dakikalara göre Venüs'ün paralaks hareketi

Dies: Günler

MOTVS: HAREKETLER

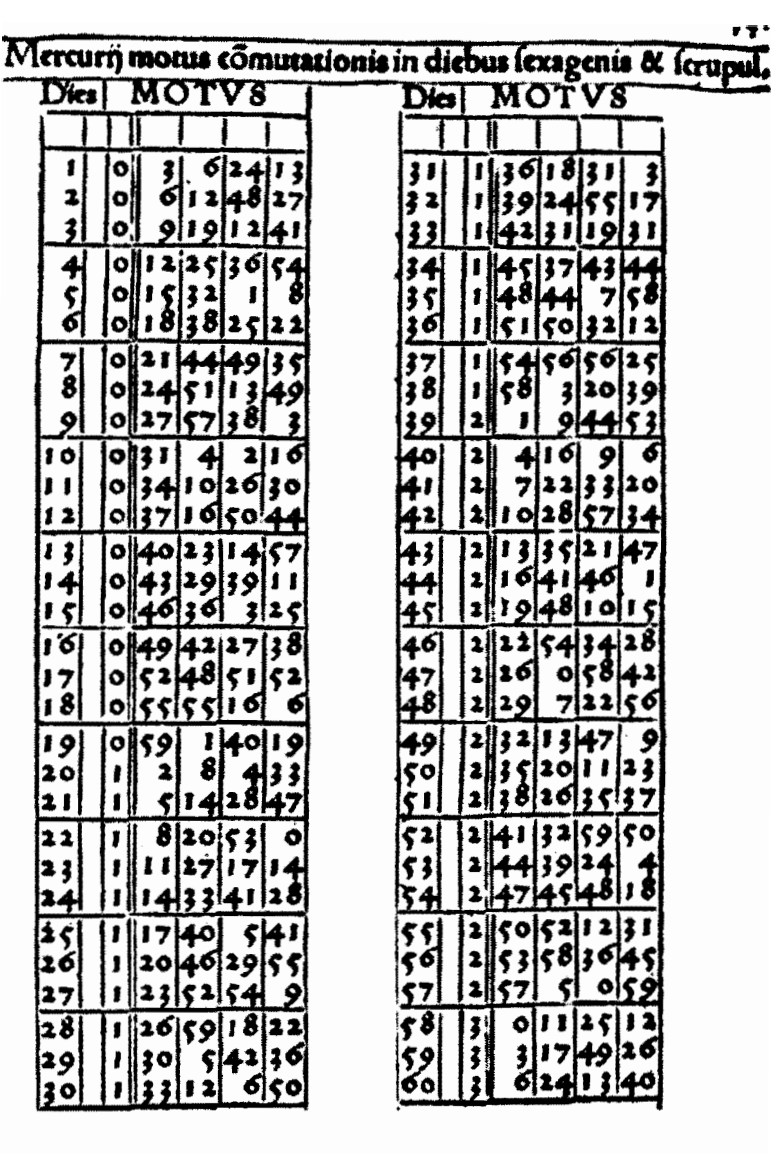


Mercurij motus commutationis in annis & sexagenis annor.

Anni	MOTVS.				
ægyp					
1	0	53	57	23	6
2	1	47	54	46	13
3	2	41	52	9	19
4	3	35	49	32	26
5	4	29	46	55	32
6	5	23	44	18	39
7	0	17	41	41	45
8	1	11	39	4	52
9	2	5	36	27	58
10	2	59	33	51	5
11	3	53	31	14	11
12	4	47	28	37	18
13	5	41	26	0	24
14	0	35	23	23	31
15	1	29	20	46	37
16	2	23	18	9	44
17	3	17	15	32	50
18	4	11	12	55	57
19	5	5	10	19	3
20	5	59	7	42	10
21	0	53	5	5	16
22	1	47	2	28	23
23	2	40	59	51	29
24	3	34	57	14	36
25	4	28	54	37	42
26	5	22	52	0	49
27	0	16	49	23	55
28	1	10	46	47	2
29	2	4	44	10	8
30	2	58	41	33	15

Anni	MOTVS.				
ægyp					
31	3	52	38	56	21
32	4	46	36	19	28
33	5	40	33	42	34
34	0	34	31	5	41
35	1	28	28	28	47
36	2	22	25	51	54
37	3	16	23	15	0
38	4	10	20	38	7
39	5	4	18	1	13
40	5	58	15	24	20
41	0	52	12	47	26
42	1	46	10	10	33
43	2	40	7	33	39
44	3	34	4	56	46
45	4	28	2	19	52
46	5	21	59	42	59
47	0	15	57	6	5
48	1	9	54	29	12
49	2	3	51	52	18
50	2	57	49	15	25
51	3	51	46	38	31
52	4	45	44	1	38
53	5	39	41	24	44
54	0	33	38	47	51
55	1	27	36	10	57
56	2	21	33	34	4
57	3	15	30	57	10
58	4	9	28	20	17
59	5	3	25	43	23
60	5	57	23	6	30

Mercurii motus commutationis in annis & sexagenis annor.: Yıllara ve 60 yıllık periyotlara göre Merkür'ün paralaks hareketi
Anni: Yıllar
MOTVS: HAREKETLER
aegyp: Mısır



Mercurij motus cõmutationis in diebus ſexagenis & ſcrupul.

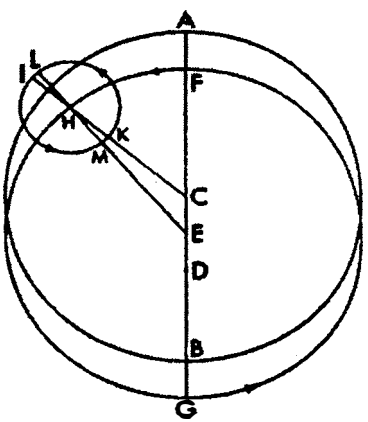
Dies	MOTVS				
1	0	3	6	24	13
2	0	6	12	48	27
3	0	9	19	12	41
4	0	12	25	36	54
5	0	15	32	1	8
6	0	18	38	25	22
7	0	21	44	49	35
8	0	24	51	13	49
9	0	27	57	38	3
10	0	31	4	2	16
11	0	34	10	26	30
12	0	37	16	50	44
13	0	40	23	14	57
14	0	43	29	39	11
15	0	46	36	3	25
16	0	49	42	27	38
17	0	52	48	51	52
18	0	55	55	16	6
19	0	59	1	40	19
20	1	2	8	4	33
21	1	5	14	28	47
22	1	8	20	53	0
23	1	11	27	17	14
24	1	14	33	41	28
25	1	17	40	5	41
26	1	20	46	29	55
27	1	23	52	54	9
28	1	26	59	18	22
29	1	30	5	42	36
30	1	33	12	6	50

Dies	MOTVS				
31	1	36	18	31	3
32	1	39	24	55	17
33	1	42	31	19	31
34	1	45	37	43	44
35	1	48	44	7	58
36	1	51	50	32	12
37	1	54	56	56	25
38	1	58	3	20	39
39	2	1	9	44	53
40	2	4	16	9	6
41	2	7	22	33	20
42	2	10	28	57	34
43	2	13	35	21	47
44	2	16	41	46	1
45	2	19	48	10	15
46	2	22	54	34	28
47	2	26	0	58	42
48	2	29	7	22	56
49	2	32	13	47	9
50	2	35	20	11	23
51	2	38	26	35	37
52	2	41	32	59	50
53	2	44	39	24	4
54	2	47	45	48	18
55	2	50	52	12	31
56	2	53	58	36	45
57	2	57	5	0	59
58	3	0	11	25	12
59	3	3	17	49	26
60	3	6	24	13	40

Mercurii motus comutationis in diebus sexagenis & scrupul.: 60 günlük periyotlara ve dakikalara göre Merkür'ün paralaks hareketi
Dies: Günler
MOTVS: HAREKETLER

2. Eskilerin Teorisine Göre Bu Gezegenlerin Düzenli ve Görünen Hareketlerinin Kanıtı

Gezegenlerin hareketleri bu şekilde ortaya konduktan sonra, şimdi de görünen düzensizliğe bakalım. Dünya'nın hareketsiz olduğunu kabul eden eski matematikçiler Satürn, Jüpiter, Mars ve Venüs ile ilgili olarak dış tekerleme eğrilerini içeren dış merkezli çemberlerin ve dış tekerleme eğrisiyle dış tekerleme eğrisindeki gezegenin bağlı olduğu başka bir dış merkezli çemberin düzenli hareket etmesi gerektiğini düşünüyorlardı.



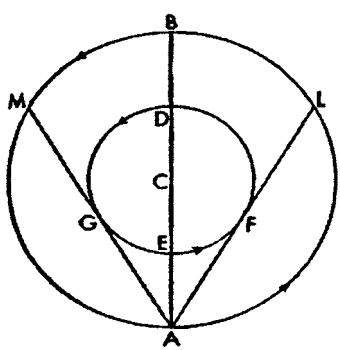
Buna uygun olarak, AB bir dış merkezli çember; C de merkezi olsun. ABC, çapı; üzerindeki D de Dünya'nın merkezi olsun; buna göre A, yeröte, B de yerberi olur. DC, E noktasında ortadan kesilsin; merkezi E olmak üzere diğer dış merkezli FG çemberi, ilk çizilen dış merkezli çemberin içinden geçsin. H, bu dış merkezli çemberde bir nokta; aynı zamanda çizilen IK dış tekerleme eğrisinin de merkezi olsun. Bunun merkezi boyunca IHKC ve benzer şekilde LHME düz çizgileri çizilsin. Bu durumda gezegenin enlemlerinden hareketle dış merkezli çemberlerin, ekliptiğin düzlemine ve benzer şekilde dış tekerleme eğrisinin de dış mer-

kezli çemberin düzlemine eğimli olduğu anlaşılsın; fakat bütün bunlar, gösterimi kolay olması açısından bir düzlemdeymiş gibi sunulur. Bu yüzden eskiler, E ve C noktalarıyla birlikte tüm bu düzlemin, ekliptiğin merkezi olan D'nin etrafında, sabit yıldızlar küresinin hareketiyle döndüğünü söylemişler; bununla da bu noktaların sabit yıldızlar küresinde değişmeyen konumlara sahip olduğunu kastetmişlerdi. Bunun yanında dış tekerleme eğrisinin, IHC çizgisiyle uyumlu olarak FHG çemberinde doğuya doğru hareket ettiğini ve bu çizgiyle alakalı olarak gezegenin IK dış tekerleme eğrisinde düzenli olarak döndüğünü de belirtmişlerdi. Fakat dış tekerleme eğrisinin düzenliliğinin, yörünge merkezi olan E'ye; gezegenin deviniminin ise LME çizgisine bağlı olarak belirmesi gerektiği de açıktır. Bu yüzden hem bu konuda hem de Merkür'le alakalı olarak, dairesel hareketteki düzenliliğin, ona ait olmayan başka bir merkeze bağlı olarak belirdiğini düşünmüşlerdi. Fakat ben bunun aksini, Ay'la ilgili olarak yeteri kadar ispatlamaya çalıştım. Bütün bunlar ve diğer benzer hususlar, bize Dünya'nın hareketliliği meselesini çözme fırsatını verdi; dahası bu çalışmanın prensiplerinin ve düzenliliğinin anlaşılabileceği başka yöntemleri ve daha sabit olduğu düşünülen, görünen düzensizliğin oranını sundu.

3. Dünya'nın Hareketine Bağlı Olarak Görünen Düzensizliğin Genel Gösterimi

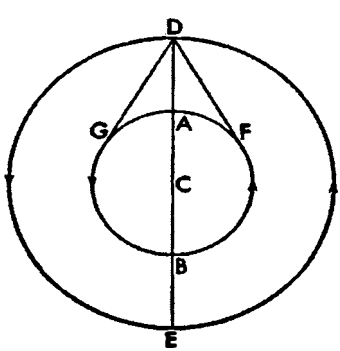
O halde bir gezegenin düzenli hareketinin düzensizmiş gibi görünmesinin, Dünya'nın hareketi ve gezegene özgü hareket olmak üzere iki nedeni vardır. Her iki nedeni de hem genel hatlarıyla hem de oküler gözlemle tek tek açıklayacağız; bu sayede birbirlerinden daha iyi bir şekilde ayırt edilebilecekler; Dünya'nın hareketinden ötürü hepsinin içine karışan hareketle, yani önce, Dünya'nın yörünge

çemberinin kapsadığı Venüs ve Merkür'le başlayacağız. Bunun için AB, yukarıda açıkladığımız ölçüde, yıllık dönüş boyunca Dünya'nın merkezinin çizdiği, Güneş için dış merkezli çember olsun. Fakat bu noktada gezegenin bundan başka düzensizliğinin olmadığını varsayalım; DE'yi Venüs ya da Merkür'ün yörünge çemberi, AB ile de eş merkezli yaparsak; enleminden ötürü DE'nin, AB'yle eğimli olması gerekir. Fakat daha iyi anlayabilmek adına bunlar aynı düzlemdeymiş gibi düşünülebilir. Dünya'nın A noktasında olduğu kabul edilsin; A'dan, F ve G noktalarında gezegen çemberine değecek olan AFL ve AGM görüş çizgileri çizilsin; ACB her iki dairenin de ortak çapı olarak uzatılsın. Hem Dünya'nın hem de gezegenin hareketi aynı yönde, yani doğuya doğru, fakat gezegeninki Dünya'nınkinden daha hızlı olsun.



Buna göre C noktası ve ACB çizgisi, Güneş'in ortalama hareketine uygun olarak göze A noktasına uzanır gibi görünecektir; fakat DFG dairesindeki gezegen, bir dış tekerleme eğrisindeymiş gibi, doğuya doğru FDG yayını daha uzun sürede, geri kalan GEF yayını batıya doğru daha kısa sürede kat edecek ve yukarıdaki yayda toplam FAG açısını Güneş'in ortalama hareketine ekleyecek, aşağıdaki yayda ise ondan çıkaracaktır. Buna uygun olarak gezege-

nin eksiltici hareketi özellikle de E yerberisi etrafında C'nin artırıcı hareketinden daha büyük görünecek, A noktasından ise, geride bırakan hareketten ziyade geriye gidiyor gibi görünecektir. Daha sonra açıklayacağımız şekilde, Pergeli Apollonius'un gösterdiği ve bu gezegenlerde olduğu gibi, CE çizgisinin AE çizgisine oranı, A noktasındaki hareketin gezegenin hareketine oranından daha büyüktür. Fakat artırıcı hareketin eksiltici harekete eşit olduğu yerde; gezegen, karşılıklı dengeden ötürü duruyor görünecektir; bu da görünümlere tümüyle uygundur. O halde, Apollonius'un düşündüğü gibi, gezegenin hareketinde başka bir düzensizlik olmasaydı; bu açıklama yeterli olurdu. Ancak, bu gezegenlerin sabahları ve akşamları sahip olduğu, FAE ve GAE açıları olarak anlaşılabilecek, Güneş'in ortalama hareketinden en büyük açısal uzanımlarından ne biri diğerine eşittir ne de toplamı her yerde aynıdır; görünen nedene göre bu gezegenlerin izlediği rota Dünya dairesiyle eş merkezli çemberler boyunca değil, ikinci düzensizliği tetikleyen diğer belirli daireler boyunca uzanır. Aynı husus, Dünya'nın etrafındaki daireler olan yukarıdaki üç gezegen Satürn, Jüpiter ve Mars için de ortaya konur. Bunun için ilk Dünya dairesi yeniden çizilsin ve DE, aynı düzlemde dıştaki eş merkezli çember olsun: Gezegenin konumu olarak, D noktasında bir yer belirlensin ve D'den ortak

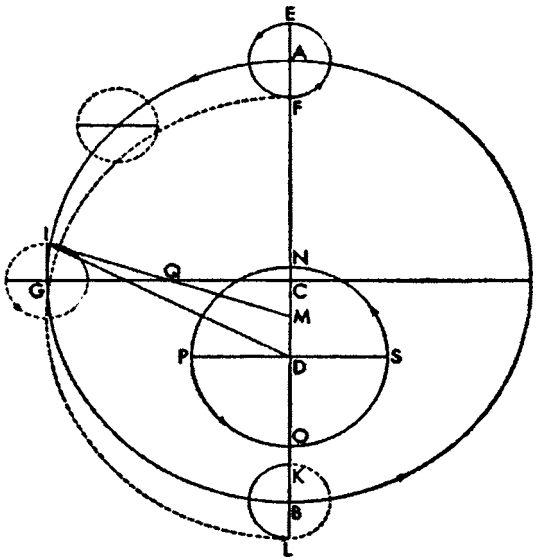


DACBE çapı; F ve G noktalarında Dünya'nın yörünge çemberine dokunan DF ve DG düz çizgileri çizilsin. Gezegen Güneş'e zıt, Dünya'ya ise en yakın konumdayken, A noktasından sadece, Güneş'in ortalama hareketinin çizgisi olan DE'deki gezegenin hakiki konumu görünür olacaktır.

Buna göre Dünya, B'de gezegene ve Güneş'e zıt konumda yer aldığında aynı düz çizgide olsa bile, Güneş'in C'ye yakınlığından ötürü tümüyle görünür olmayacaktır. Fakat Dünya'nın hareketi daha hızlı olduğundan ve gezegeni geçtiğinden, yeröte yayı FBG boyunca toplam GDF açısını gezegenin hareketine eklediği ve GAF yayı daha küçük olduğundan geri kalan bu yay boyunca aynı açıyı çıkardığı görülecektir. Fakat Dünya'nın eksiltici hareketinin, gezegenin artırıcı hareketini aştığı yerde, özellikle de A'nın bitişiğinde, gezegenin Dünya tarafından geçildiği; batıya doğru hareket ettiği ve görüş açısına göre zıt olan hareketler arasındaki en küçük mesafenin olduğu konumda durmaya yaklaştığı görülecektir. Bu yüzden bir kez daha, eskilerin her bir gezegenin dış tekerleme eğrileri sayesinde incelediği bütün bu görünen hareketlerin, Dünya'nın hareketinden ötürü belirdiği açıktır. Fakat Apollonius'un ve eskilerin görüşünün aksine gezegene göre, Dünya'nın düzensiz deviniminin yol açtığı gibi, gezegen hareketi düzenli bulunmadığından; gezegenler eş merkezli bir çemberde değil, aksine ileride tam olarak göstereceğimiz başka bir şekilde taşınır.

4. Gezegenlerin Tam Hareketleri Niçin Düzensiz Görünür?

Diğerlerinden farklı olduğu görülen Merkür dışındaki gezegenlerin boylamdaki hareketleri yaklaşık olarak aynı yolu izlediğinden, dört gezegeni bir yerde inceleyip, Merkür için başka bir yer ayıracağız.



Eskiler (gösterildiği gibi) iki dış merkezli çembere tek bir hareket atfetmişti; biz de, bir dış tekerleme eğrisi taşıyan bir dış merkezli çemberle birleşmesi ya da bir dış tekerleme eğrisindeki başka bir dış tekerleme eğrisi sayesinde görünen düzensizliğin bir olması dışında, iki düzenli hareket olduğuna karar verdik. Buna göre bütün bunlar, yukarıda Güneş ve Ay'la alakalı olarak gösterdiğimiz gibi, aynı düzensizliği etkiler. Buna uygun olarak AB, C'nin etrafındaki dış merkezli çember olsun. ACB, gezegenin en yüksek ve en alçak apsidinden geçen, aynı zamanda Güneş'in ortalama konumunu içeren çap olsun. D, ACB'de Dünya'nın yörünge çemberinin merkezi olsun; merkezi en yüksek apsit A ve çapı CD'nin üçte biri olan EF çizilsin. F bunun yerberisi olsun, gezegen de buraya yerleştirilsin. Bu durumda AB dış merkezli çemberi boyunca dış tekerleme eğrisinin hareketi doğu yönünde olsun; gezegenin dış tekerleme eğrisinin üst yayındaki hareketi de benzer şekilde doğuya doğru; geri kalan yaydaki ise batıya doğru olsun; dış tekerleme eğrisinin ve gezegenin devi-

nimleri birbirine eşit olsun. Bu yüzden dış tekerleme eğrisi, dış merkezli çemberin en yüksek apsidinde; gezegen ise tersine dış tekerleme eğrisinin yerberisindeyken; hareketleri arasındaki ilişki birbirinin tam tersi olacaktır; zira hem gezegen hem de dış tekerleme eğrisi kendi yarım çemberlerini kat edeceklerdir. Fakat her iki ortalama çeyrekte her birinin kendi ortalama apsidi olacak ve dış tekerleme eğrisinin çapı AB çizgisine paralel olacaktır; orta noktalarda ise çap, AB'ye dik olacak; geri kalan zamanda her daim AB'ye doğru hareket edecek ya da AB'den uzaklaşacaktır. Bütün bunlar hareketlerden, aşağıdaki gibi kolayca anlaşılabilir. Gezegenin, eski matematikçilerin teorisine uygun olarak, bu bileşik hareketle kusursuz bir çember çizmediği, aksine algılanamaz bir kavisle farklılaştığı gösterilmiş olur. Buna uygun olarak aynı KL dış tekerleme eğrisi yeniden çizilsin; B de merkezi olsun. AG, bir dairenin çeyreği olarak düşünülsün ve HI, G'nin etrafındaki bir dış tekerleme eğrisi olsun. CD, üç eşit parçaya bölünsün ve CM, CD'nin 1/3'üne; o da GI'ya eşit olsun. Birbirini Q'da kesen GC ve IM de eklensin. Buna uygun olarak, hipoteze göre, AG yayı, HI yayına; ACG açısı da 90°ye eşit olduğundan HGI açısı 90°dir. IQG açısı, MQC açısına eşittir; zira bunlar dik açılardır. O halde GIQ ve QCM üçgenleri eşit açılıdır ve hipoteze göre GI tabanı CM tabanına eşit olduğundan, karşılıklı olarak kenarları birbirine eştir. Ve QI, QC'den; QM, QG'den büyük olup QC ve QM birbirine eşittir; o halde IQM, GQC'den büyük olup FM, ML'ye, o da AC'ye ve o da CG'ye eşittir. Bu durumda F ve L noktaları boyunca, M merkezi etrafında çizilen ve AB dairesine eşit olan daire, IM çizgisini kesecektir. Aynı kanıt, karşıt çeyrekte de geçerli olacaktır. Buna göre, gösterildiği gibi, dış merkezli dairedeki dış tekerleme eğrisinin düzenli hareketleriyle, dış tekerleme eğrisindeki gezegen kusursuz değil de yarım bir daire çizecektir. Bu durumda NO, D merkezi etrafında Dünya'nın yıllık yörünge çemberi olarak çizilsin, IDR

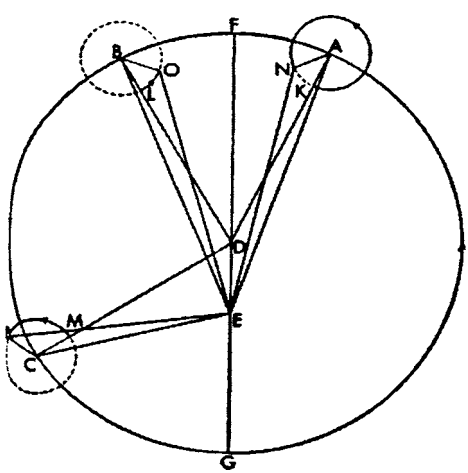
uzatılsın, PDS de CG'ye paralel olarak çizilsin. Buna göre IDR, gezegenin hakiki hareketinin; GC ise ortalama ve düzenli hareketinin düz çizgisi olacaktır. R, gezegene göre Dünya'nın hakiki; S de ortalama yerötesi olacaktır. Buna göre RDS veya IDP açısı, her ikisinin düzenli ve görünen hareketi arasındaki, yani ACG ile CDI açısı arasındaki farktır. Fakat dış tekerleme eğrisinin yörüngesi olarak AB dış merkezli çemberi yerine, D etrafında eşit bir eş merkezli çember alabiliriz; bunun yarıçapı DC'ye eşit ve diğer dış tekerleme eğrisinin yörüngesi olur; yarıçapı ise MD'nin yarısıdır. Buna uygun olarak ilk dış tekerleme eğrisi, doğuya doğru; ikinci dış tekerleme eğrisi ise ters yönde hareket etsin; sonuç olarak ikinci dış tekerleme eğrisindeki gezegen, iki misli hareketle dönsün. Ay'la ilgili olandan ya da bahsedilen diğer yöntemlerden birinden farklı olmayan, benzer durumlar geçerli olacaktır. Fakat burada dış tekerleme eğrisini taşıyan dış merkezli çemberi tercih ettik; zira Güneş görünümleriyle ilgili olarak da gösterildiği gibi, her daim Güneş ile C arasında kalan D merkezinin bu noktada değiştiği görülür. Fakat geri kalan görünümler bu değişiklikle orantılı olmadığından bu gezegen hareketlerinde başka bir düzensizliğe ihtiyaç vardır: Bu düzensizlik her ne kadar çok belirsizse de, yeri geldiğinde de görülebileceği gibi, Mars ile Venüs'tekine benzer şekilde kavranabilir. Buna göre çok geçmeden, görünümlere uygun bu hipotezlerin yer aldığı gözlemlerle kanıtlar sunacağız; bunu evvela Satürn, Jüpiter ve Mars için yapacağız; bu gezegenlerde yerötenin konumunu ve CD mesafesini bulmak gerçekten zor olup büyük önem teşkil eder; buna karşılık diğerleri yeröte ve CD mesafesi sayesinde kolayca gösterilebilir. Bu yüzden Ay'la ilgili kullandığımız, Yunanların[7]

7 Ptolemaeus ve onun izinden gidenlerin (ed. D. T. Whiteside, *The Mathematical Papers of Isaac Newton*, cilt V. 1683-1684, s. 516, Cambridge University Press, 2008).

gezegenlerin acronychia ışıkları, bizim de *gecenin derinlikleri* dediğimiz, yani gezegen Güneş'in karşısında, Güneş'in ortalama hareketinin düz çizgisine geldiğinde, Dünya'nın hareketinin getirdiği düzensizlikten kurtulduğunda gerçekleşen üç eski Güneş karşı konumunu, yeni üç karşı konumla karşılaştırma yöntemini burada da kullanacağız. Böylesi konumlar; gezegenin, Güneş'in karşısında bir noktaya vardığı anlaşılıncaya dek, *astrolabium*-la yapılan gözlemlerle ve Güneş'le karşı konumların hesaplanmasıyla saptanır.

5. Satürn'ün Hareketinin Gösterilmesi

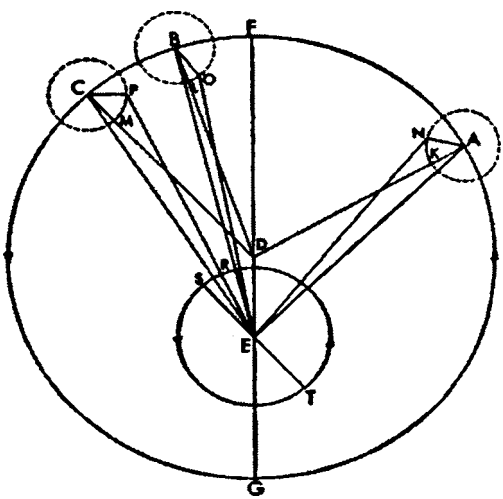
Buna göre, Ptolemaeus tarafından gözlemlenen üç karşı konumu dikkate alarak Satürn'le başlayacağız. İlk karşı konum, Hadrianus'un 11. yılında, Mechyr ayının 7. gününde, gecenin ilk saatinde; İsa'dan sonra 127. yılda, Nisan ayının başından önceki 7. günde, İskenderiye'de 1 saat uzaklıkta bulduğumuz Krakow meridyenine göre gece yarısından sonraki 17 eşit saatte gerçekleşti.



Bu durumda bütün bu karşı konumlar için kaynak aldığımız düzenli hareketin başlangıç noktası olan sabit yıldızlar küresine göre gezegenin konumunun yaklaşık olarak 174°40′da olduğu bulunmuştur; zira Güneş basit hareketiyle başlangıç noktası olarak kabul edilen Koç'un boynuzundan itibaren 354°40′ karşı konumdaydı. İkinci karşı konum Hadrianus'un 17. yılında, Mısır takvimine göre Epiphy ayının 18. gününde; Roma takvimine göre İsa'dan sonraki 133. yılda, Haziran ayının 5'inden önceki 3. günde, gece yarısından 11 ekvatoral saat sonra gerçekleşti: Ptolemaeus, Güneş gece yarısından sonraki 15 saatte, ortalama hareketiyle 63°3′dayken, gezegenin 243°3′da olduğunu buldu. Üçüncü olarak Hadrianus'un 20. yılında, Mısır takvimine göre Mesori ayının 24. gününde; İsa'dan sonra 136. yılda, Temmuz ayının 15'inden önceki 8. günde, gece yarısından sonraki 11 saatte (yine Krakow meridyenine göre), ortalama hareketiyle Güneş 97°37′dayken gezegenin 277°37′da olduğunu kaydetti. Buna göre ilk aralıkta 6 yıl 70 gün 55 dakika vardı; bu zaman diliminde gezegen, görüş açısına göre, 62°23′ hareket etmiş; Dünya'nın ortalama hareketi gezegene, yani paralaksın hareketine bağlı olarak 352°44′ydı. O halde çemberdeki 7°16′ eksiklik gezegenin ortalama hareketine ait olduğuna göre sonuç 75°39′ydı. İkinci aralıkta 3 Mısır yılı 35 gün 50 dakika vardır; gezegenin görünen hareketi 34°34′; paralaksın hareketi 356°43′dır; çemberde geriye kalan 3°17′ gezegenin görünen hareketine eklendiğinde ortalama hareket 37°51′ olur. Bu gözlemden sonra gezegenin dış merkezli çemberi olan ABC çizilsin; D merkezi, FDG çapı olsun; bu çaptaki E de Dünya'nın büyük yörünge çemberinin merkezi olur. Buna göre A, dış tekerleme eğrisinin Güneş'le ilk karşı konumdaki; B, ikinci karşı konumdaki; C de üçüncü karşı konumdaki merkezi olsun. Bunlar boyunca; DE'den eşit uzaklıkta, üç çizginin ucunda aynı dış tekerleme eğrisi çizilsin. A, B ve C merkezleri; K, L ve M noktalarında dış teker-

leme eğrisinin yayını kesen düz çizgilerle D ve E'yle birleşsin. KN yayı AF yayına, LO yayı BF yayına ve MP, FBC'ye eşit alınsın; EN, EO ve EP eklensin. Bu durumda hesaplamayla AB yayı 75°39′; BC yayı 37°51′; görünen hareketin açıları olan NEO açısı 68°23′ ve OEP açısı ise 34°34′dır. Problemimiz, merkezler arasındaki DE uzaklığıyla birlikte en yüksekteki ve en alçaktaki apsidin, yani F ile G'nin konumunu araştırmaktır; bunun dışında düzenli ve görünen hareketi saptamanın yolu yoktur. Burada Ptolemaeus gibi, büyük bir güçlükle karşılaşıyoruz; zira verilen NEO açısı, yine verilen AB yayı, OEP açısı ve BC yayını kapsasaydı, üzerinde durduğumuz gösterimin yolu da açılmış olurdu. Fakat bilinen AB yayı, bilinmeyen AEB açısınca görüldüğünden ve benzer şekilde bilinmeyen BEC açısı bilinen BC yayını gördüğünden; her iki bilinmeyenin de bilinmesi şarttır. Fakat evvela dış tekerleme eğrisinde kendilerine benzer olan AF, FB ve FBC yayları bilinmeden, açılar arasındaki AEN, BEO ve CEP farkları da anlaşılamaz; bu yüzden bunlar birbirine bağlıdır; ya aynı anda bilinirler ya da bilinemezler. O halde kanıttan yoksun olan bütün bu değerler dolaylı yollara ve *a posteriori* yöntemine ihtiyaç duyar; doğrudan ve *a priori* yöntemin önü tıkalıdır. Bu yüzden Ptolemaeus, bu tahkikatta tüm gücünü sonu gelmeyen bir iddiaya ve çok sayıda hesaba ayırmıştır; ben de bunu yeniden düzenlemeyi lüzumsuz ve sıkıcı buluyorum; özellikle de aşağıdaki hesaplarımızda yaklaşık aynı yöntemi kullanacağım. Ptolemaeus, hesaplamalarında AF'nin 57°1′; BF'nin 18°37′; FBC'nin ise 56,5° olduğunu bulmuştu. Fakat DF 60^{p} iken, merkezlerin uzaklığı $6^{p}50'$; DF 10.000 birimken, yine merkezlerin uzaklığı 1139 birimdir. Bu durumda 1139 birimin 3/4'ü yaklaşık olarak 854; 1/4'ü ise 285 birimdir. O halde DE 854 birim; dış tekerleme eğrisinin yarıçapı ise 285 birimdir. Hipotezimiz için bu tahminleri ve alıntıları yaparak bütün bunların gözlenen görünümlerle uyumlu olduğunu göstereceğiz. Buna göre ilk Güneş karşı konumunda,

ADE üçgeninde AD kenarı 10.000; DE kenarı 854 birimdir; ADE açısı da 180°nin ADF açısından farkına eşittir. Bu durumda düzlemsel üçgenlerle ilgili gösterdiklerimizin yardımıyla AE kenarı 10.489 birim; DEA açısı 53°6′; dört dik açı 360°yi verirken DAE açısı 3°55′dır. Fakat KAN açısı, ADF açısına; o da 57°1′ya eşittir. Buna göre NAE açısı 60°56′dır. Buradan hareketle NAE üçgeninde kenarlar bulunmuş olur: AD, 10.000 birimken AE kenarı 10.489; NA kenarı ise 285 birimdir; beri yandan NAE açısı da bulunur. Buna göre AEN açısı 1°22′; dört dik açı 360°yi verirken NED açısı 51°44′dır.



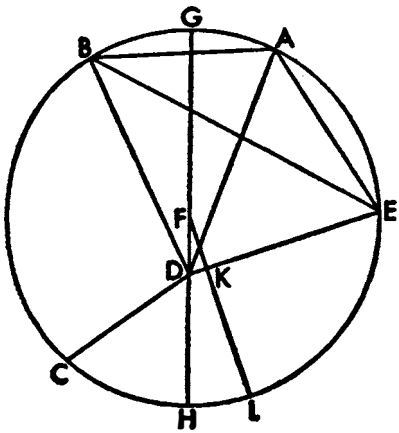
Benzer durum ikinci karşı konumda da geçerlidir. Buna göre BDE üçgeninde, BD 10.000 birimken DE kenarı 854 birimdir; BDE açısı da, 180°nin BDF'den farkına, yani 161°22′ya eşittir. Bu yüzden BDE üçgenindeki kenarlar ve açılar da bulunur: BD, 10.000 birimken, BE 10.812 birim; DBE açısı 1°27′; BED açısı ise 17°11′dır. Fakat OBL açısı, BDF açısına; o da 18°36′ya eşittir. O halde EBO açısı 20°3′dır. Buna uygun olarak EBO üçgeninde, EBO açısıyla birlikte iki kenar da bulunmuş olur: BE 10.812, BO 285 bi-

rimdir. Düzlemsel üçgenlerle ilgili gösterdiğimiz gibi BEO açısı 32′dır. Buradan hareketle BED açısı 16°39′dır. Ayrıca üçüncü Güneş karşı konumunda, CDE üçgeninde de durum öncekiler gibidir; CD ve DR kenarı bulunur; CDE açısı da 180°nin 56°29′dan farkına eşittir. Doğrusal üçgenlerle ilgili dördüncü kurala göre, CD 10.000 birimken, CE tabanı 10.512 birimdir. DCE açısı 3°53′; CED açısı ise 52°36′dır. Buna göre dört dik açı 360°yi verirken ECP açısı 60°22′dır. Böylece ECP üçgeninde, ECP açısıyla birlikte iki kenar da bulunmuş olur; dahası CEP açısı 1°22′dır; buradan hareketle PED açısı da 51°14′dır. Buradan hareketle, görünen hareketin tüm açıları da bulunur: Gözlemlerimize uygun olarak, OEN açısı 68°23′; OEP açısı ise 34°35′dır. Dış merkezli çemberin en yüksek apsidinin konumu olan F de Koç'un başından itibaren 226°20′dadır. İlkbahar ekinoksunun söz konusu devinmesi 6°40′ olduğundan, Ptolemaeus'un vardığı sonuca göre 226°20′nın 6°40′yla toplamı Akrep'in 23°sini verir. Buna göre üçüncü Güneş karşı konumunda gezegenin görünen konumu, yukarıda da kaydedildiği gibi, 227°37′ydı. Görünen hareketin açısı PED ise 51°14′dır. Buradan hareketle 227°37′nın 51°14′dan farkı, dış merkezli çemberin en yüksek apsidinin konumu olan 226°23′dır. Buna uygun olarak R noktasında PE çizgisini kesen Dünya'nın RST yıllık yörünge çemberi çizilsin; SET çapı da gezegenin ortalama hareketinin çizgisine paralel çizilsin. Bu durumda SED açısı, CDF açısına eşit olduğundan SER açısı, görünenle ortalama hareket, yani CDF açısı ile PED açısı arasındaki fark ve eşitleme olur: 5°16′. Paralaksın ortalama ve hakiki hareketi arasında benzer bir fark vardır. Buna göre RT yayı, 180°nin SER yayından farkına, yani 174°44′ya eşittir; bu da üçüncü Güneş karşı konumu ya da Dünya ile gezegenin hakiki karşı konumuna göre, T başlangıç noktasından, yani Güneş ile gezegenin ortalama kavuşumundan itibaren paralaksın düzenli hareketidir. Buna göre bu gözlem zamanında, Hadrianus'un yönetiminin 20. yılında, İsa'dan sonraki 136. yılda, 15 Tem-

muz'dan önceki 8. günde, gece yarısından 11 saat sonra Satürn'ün ayrıklık hareketinin, dış merkezli çemberin en yüksek apsidinden itibaren 56,5°; paralaksın ortalama hareketininse 174°44′ olduğunu bulduk. Öyle ki aşağıda anlatılacaklardan ötürü bunları göstermenin tam zamanıydı.

6. Satürn'ün Son Dönemde Gözlenen Diğer Üç *Acronychia*'sı Üzerine

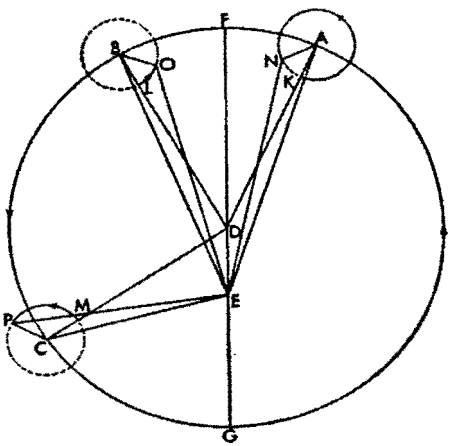
O halde Ptolemaeus tarafından aktarılan Satürn'ün hareketine dair hesabın günümüzle en ufak bir uyumsuzluğu olmadığından ve hatanın hesabın hangi kısmında yer aldığı bir çırpıda anlaşılamayacağından, yeniden ele aldığımız üç Güneş karşı konumu dışında yeni gözlemler yapmak durumundayız. İlk karşı konum İsa'dan sonra 1514 yılında, Mayıs'ın 7'sinden önceki 3. günde, gece yarısından 1,2 saat önce gerçekleşti; bu zaman noktasında Satürn'ün 205°24′da olduğu keşfedildi. İkinci karşı konum İsa'dan sonra 1520 yılında, Temmuz'un 15'inden önceki 3. günde, gün ortasında gerçekleşti; gezegen 273°25′daydı. Üçüncü karşı konum ise İsa'dan sonra 1527 yılında, Ekim'in 15'inden önceki 6. günde, gece yarısından 6,4 saat sonra gerçekleşmişti; Satürn, Koç'un boynuzundan itibaren 7′da belirmişti. Buna uygun olarak ilk ve ikinci Güneş karşı konumu arasında 6 Mısır yılı 70 gün 33 dakika vardı; bu zaman diliminde Satürn'ün görünen hareketi 68°1′ydı. İkincisinden üçüncüsüneyse 7 Mısır yılı 89 gün 46 dakika vardı ve gezegenin görünen hareketi 86°42′ydı; ortalama hareket ilk aralık boyunca 75°39′; ikinci aralık boyunca ise 88°29′ydı. En yüksek apsidin ve dış merkezliliğin araştırılmasında öncelikle Ptolemaeus'un kuralına uymamız gerekiyor; buna göre, her ne kadar tam anlamıyla yeterli değilse de, gezegeni basit bir dış merkezli çemberde hareket ediyormuş gibi düşünüp gerçeğe daha kolay ulaşacağız.



Buna uygun olarak ABC, gezegenin düzenli bir şekilde hareket ettiği çember olsun; ilk karşı konum A'da, ikincisi B'de, üçüncüsü de C'de olsun. Dünya'nın yörünge çemberinin merkezi bunun içinde D olarak alınsın. AD, BD ve CD de eklensin; bunlardan biri düz bir çizgide yayın karşı bölümüne uzatılsın, bu CDE olsun; AE ve BE de eklensin. Bu durumda, iki dik açı 180°yi verirken BDC açısı 86°42′, BDE açısı 93°18′dır; buna karşılık iki dik açının 360° olduğu durumda BDE açısı 186°36′dır. BC yayını kesen BED açısı 88°29′, DBE açısı ise 84°55′dır. Buna göre BDE üçgeninin açıları bulunduğundan, tablo sayesinde kenarlar da elde edilir: Üçgeni çevreleyen çemberin çapı 20.000 birimken; BE kenarı 19.953, DE 13.501 birimdir. Benzer şekilde ADE üçgeninde ADC açısı, iki dik açı 180°yi verirken, 154°43′ olup ADE açısı, 180°nin ADC açısından farkına, o da 25°17′ya eşittir. Buna karşılık iki dik açının 360° olduğu durumda ADE 50°34′dır. ABC yayını kesen AED açısı 164°8′, DAE açısı 145°18′dır; buradan hareketle kenarlar da saptanır: ADE üçgenini çevreleyen çemberin çapı 20.000 birimken, DE kenarı 19.090; AE kenarı 8542 birimdir. Buna karşılık DE 13.501, BE 19.953 birimken, AE 6043 birimdir. Buradan hareketle AB üçgenindeki BE ve EA kenarları da bulu-

nur; AB yayını kesen AEB açısı 75°39′dır. O halde düzlemsel üçgenlerle ilgili olarak gösterdiğimiz gibi, BE'nin 19.968 birim olduğu yerde AB 15.647 birimdir. Fakat buna göre dış merkezli çemberin çapı 20.000 birimken, AB kirişi 12.266, EB 15.664, DE ise 10.599 birimdir. Buna göre BE kirişine oranla BAE yayı 103°7′dır. Buradan hareketle EABC yayı 191°36′dır. CE yayı, 360°nin EABC yayından farkına, yani 168°24′ya eşittir; o halde CDE kirişi 19.898 birimdir. CD, CDE'nin DE'den farkına, yani 9299 birime eşittir. Şu ortaya çıkıyor ki, CDE dış merkezli çemberin çapı olsaydı, en yüksek ve en alçak apsidin konumları bu çapın üzerine düşer, merkezler arasındaki mesafe de belli olurdu; fakat EABC dilimi daha büyüktür ve merkez de onun üzerinde olacaktır. F merkez olsun ve GFDG çapı F ve D boyunca uzatılsın; FKL, CDE'ye dik olarak çizilsin. Bu durumda CD, DE çarpımının GD, DH çarpımına eşit olduğu açıktır. Fakat GD, DH çarpımının FD'nin karesiyle toplamı GDH'nin yarısının karesine; o da FDH'nin karesine eşit olur. Buna göre FDH'nin karesinin CD, DE çarpımından farkı, FD'nin karesini verir. O halde GF yarıçapı 10.000 birimken FD 1200 birime; GF yarıçapı 60^{p} iken FD, Ptolemaeus'un hesabından biraz farklı olarak, 7^{p}12′ya eşittir. Fakat CDK, CDE'nin yarısına, yani 9949 birime, CD de 9299 birime eşit olduğundan; GF 10.000 ve FD 1200 birimken DK, CDK'nin CD'den farkına, yani 650 birime eşittir. Fakat FD 10.000 birimken, DK 5411 birimdir. DK, DFK'nin iki katını ayıran kirişin yarısına eşit olduğundan, DFK açısı, dört dik açı 360°yi verirken, 32°45′ya eşittir ve çemberin merkezinde yer aldığından, çevre üzerindeyken de benzer bir kirişi ve HL yayını keser. Fakat CHL yayı, CLE'nin yarısına, yani 84°13′ya eşittir; o halde CH yayı, CHL'nin HL'den farkına, yani 51°28′ya eşittir; bu da üçüncü karşı konumdan yerberiye mesafesidir. Bu durumda 180°nin 51°28′dan farkı CBG'ye, o da 128°32′ya eşit olur; bu da en yüksek apsitten üçüncü karşı konuma olan

mesafedir. CB yayı 88°29′ olduğundan, BG yayı, CBG'nin CB'den farkına, yani 40°3′ya eşittir; bu da en yüksek apsitten ikinci Güneş karşı konumuna olan mesafedir. BGA yayı 75°39′ olduğundan, GA yayı, BGA'nın BG'den farkına, yani 35°36′ya eşittir; bu da ilk karşı konumdan G yerötesine mesafedir. Buna göre ABC, çapı FDEG, merkezi D, yerötesi F, yerberisi G olan bir daire olsun. AF yayı 35°36′ya, FB yayı 40°3′ya, FBC yayı da 128°32′ya eşit olsun. Bu durumda DE, merkezler arasındaki mesafenin dörtte üçlük kısmı olarak alınsın; yani yarıçap 10.000 birimken, DE 900; çeyrek mesafe ise 300 birim olsun.



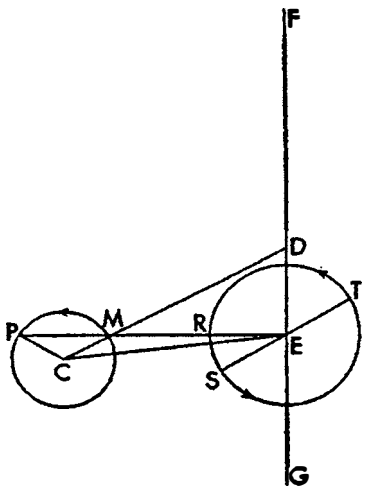
Yarıçap olarak çeyrek mesafeyle birlikte dış tekerleme eğrisi, A, B ve C merkezleri boyunca çizilsin; bizden öncekilerin hipotezlerine uygun olarak şekil tamamlansın. Fakat bu düzenle birlikte Satürn'ün gözlenen konumlarını, yukarıda ele alınan ve tekrarlanacak olan yöntemle öğrenmek istersek, bir uyuşmazlık buluruz. Okuyucuyu çok fazla sözle boğmamak ya da anayola dikkat çekmekten çok tali yollarla meşgul olmuş gibi görünmemek için kısaca söylememiz gerekirse; bütün bunlar, üçgenlerle ilgili gösterdiklerimiz ne-

deniyle, bizi kaçınılmaz olarak NEO açısının 67°35′, OEP açısının ise 87°12′ olduğu sonucuna götürür. Fakat OEP açısı, görünen açıdan 0,5° daha büyük, NEO açısı ise 26′ daha küçüktür. Yeröte biraz ileriye doğru kaydırılır, AF yayı 38°50′, FB yayı 36°49′, FBC yayı 125°18′ ve FD 10.000 birimken, merkezler arasındaki mesafe olan DE 854, dış tekerleme eğrisinin yarıçapı 285 birim olarak alınırsa, bu açıların birbirinin karesi olacağını buluruz; bu da yukarıda gösterildiği gibi, Ptolemaeus'un hesabına üç aşağı beş yukarı uyar. Bu durumda bu büyüklüklerin, gözlemlenen görünen üç Güneş karşı konumuyla uyumlu olduğu da açıktır. İlk karşı konumda ADE üçgeninde, AD 10.000 birimken, DE kenarı 854 birimdir. ADE açısı ile ADF açısının toplamı 2 dik açı olduğundan, ADE 141°10′dır. Buradan hareketle, FD yarıçapı 10.000 birimken, AE kenarının 10.679 birim; DAE açısının 2°52′; DEA açısının ise 35°58′ dakika olduğu gösterilmiş olur. Benzer şekilde AEN üçgeninde, KAN açısı, ADF açısına eşit olduğundan; EAN açısı, 41°42′ya; AE 10.679 birimken, AN kenarı 285 birime eşittir. Buradan hareketle AEN açısı 1°3′, buna karşılık DEA açısı da 35°58′dır. Bu durumda DEN açısı 34°55′dır. İkinci Güneş karşı konumunda, DEB üçgeninin iki kenarı bulunur: DB 10.000 birimken, DE 854 birim, BDE açısı ise 153°11′dır. Bu durumda BE 10.697 birim, DBE açısı 2°45′, BED açısı 34°4′dır. Fakat LBO açısı, BDF açısına eşittir; o halde merkezde olduğu gibi, EBO açısı 39°34′dır. O halde bu açıyı bulunan kenarlar oluşturur: BO 285, BE 10.697 birimdir; buradan hareketle BEO açısı 59′dır. Ve OED açısı, BED açısının BEO açısından farkına, yani 33°5′ya eşittir. Fakat ilk Güneş karşı konumunda DEN açısının 34°55′ olduğu gösterilmişti. Buna göre OEN açısı 68°dir; bununla ilk Güneş karşı konumunun ikinci karşı konumdan mesafesi görünür olmakla birlikte gözlemlere de uyar. Aynısı üçüncü karşı konumda da gösterilecek. CDE üçgeninde CDE açısı 54°42′, CD kenarı

10.000, DE kenarı 854 birimdir; buradan hareketle EC kenarı 9532 birim, CED açısı 121°5′, DCE açısı 4°13′dır. O halde PCE açısı da 129°31′dır. O halde yine EPC üçgeninde CE kenarı 9532, PC kenarı 285 birim, PCE açısı 129°31′, buna bağlı olarak PEC açısı da 1°18′dır. PED açısı, CED açısının PEO açısından farkına, yani 119°47′ya eşittir; bu da dış merkezli çemberin en yüksek apsidinden gezegenin üçüncü karşı konumdaki konumuna kadarki mesafedir. Bu durumda ikinci Güneş karşı konumuna kadar 33°5′ olduğu gösterilmiş olur; buna göre Satürn'ün ikinci ve üçüncü Güneş karşı konumları arasında gözlemlere uyacak şekilde 86°42′ vardır. O halde Satürn'ün konumunun, bu zamandaki gözlemle, başlangıç noktası olarak kabul edilen Koç'taki ilk yıldızdan itibaren 7′da olduğu bulunmuş; bu noktadan dış merkezli çemberin en alçaktaki apsidine kadar 60°13′ olduğu gösterilmiş olur: Buna göre en alçaktaki apsit yaklaşık olarak 60,3°, en yüksekteki apsidin konumu ise çapın 240,3° karşısındadır. Buna uygun olarak RST, C merkezinin etrafındaki Dünya'nın büyük yörünge çemberi olsun; çapı SET, ortalama hareketin çizgisi CD'ye paralel olsun. FDC açısı da DES açısına eşit olsun. Bu durumda Dünya ve görüş açımız PE çizgisi üzerinde, yani R noktasında olacaktır. PES açısı 5°31′ ve PES açısı ya da RS yayı, düzenli hareketin açısı FDC ile görünen hareketin DEP arasındaki farktır. Buna göre RT yayı, 180°nin 5°31′dan farkına, yani 174°29′ya eşittir; bu da gezegenin yörünge çemberinin yerötesinden, yani Güneş'in ortalama konumu T'den mesafesidir. Böylece İsa'dan sonra 1527 yılında, 15 Ekim'den önceki 6. günde, gece yarısından 6,4 saat sonra Satürn'ün dış merkezli çemberin en yüksek apsidinden ayrıklık hareketinin 125°18′, paralaks hareketinin 174°29′, en yüksek apsidin konumunun ise sabit yıldızlar küresinde Koç'un ilk yıldızından itibaren 240°21′da olduğunu göstermiş olduk.

7. Satürn'ün Hareketinin İncelenmesi Üzerine

Böylece Satürn'ün, Ptolemaeus'un üç gözleminden sonuncusunda, paralaks hareketiyle 174°44′da; dış merkezli çemberin en yüksek apsidinin konumunun ise Koç takımyıldızının başından itibaren 226°23′da olduğu gösterildi.



O halde Satürn, iki gözlemin ortasındaki anda düzenli paralaksların 1344 devinim ve eksi 1/4°sini tamamlamıştı. Hadrianus'un 20. yılı, Mısır ayı Mesori'nin 24. gününden, İsa'dan sonra 1527 yılı, 15 Ekim'den önceki 6. günün gece yarısından sonraki 6 saatine kadar, bu gözleme göre, 1392 Mısır yılı 75 günü 48 dakikası vardı. Buradan hareketle tablodan hareketin kendisini elde etmek istersek, benzer şekilde 359°45′yı paralaksın 1343 deviniminin ötesindeki hareket olarak buluruz. O halde Satürn'ün ortalama hareketlerine dair gösterdiklerimiz doğrudur. Dahası, bu süre boyunca Güneş'in basit hareketi de 82°30′dır. 82°30′dan 359°45′ çıkarılırsa, hesaba uygun olarak geriye, Satürn'ün 47. devinimine eklenen ortalama hareketinin 82°45′sı kalır. Aynı za-

manda dış merkezli çemberin en yüksek apsidinin konumu da, sabit yıldızlar küresinde 13°58′ya taşınmış olur. Ptolemaeus bunun aynı şekilde sabit olduğuna inanmıştı; oysa artık her 100 yılda yaklaşık 1° hareket ettiği görünüyor.

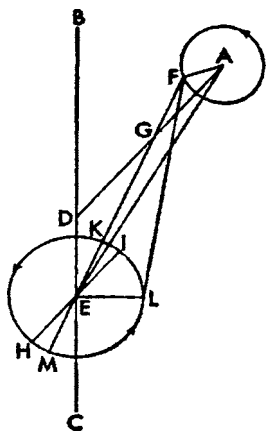
8. Satürn'ün Konumlarının Saptanması Üzerine

O halde İsa takviminin başlangıcından Hadrianus'un 20. yılı, Mesori ayının 24. günü, gün ortasından 1 saat öncesinde, Ptolemaeus'un gözlem zamanı olarak 135 Mısır yılı 222 gün 27 dakika vardı; bu zaman diliminde Satürn'ün paralaks hareketi 328°55′ydı. 174°44′dan 328°55′nın çıkarılmasıyla geriye, Satürn'ün ortalama konumunun Güneş'in ortalama konumundan mesafesinin yeri ve Ocak ayının başından önceki gece yarısında paralaksın hareketi olan 205°49′ kalır. İlk olimpiyattan bu yere kadar geçen 775 Mısır yılı 12,5 gün, tüm devinimlerin yanında, 70°55′lık bir hareketi de içerir. 205°49′dan 70°55′nın çıkarılmasıyla geriye, olimpiyatların Hekatombaion ayının birinci gününün öğlen vaktindeki başlangıcı için 134°54′ kalır. 451 yıl 247 gün sonra, tüm devinimlerin yanı sıra 13°7′ vardır. Bunun 134°54′ya eklenmesiyle Büyük İskender'in yıllarının yeri 148°1′da, Mısır takvimine göre Thoth ayının birinci gününün öğlen vakti olur; Caesar'ın zamanına kadar 278 yıl 118,5 gün vardır; hareketi 247°20′ ve yeri Ocak ayının başından önceki gece yarısında 35°21′ olarak belirleriz.

9. Dünya'nın Yıllık Yörünge Çemberinden Kaynaklanan Satürn Paralaksları ve Satürn'ün Dünya'dan Mesafesinin Ne Kadar Olduğu Üzerine

Böylece Satürn'ün boylamdaki düzenli hareketlerinin, görünen hareketleriyle uyumlu olduğu gösterilmiş oldu. Bu yüzden Satürn'ün diğer görünen hareketler içinde, söy-

lediğimiz gibi, Ay'ın uzaklığıyla alakalı olarak Dünya'nın büyüklüğünün paralakslara yol açması nedeniyle Dünya'nın yıllık yörünge çemberinden kaynaklanan paralaksların yanı sıra yıllık dönüşünü gerçekleştirdiği yörünge çemberinin –bu, beş gezici yıldızda yörünge çemberinin büyüklüğüyle orantılı olarak daha belirgindir– doğurduğu paralakslar da vardır.



Bu paralakslar, evvela –bir paralaks gözlemiyle kavranması mümkün olan– gezegenin yüksekliği bilinmeden saptanamaz. Biz de Satürn'le ilgili İsa'dan sonra 1514 yılında, 1 Mayıs'tan önceki altıncı günde, önceki gece yarısından 5 ekvatoral saat sonra bir gözlem gerçekleştirdik. Buna göre Satürn'ün Akrep'in alnındaki yıldızlarla, yani aynı boylama sahip, sabit yıldızlar küresinin 209°sinde bulunan ikinci ve üçüncü yıldızla düz bir çizgide olduğu görüldü. Satürn'ün konumu da bu yıldızlar sayesinde belirlenmiş oldu. Bu zaman diliminde İsa takviminin başlangıcından itibaren 1514 Mısır yılı 61 gün 13 dakika vardı; yapılan hesaba göre Güneş'in ortalama konumu 315°41′da, Satürn'ün paralaks ayrıklığı 116°31′daydı; bu nedenle Satürn'ün ortalama ko-

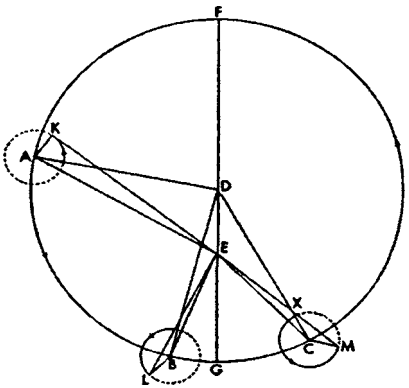
numu 199°10′, dış merkezli çemberin en yüksek apsidi ise yaklaşık 240,3°deydi. Problemimize uygun olarak ABC, dış merkezli çember, D bunun merkezi olsun; B, BDC çapı üzerinde yeröte, C yerberi, E de Dünya'nın yörünge çemberinin merkezi olsun. AD ve AE eklensin; A'nın merkez; DE'nin 1/3'ünün ise yarıçap olduğu bir dış tekerleme eğrisi çizilsin; bunun üzerinde F, gezegenin konumu olarak belirlensin; DAF açısı ADB açısına eşit olsun. HI, ABC dairesiyle aynı düzlemde olacak şekilde Dünya'nın yörünge çemberinin merkezi olan E boyunca, AD'ye paralel bir çap olarak çizilsin; böylece gezegenin yörünge çemberinin yerötesi H'de, yerberisi I'da olacak şekilde ayarlansın. Buna göre yörünge çemberinde HL yayı, paralaksın ayrıklığına dair hesaba uygun olarak 116°31′ olsun; FL ve EL eklensin; ortaya çıkan FKEM, yörünge çemberinin her iki yayını da kessin. Bu durumda hipoteze göre ADB açısı, DAF açısına, o da 41°10′ya; ADE açısı, 180°nin ADB'den farkına, yani 138°50′ya; DE, AD 10.000 birimken, 854 birime eşittir. Bu yüzden ADE üçgeninde AE kenarı 10.667 birim; DEA açısı 38°9′; EAD açısı 3°1′dır; buna göre EAF açısı 44°12′dır. Buna bağlı olarak FAE üçgeninde AE 10.667 birimken, FA kenarı 285, FKE kenarı 10.465 birim, AEF açısı ise 1°5′dır: Buna göre AEF açısıyla DAE açısının toplamı 4°6′dır; bu da gezegenin ortalama ve hakiki konumu arasındaki eşitleme ya da toplam farktır. Bu nedenle Dünya'nın konumu K'de ya da M'de olsaydı, Satürn'ün konumu da E merkezindeymiş gibi ve Koç takımyıldızından 203°16′da görünürdü. Fakat L noktasındaki Dünya'yla birlikte Satürn de 209°de görülür. 5°44′lık fark, KFC açısıyla uyumlu olarak paralaksa katılır. Fakat düzenli harekete dair yapılan hesaba göre HL yayı 116°31′dır, ML yayı ise HL yayının HM eşitlemesinden farkına, yani 112°25′ya eşittir. O halde LIK yayı 67°35′ olduğuna göre KEL açısı da 67°35′dır. Buna uygun olarak FEL üçgeninde açılar ve kenarların oranı da

bulunur. Buna göre EF 10.465, AD ile BD 10.000 birimken EL 1090 birimdir; fakat eskilerin kullandığı gibi BD 60P iken EL 6P32′dır; burada bu hesapla Ptolemaeus'un yaptığı hesap arasında çok ufak bir fark vardır. Bu durumda BDE 10.854; çapın geri kalan kısmı olan CE ise 9146 birimdir. Fakat dış tekerleme eğrisi B'deyken, gezegenin yüksekliğinden her daim 285 birim çıkarılır, C'deyken yarıçapı kadarı eklenir. Bu yüzden, BD 10.000 birimken Satürn'ün E merkezinden en büyük mesafesi 10.569, en küçük mesafesi ise 9431 birimdir. Bu orana göre Satürn'ün yerötesinin yüksekliği, Dünya'nın yörünge çemberinin yarıçapı 1P iken, 9P42′, yerberinin yüksekliği ise 8P39′dır: Bu durumda Ay'ın küçük paralakslarına dair yukarıda gösterilen yöntemle Satürn paralakslarının daha büyük olduğu gayet açıktır. En büyük paralaks, Satürn yerötedeyken 5°45′, yerberideyken 6°39′dır. Dünya'nın yörünge çemberine teğet olan ve gezegenden çizilen düz çizgiler sayesinde yapılan açı hesabına göre biri diğerinden 44′ kadar fark gösterir. Bu şekilde Satürn hareketindeki kendisine özgü farklar bulunmuş olur; daha sonra bunları diğer beş gezegeninkilerle karşılaştırıp eşzamanlı olarak inceleyeceğiz.

10. Jüpiter'in Hareketinin Gösterimi

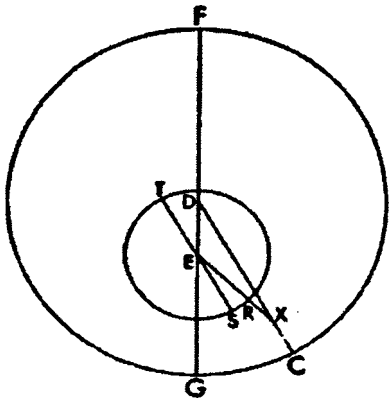
Satürn'le ilgili problemlerin üstesinden geldikten sonra aynı yöntemi ve kanıtlama düzenini Jüpiter hareketi için de kullanacağız; bunun için evvela Ptolemaeus tarafından kaydedilen ve ortaya konan üç konumu yeniden ele alıp çemberlerin yukarıda gösterilen dönüşümünden yararlanarak aynı şekilde ya da çok az farkla yeniden değerlendireceğiz. Güneş karşı konumlarının ilki Hadrianus'un 17. yılında, Mısır takvimine göre Epiphi ayının ilk gününde, takip eden gece yarısından 1 saat önce, Ptolemaeus'un aktardığına göre Akrep'in 23°11′sında, buna karşılık ekinoksların devinmesine

uyarlanmış haline göre 226°33′da gerçekleşmişti. Ptolemaeus ikinci karşı konumun Hadrianus'un 21. yılında, Mısır takvimine göre Phaophi ayının 13. gününde, takip eden gece yarısından 2 saat önce, Balık'ın 7°54′sında, buna karşılık sabit yıldızlar küresine göre 331°16′da gerçekleştiğini kaydetmişti. Buna göre ilk karşı konumdan ikinci karşı konuma kadar 3 Mısır yılı 106 gün 23 saat vardı; gezegenin görünen hareketi ise 104°43′daydı. İkinci karşı konumdan üçüncüsüne kadar 1 yıl 37 gün 7 saat vardı; gezegenin görünen hareketi de 36°29′ydı. Ortalama hareket, ilk zaman aralığı boyunca 99°55′, ikinci zaman aralığı boyuncaysa 33°26′ydı. Ptolemaeus dış merkezli çemberin yayının en yüksek apsitten ilk kavuşuma kadar 77°15′, ikinci kavuşumdan en alçak apside kadar 2°50′, bu noktadan üçüncü karşı konuma kadar ise 30°36′ olduğunu buldu. Bütün çemberin dış merkezliliği 5,5P, yarıçapı 60P'ydi; fakat yarıçap 10.000 birimken 917 birimdir ve bütün bunlar üç aşağı beş yukarı gözlemlere uyar. Buna göre ABC bir çember olsun; birinci karşı konumdan ikincisine AB yayı 99°55′, BC yayı da 33°26′ olsun. FDG çapı D merkezi boyunca çizilsin; öyle ki en yüksek apsit F'den ölçülen FA 77°15′, FAB 177°10′; GC ise 30°36′ olsun. Bu durumda E, Dünya'nın yörünge çemberinin merkezi olarak alınsın. Merkezler arasındaki mesafe de 917 birimin 3/4 'üne eşit olsun; DE 687 birim, dış tekerleme eğrisinin yarıçapı da 1/4'lük mesafeye denk gelen 229 birim olsun; dış tekerleme eğrisi A, B ve C noktalarında çizilsin. AD, BD, CD, AE, BE ve CE eklensin; dış tekerleme eğrilerinde AK, BL ve BM öyle eklensin ki DAK açısı ile ADF açısı, DBL açısı ile FDB açısı ve DCM açısı ile FDC açısı birbirine eşit olsun. Sonuç olarak K, L ve M düz çizgilerle E'ye eklensin. Buna göre ADE üçgeninde, ADF açısı bulunduğundan, ADE açısı 102°45′; AD 10.000 birimken, DE kenarı 687 birim, AE kenarı 10.174 birim; EAD açısı 3°48′, DEA açısı 73°27′ ve sonuç olarak EAK açısı da 81°3′dır.



O halde AEK üçgeninde iki kenar bulunmuş olur: EA kenarı 10.174, AK kenarı 229 birimdir. EAK açısı 81°3′ olduğuna göre AEK açısının 1°17′ olduğu açıktır. Bu durumda KEO açısı da 72°10′dır. Benzer bir husus BED üçgeninde de gösterilecektir. Buna göre BD ve DE kenarları her daim ilk üçgende karşı geldikleri kenarlara eşit olur; fakat BDE açısı 2°50′dır. Bu nedenle DB 10.000 birimken BE tabanı 9314 birim, DBE açısı 12′dır. O halde bir kez daha ELB üçgeninde iki kenar bulunmuş olur; EBL açısı 177°22′, LEB açısı ise 4′dır. Fakat FEL açısı, FDB açısının 16′dan farkına, yani 176°54′ya eşittir. KED açısı 72°10′ olduğuna göre KEL açısı, FEL açısının KED açısından farkına; yani 104°44′ya eşittir; bu da gözlenen birinci ve ikinci durak arasındaki görünen hareketin açısıdır, bu da üç aşağı beş yukarı uyumludur. Benzer şekilde üçüncü karşı konumda CDE üçgeninde CD ve DE kenarları bulunmuş olur; CDE açısı 30°36′, EC tabanı 9410 birim; DCE açısı ise 2°8′dır. Bu yüzden ECM üçgeninde ECM açısı 147°49′dır; buradan hareketle CEM açısı da 39′dır. Ve dış açı, iç açıyla karşıt açının toplamına eşit olduğundan DXE açısı, ECX açısının CEX açısıyla toplamına, yani 2°47′ya eşittir; FDC açısının DEM açısından farkı da 2°47′dır. Buradan hareketle GEM açısı, 180°nin DEM açısından farkına, yani 33°23′ya eşittir; LEM açısı 36°29′dır;

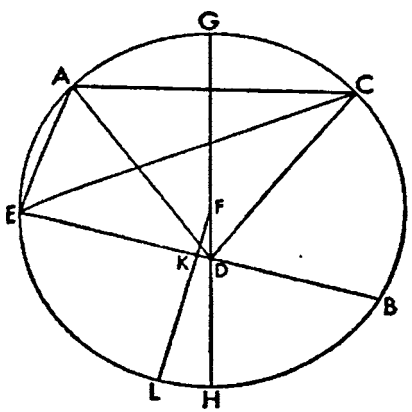
bu da ikinci karşı konumdan üçüncü karşı konuma kadarki mesafe olup yapılan gözlemlere uymaktadır.



Fakat üçüncü Güneş karşı konumu 7°45′da ve en alçaktaki apsidin 33°23′doğusunda bulunduğundan, yarım çemberin geri kalan kısmı, bize en yüksekteki apsidin konumunun sabit yıldızlar küresinde 154°22′ olduğunu verir. Bu durumda E etrafında Dünya'nın RST yıllık yörünge çemberi, DC çizgisine paralel SET çapıyla birlikte çizilsin. Bu, GDC açısının, GER açısına, yani 30°36′ya eşit olduğunu gösterir; DXE açısı da RES açısına, yani RS yayına, o da 2°47′ya eşittir: Bu da gezegenin, yörünge çemberinin ortalama yerberisinden mesafesidir. Buradan hareketle TSR yayı, yörünge çemberinin en yüksek apsidinden ölçülen mesafe olan 182°47′ya eşittir. Bu yolla, Antoninus'un ilk yılı içinde, Mısır takvimine göre Athyr ayının 20. gününde, takip eden gece yarısından 5 saat sonra gerçekleşen Jüpiter'in üçüncü karşı konumunun paralaks ayrıklığına göre 182°47′da olduğunun kanıtını elde ederiz. Boylamdaki düzenli konum 4°58′da; dış merkezli çemberin en yüksek apsidinin konumu 154°22′daydı. Bütün bunlar, Dünya'nın hareketliliğine ve hareketin kesin düzenliliğine dair tezimize kusursuz bir biçimde uymaktadır.

11. Jüpiter'in Son Dönemde Gözlenen Diğer Üç *Acronychia*'sı Üzerine

Jüpiter gezegeninin üç konumunu kaydedip değerlendirmemizi bu şekilde yaptıktan sonra, Jüpiter'in Güneş karşı konumlarında büyük bir dikkatle gözlediğimiz üç başka konumu düzenleyeceğiz. İlki, İsa'dan sonra 1520 yılında, 1 Mayıs'tan bir gün evvel, önceki gece yarısından 11 saat sonra, sabit yıldızlar küresinin 220°18′sındaydı. İkincisi, İsa'dan sonra 1526 yılında, 1 Aralık'tan önceki dördüncü günde, gece yarısından 3 saat sonra, 48°34′daydı.



Buna karşılık üçüncü karşı konum, İsa'dan sonra 1529 yılında, 1 Şubat'ta, gece yarısından 18 saat sonra, 113°44′daydı.

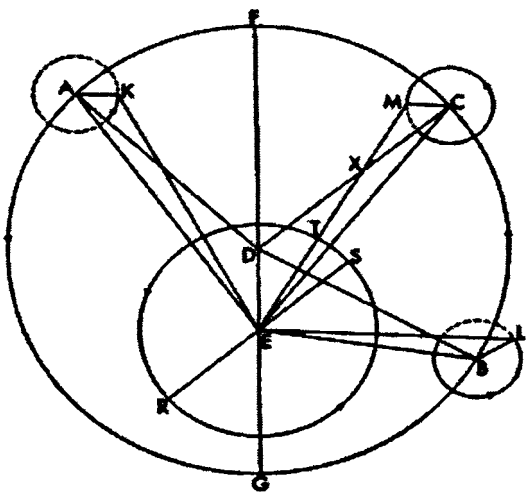
İlkinden ikincisine kadar 6 yıl 212 gün 40 dakika vardı; bu süre boyunca Jüpiter'in görünen hareketi 208°6′ydı. İkinciden üçüncü kavuşuma kadar 2 Mısır yılı 66 gün 39 dakika vardı; gezegenin görünen hareketi ise 65°10′ydı. Fakat gezegenin düzenli hareketi ilk aralık boyunca 199°40′, ikinci aralık boyunca 66°10′ydı. Buna örnek olması açısından ABC dış merkezli çemberi çizilsin; bu çemberde gezegenin basit ve düzenli hareket ettiği varsayılsın. Gözlenen üç konum harf sıra-

sına göre A, B ve C şeklinde yerleştirilsin; buna göre AB yayı 199°40′, BC yayı 66°10′dır. Bu yüzden AC yayı, 360°nin AB ile BC'nin toplamından farkına, yani 94°10′ya eşittir. Dahası D, Dünya'nın yıllık yörünge çemberinin merkezi olarak alınsın. AD, BD ve CD eklensin; bunlardan biri, DB olarak, BDE düz çizgisinde dairenin her iki yayına uzatılsın; AC, AE ve CE de eklensin. Bu durumda BDC açısı, merkezde dört dik açı 360°yi verirken, 65°10′ olur; bu da görünen hareketin açısıdır. CDE açısı, 180°nin 65°10′dan farkına, yani 114°50′ya eşittir; buna karşılık çevre üzerinde iki dik açı 360°yi verirken, CDE açısı 229°40′dır. Çemberin BC yayında yer alan CED açısı 66°10′dır; buna göre DCE açısı 64°10′dır. Bu durumda CDE üçgeninin açıları bulunduğundan, kenarları da bulunmuş olacaktır: Üçgeni çevreleyen çemberin çapı 20.000 birimken CE 18.150, ED 10.918 birimdir. Benzer şekilde ADE üçgeninde, birinci karşı konum ile ikinci karşı konum arasındaki zamanın çıkarılması sonucunda çemberin kalan kısmı olan ADB açısı 151°54′ya eşit olduğundan; ADE açısı, merkezde 180°nin 151°54′dan farkına, yani 28°6′ya; buna karşılık çevre üstünde 56°12′ya eşittir. Ve çevre üstündeki BCA yayında olduğu gibi AED açısı 160°20′, EAD açısı ise 143°28′dır. Buradan hareketle ADE üçgenini çevreleyen çemberin çapı 20.000 birimken AE kenarı 9420, ED kenarı ise 18.992 birimdir. Buna karşılık ED 10.918, CE 18.150 birimken, AE 5415 birimdir. O halde bir kez daha iki kenarı EA ve EC olarak verilen EAC üçgenini elde etmiş oluruz; çemberin AC yayında AEC açısı da 94°10′ olur. Böylece AE yayı üzerindeki ACE açısının 30°40′, ACE açısıyla AC yayının toplamının 124°50′ olduğu; dış merkezli çemberin çapı 20.000 birimken, CE'nin EAC kirişine, onun da 17.727 birime eşit olduğu gösterilmiş olur. Evvela bulunan orana göre DE 10.665 birim; BCAE yayı 191°dir. Daha sonra EB yayı, 360°nin 191°den farkına, yani 169°ye; BDE, EB kirişine, yani 19.908 birime; BD de 9243 birime eşittir. Buna uygun olarak BCAE daha büyük dilim olduğun-

dan, dairenin merkezi olan F'yi de içerecektir. Buna göre GFDH çapı çizilsin. ED, DB çarpımının GD, DH çarpımına eşit olduğu ve bunun da bilindiği açıktır. Fakat GD, DH çarpımıyla FD'nin karesinin toplamı; FDH'nin karesini verir. Bu durumda FDH'nin karesinin GD, DH çarpımından farkı, FD'nin karesini verir. O halde FG 10.000 birimken, FD 1193 birim; FG 60^{P} iken, FD $7^{P}9'$dır. BE, K noktasında kesilsin ve FKL BE'ye dik olacak şekilde uzatılsın. BDK, BE'nin yarısına, o da 9954 birime; DB 9243 birime eşit olduğundan DK de 711 birim olur. O halde kenarlarıyla birlikte bulunan DFK üçgeninde DFK açısı 36°35′, aynı şekilde HL yayı da 36°35′ olur. Fakat LHB yayı 84,5° olduğuna göre BH yayı 47°55′dır; bu da ikinci konumun yerberiden mesafesidir. BCG yayı, 180°nin 47°55′dan farkına, yani 132°5′ya eşittir; bu da yerötenin ikinci konumdan mesafesidir. BCG yayının BC yayından farkı, 132°5′nın 66°10′dan farkına; yani 65°55′ya eşittir; bu da üçüncü konumdan G yerötesine mesafesidir. Bu durumda 99°10′nın 65°55′dan farkı, yeröteden dış tekerleme eğrisinin ilk konumuna kadarki mesafesi olan 28°15′ya eşittir. Bu da, gezegen belirlenen dış merkezli çember boyunca çizgi çizmediğinden görünümlere pek az uyar. Bu yüzden, kati olmayan bir prensibe dayanan bu kanıtlama yöntemi bize herhangi bir kesin bilgi vermez. Diğerleri içinde bunun bir göstergesi de, Ptolemaeus'un Satürn'le ilgili merkezler arasında büyük, Jüpiter'le ilgili merkezler arasında ise küçük mesafeler kaydetmesidir; fakat aynı mesafe bize yeterince büyük görünmüştür; oysa açıktır ki, aranan aynı gezegen için çemberlerin farklı yaylarına dair aynı tahmin yürütülemez. Ayrıca Ptolemaeus tarafından kaydedilen, dış merkezli çemberin yarıçapı 60^{P} iken merkez noktaların dış merkezliliğini $5^{P}30'$, yarıçap 10.000 birimken aynı dış merkezliliği 917 birim olarak almadıkça belirlenen üç zaman noktasında ve bütün noktalarda, görünen ve düzenli hareketleri birbirine uydurmak mümkün değildir. En yüksek apsitten ilk karşı konuma kadarki yay 45°2′; en alçaktaki apsitten ikinci

karşı konuma kadarki yay ile üçüncü karşı konumdan en yüksek apside kadarki yay 49°8′ olsun. Buna göre bir dış tekerleme eğrisini içeren yukarıdaki dış merkezli çember, bu örneğe uyacak şekilde tekrar çizilsin. Hipotezimize göre, merkezler arasındaki toplam mesafenin 3/4'ü eden DE 687 birimdir. Mesafenin geri kalan 1/4'üne denk gelen dış tekerleme eğrisinin yarıçapı, FD 10.000 birimken, 229 birimdir. Buna göre ADF açısı 45°2′ olduğundan ADE üçgeninde AD ve DE kenarları ADE açısıyla birlikte bulunmuş olur. Buna göre AD 10.000 birimken AE kenarının 10.496, DAE açısının ise 2°39′ olduğu gösterilir. Ve DAK açısı, ADF açısına eşit olduğundan EAK açısı da 47°41′ya eşittir. Ayrıca AEK üçgeninde AK ve AE kenarları bulunur. Buradan hareketle AEK açısı da 57′dır. Bu durumda KED açısı; ADF açısının, AEK açısıyla DAE açısının toplamından farkına; o da ilk Güneş karşı konumunda görünen hareketin açısı olan 41°26′ya eşittir. Benzer husus BDE üçgeninde de gösterilecektir. İki kenar, BD ve DE bulunduğundan, BDE açısı 64°42′; BD 10.000 birimken, BE kenarı 9725 birim; BDE açısı ise 3°40′dır. Dahası BEL üçgeninde BE ve BL kenarları da bulunur; EBL açısı 118°58′, BEL açısı 1°10′, buradan hareketle DEL açısı da 110°28′dır. Fakat AED açısının 41°26′, buna göre KEL açısının 151°54′ olduğu ortaya konmuş olur. Buradan hareketle 360°nin 151°54′dan farkı 208°6′ya eşittir; bu da birinci ve ikinci Güneş karşı konumu arasındaki görünen hareketin açısı olup gözlemlere uymaktadır. Sonuç olarak üçüncü karşı konumda, CDE üçgenindeki DC ve DE kenarları da aynı şekilde bulunmuş olur; CDE açısı 130°52′dır. FDC açısı bulunduğundan, CE kenarı, CD 10.000 birimken, 10.463 birim; DCE açısı 2°51′dır. Buna göre ECM açısı da 51°59′dır. Bu durumda ECM üçgenindeki iki kenar, CM ve CE, MCE açısıyla birlikte bulunmuş olur: MEC açısı 1° olup MEC açısıyla DCE açısının toplamı, FDC açısının DEM açısından farkına eşittir. FDC ve DEM, düzenli ve görünen hareketin açılarıdır. Ve buradan hareketle üçüncü Güneş karşı konumunda DEM

açısı 45°17′dır. Fakat DEL açısının 90°28′, buna uygun olarak LEM açısının da 65°10′ olduğu gösterilmişti ki bu da gözlenen ikinci ve üçüncü Güneş karşı konumu arasındaki mesafe olup gözlemlere uyar. Fakat Jüpiter'in üçüncü konumunun sabit yıldızlar küresinin 113°44′sında gözlenmesi, en yüksek Jüpiter apsidinin konumunun yaklaşık olarak 159°de olduğunu gösterir.



Fakat E merkezinin etrafında, RES çapı DC'ye paralel olan Dünya'nın RST yörünge çemberini çizersek, Jüpiter'in üçüncü karşı konumunda FDX açısının DES açısına, onun da 49°8′ya eşit olduğu; paralakstaki düzenli hareketinin yerötesinin ise R'de bulunduğu anlaşılmış olur. Fakat Dünya 180° artı ST yayından geçmiş olduğundan Güneş'le karşı konumdayken Jüpiter'le kavuşumu gerçekleşir ve SET açısının aynı büyüklükte olduğu gösterildiğinden ST yayı 3°51′ya eşit olur. Buradan anlaşılıyor ki, İsa'dan sonra 1529 yılında, 1 Şubat'ta, gece yarısından 19 saat sonra Jüpiter'in paralaksının düzenli ayrıklık hareketi 183°51′daydı; fakat tam hareketine göre Jüpiter 109°52′da; incelendiği üzere dış merkez-

li çemberin yerötesi ise Koç takımyıldızının boynuzundan itibaren yaklaşık 159°ydi.

12. Jüpiter'in Düzenli Hareketinin Doğrulanması

Ayrıca yukarıda, Ptolemaeus tarafından gözlenen üç Güneş karşı konumunun sonuncusunda, tam hareketine göre Jüpiter gezegeninin 182°47′lık paralaks ayrıklığıyla 4°58′da olduğu da görülmüş oldu. Buradan hareketle, iki gözlem arasındaki zaman boyunca Jüpiter'in paralaks hareketinin bütün devinimlerin yanında 1°5′, kendine özgü hareketinin ise yaklaşık 104°54′ olduğu açıktır. Buna karşılık Antoninus'un ilk yılında, Mısır takvimine göre Athyr ayının 20. gününde, takip eden gece yarısından 5 saat sonrası ile İsa'dan sonra 1529 yılında, 1 Şubat'ta, önceki gece yarısından 18 saat sonrası arasında 1392 Mısır yılı 99 gün 37 dakika vardı; yukarıdaki hesaba göre bu zaman dilimi benzer şekilde, tüm devinimlerin yanı sıra 1°5′yı içeriyordu. Dünya'nın düzenli devinimleri Jüpiter'in devinimlerini 1267 kez geçtiğini gösterir. Bu rakam da gözlemlere uygun olup kesin ve doğru olarak değerlendirilebilir. Ayrıca bu zaman diliminde dış merkezli çemberin en yüksek ve en alçak apsidi doğuya doğru 4,5° hareket etmiştir. Hareketin eşit dağılımına göre her 300 yıla yaklaşık 1° düşmektedir.

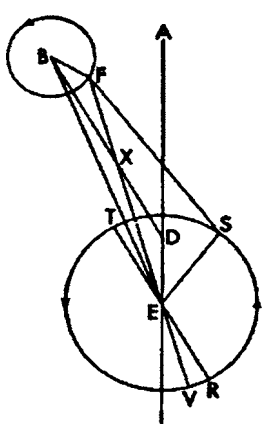
13. Jüpiter'in Hareketine Özgü Konumların Belirlenmesi

Fakat Antoninus'un ilk yılında, Athyr ayının 20. gününde, takip eden gece yarısından sonraki 4 saatte gerçekleşen üç gözlemin sonuncusundan İsa takviminin başlangıcına kadar geçen süre 136 Mısır yılı 314 gün 10 dakika kadardı; bu süre boyunca paralaksın ortalama hareketi 84°31′ydı. 182°47′dan 84°31′nın çıkarılmasıyla geriye İsa takviminin başlangıcında, 1 Ocak'taki gece yarısına kadar süren hareket

olan 98°16′ kalır. Geriye doğru, ilk olimpiyata kadar 775 Mısır yılı 12,5 gün vardı; bu süre boyunca tüm devinimler dışında 70°58′lık bir hareket hesaplanmıştır. 70°58′nın 98°16′dan çıkarılmasıyla, olimpiyat zamanındaki konum için 27°18′ bulunur. Buradan itibaren geçen 451 yıl 247 günde, İskender'in yıllarında, Mısır takvimine göre Thoth ayının ilk gününün gecesinde 110°52′ ve ilk olimpiyata kadarki hareketle birlikte toplam 138°10′lık bir konum söz konusuydu; diğerleri için de bu böyleydi.

14. Jüpiter'in Paralakslarını ve Yeryüzü Devininiminin Yörünge Çemberine Bağlı Olarak Yüksekliğini Belirlemek

Jüpiter'le ilgili paralaksın diğer görünen hareketlerini belirlemek için, gezegenin İsa'dan sonra 1520 yılında, 1 Mart'tan önceki 12. günde, gün ortasından önceki 6 saatteki konumunu dikkatli bir şekilde gözlemledik; alet sayesinde Jüpiter'in konumunun Akrep'in alnındaki ilk parlak yıldızın 4°31′ batısında olduğunu öğrendik; sabit yıldızın konumu 209°40′da olduğundan, Jüpiter'in konumunun sabit yıldızlar küresinde 205°9′da olduğu açıktır.



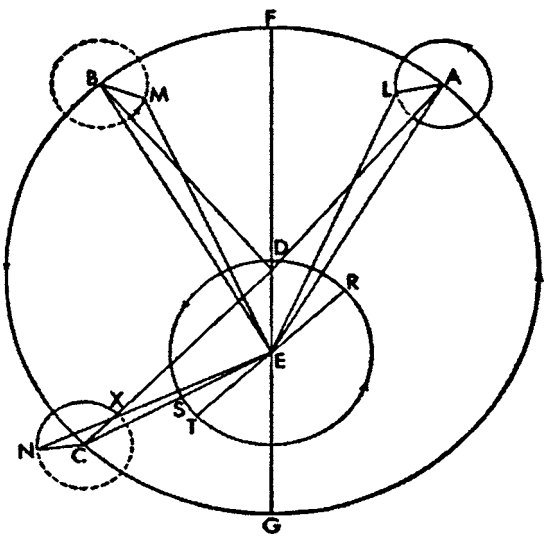
Buna göre İsa takviminin başlangıcından bu gözlem tarihine kadar 1520 düzenli yıl 62 gün 15 dakika geçmişti; bu süre boyunca Güneş'in ortalama hareketinin 309°16′, paralaks ayrıklığının 111°15′, buradan hareketle Jüpiter gezegeninin ortalama konumunun 198°1′da olduğu hesap edilmişti. Bu noktada dış merkezli çemberin en yüksek apsidinin konumunun 159°de olduğu bulunduğundan, yine dış merkezli çemberin ayrıklığı da 39°1′da olmalıydı. Bu örneğe uygun olarak merkezi D, çapı ADC olan bir ABC dış merkezli çemberi çizilsin. A yeröte, C yerberi ve buna bağlı olarak E de Dünya'nın yıllık yörünge çemberinin DC üzerindeki merkezi olsun. Buna göre AB yayı 39°1′ya eşit olsun; merkezi B olan ve BF yarıçapı DE mesafesinin 1/3'üne eşit olan dış tekerleme eğrisi çizilsin. DBF açısı, ADB açısına eşit olsun; BD, BE ve FE düz çizgileri eklensin. Buna göre BDE üçgeninde iki kenar bulunmuş olur; BD 10.000 birimken, DE 687 birimdir; bu iki kenar verilen BDE açısını oluşturduğundan ve bu açı 140°59′ya eşit olduğundan BE tabanının 10.543 birim olduğu gösterilmiş olur; DBE açısı da, ADB açısının BED açısından farkına, yani 2°21′ya eşittir; bu da BED açısıyla ADB açısı arasındaki farktır. O halde EBF açısı da 41°22′dır. Buna göre EBF üçgeninde EBF açısı, onu oluşturan iki kenarla birlikte bulunur: EB 10.543 birime, BF ise DE'nin 1/3'üne, yani BD 10.000 birimken, 229 birime eşittir. Buradan FE kenarının 10.373 birim, BEF açısının 50′ olduğu sonucu çıkar. Şimdi BD ve FE kenarları birbirini X noktasında kessin; DXE açısı, BDA açısının FED açısından farkına eşit olduğundan DXE açısı, DBE açısıyla BEF açısının toplamına, yani 3°11′ya eşittir. O halde dış merkezli çemberin en yüksek apsidinden gezegene kadar olan FED açısı, 39°1′nın 3°11′dan farkına, yani 35°50′ya eşittir. Fakat en yüksek apsidin konumu 159°deydi ve 159°nin 35°50′yla toplamı 194°50′ya eşitti; bu da E merkezine göre Jüpi-

ter'in hakiki konumuydu; fakat yine Jüpiter'in görünen konumu 205°9′daydı. O halde 10°19′lık fark paralakstan kaynaklanır. Buna uygun olarak Dünya'nın RST yörünge çemberi E merkezinin etrafında çizilsin, çapı RET de DB'ye paralel olsun; bu durumda R, paralaksın yerötesi olur. Dahası paralaksın ortalama ayrıklığının değerine uygun olarak RS yayı 111°15′ olsun; FEV, Dünya'nın yörünge çemberinin her iki yayına düz bir çizgi şeklinde uzatılsın. Gezegenin hakiki yerötesi V'de olacaktır; REV açısı, düzenli ve görünen hareket arasındaki farka eşit olur; yani REV açısı, DXE açısına eşittir. Buradan hareketle toplamayla VRS yayı 114°26′; çıkarmayla FES açısı 65°34′ olur. Fakat EFS açısı 10°19′ olduğundan, FSE açısı da 104°7′ olur. Buna göre EFS üçgeninde açılar bulunduğundan, kenarların oranı da bulunacaktır. FE'nin ES'ye oranı, 9698'in 1791'e oranına eşittir. O halde BD 10.000 birimken FE 10.373, ES 1916 birimdir. Buna karşılık Ptolemaeus'a göre dış merkezli çemberin yarıçapı 60P iken ES 11P30′dır; bu da yaklaşık olarak aynı oranı, yani 1916'nın 10.000'e oranını verir; burada Ptolemaeus'tan pek de ayrılıyor görünmüyoruz. Bu durumda ADC çapının RET çapına oranı, 5P13′nın 1P'ye oranına eşittir. Benzer şekilde AD'nin ES'ye oranı AD'nin RE'ye oranına; o da 5P13′9″nin 1P'ye oranına eşittir; bu durumda DE 21′9″, BF ise 7′10″dir. Buna göre Jüpiter yerötedeyken, ADF'nin BF'den farkının Dünya'nın yörünge çemberinin yarıçapına oranı, 5P27′29″ye eşittir. Jüpiter, yerberide ya da aynı şekilde ortalama konumlardayken EC ile BF'nin toplamının Dünya'nın yörünge çemberinin yarıçapına oranı, 4P58′49″ye eşittir; buradan hareketle Jüpiter'in yerötede 10°35′lık; yerberide ise 11°35′lık en büyük paralaksa sahip olduğu anlaşılmış olur; buna göre ikisi arasında 1°lik fark vardır. Böylece Jüpiter'in düzenli hareketlerinin görünen hareketleriyle bir olduğu da gösterilmiş olur.

15. Mars Gezegenine Dair

Şimdi burada üç eski Güneş karşı konumundan yararlanarak, Dünya'nın eski dönemdeki hareketliliğine bağlayacağımız Mars'ın devinimlerini incelememiz gerekiyor. Buna göre Ptolemaeus tarafından kaydedilen bu karşı konumlardan ilki Hadrianus'un 15. yılında, Mısır takvimine göre 5. ay olan Tybi'nin 26. gününde, takip eden gece yarısından 1 ekvatoral saat sonra gerçekleşmişti. Ptolemaeus, bunun İkizler'in 21°sinde; buna karşılık sabit yıldızlar küresine göre 84°20′da olduğunu söylemiştir. İkinci karşı konumun ise Hadrianus'un 19. yılında, Mısır takvimine göre 8. ay olan Pharmuthi'nin 6. gününde, takip eden gece yarısından 3 saat önce Aslan'ın 28°50′sında; buna karşılık sabit yıldızlar küresine göre 142°10′da gerçekleştiğini kaydetmişti. Üçüncüsü ise, ona göre, Antoninus'un 2. yılında, Mısır takvimine göre 11. ay olan Epiphi'nin 12. gününde, takip eden gece yarısından 2 ekvatoral saat önce, Yay'ın 2°34′sında; buna karşılık sabit yıldızlar küresine göre 235°54′da gerçekleşmişti. Buna göre birinci ve ikinci karşı konum arasında 4 Mısır yılı 69 gün 20 saat ya da günün 50 dakikası vardı; gezegenin görünen hareketi, tüm devinimler dışında 67°50′ydı. İkinci karşı konumdan üçüncüsüne kadarsa 4 yıl 96 gün 1 saat vardı; gezegenin görünen hareketi ise 93°44′ydı. Bu durumda ilk aralık boyunca ortalama hareket, tüm devinimler dışında, 81°44′; ikinci aralık boyunca 95°28′ydı. Ptolemaeus, daha sonra dış merkezli çemberin yarıçapı 60^{p} iken merkezler arasındaki tam mesafenin 12^{p}, buna karşılık yarıçap 10.000 birimken, tam mesafenin 2000 birim olduğunu buldu. İlk karşı konumdan en yüksek apside kadar ortalama hareket 41°33′, en yüksek apsitten ikinci karşı konuma kadar 40°11′; üçüncü karşı konumdan en alçak apside kadarsa 44°21′ydı. Oysa düzenli hareketlere dair hipotezimize göre, Dünya'nın yörünge çemberi ile dış merkezli çemberin

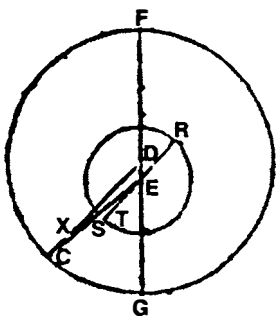
merkezleri arasında bunun 3/4'ü kadar, yani 1500 birimlik bir mesafe olmalıdır; buna göre geri kalan 1/4, yani 500 birimlik mesafe de dış tekerleme eğrisinin yarıçapı olur.



Buna uygun olarak ABC dış merkezli çemberi, D merkeziyle ve apsitleri boyunca geçen FDG çapıyla birlikte çizilsin; E, yıllık devinime ait yörünge çemberinin merkezi olsun. A, B ve C Güneş karşı konumunun noktaları olsun; bu düzene göre AF yayı 41°34′, FB yayı 40°11′, CG yayı ise 44°21′ olsun. Dış tekerleme eğrisi, A, B ve C noktalarında tek tek, yarıçapı DE mesafesinin 1/3'ü kadar çizilsin. Buna AD, BD, CD, AE, BE ve CE eklensin. Dış tekerleme eğrisinde AL, BM ve CN de yer alsın; fakat bir şekilde DAL açısı, ADF açısına; DBM açısı, BDF açısına ve DCN açısı, CDF açısına eşit olsun. Buna uygun olarak ADE üçgeninde ADE açısı 138°26′ olduğundan ve FDA açısıyla birlikte iki kenar da bilindiğinden, AD 10.000 birimken, DE 1500 birimdir. Buradan, AE kenarının 1172 birim, DAE açısının ise 5°7′ olduğu çıkar. O

halde toplamda EAL açısı 46°41′dır. Böylece EAL üçgeninde EAL açısı da iki kenarıyla birlikte bulunmuş olur: AD 10.000 birimken AE 11.172, AL 500 birimdir. Dahası, AEL açısı 1°56′ olup AEL açısıyla DAE açısının toplamı, ADF ile LED açılarının arasındaki toplam farka denk gelen 7°3′dır. Benzer şekilde ikinci karşı konumda, BDE üçgeninde BDE açısı 139°49′; BD 10.000 birimken DE kenarı 1500 birimdir. Buradan hareketle BE kenarı 11.188 birim; BED açısı 35°13′, DBE açısı ise 4°58′dır. O halde EBM açısı 45°13′ olup bulunan BE ve BM kenarlarının arasında yer alır; buradan BEM açısının 1°53′ ve çıkarmayla DEM açısının 33°20′ olduğu anlaşılır. Buna göre LEM açısı 47°50′dır; bu vasıtayla gezegenin ilk Güneş karşı konumundan ikincisine olan hareketi görünürdür; bulunan rakam da gözlemle uyumludur. Yine üçüncü Güneş karşı konumunda CDE üçgeninin CDE açısını oluşturan iki kenarı, CD ve DE bulunur. CDE açısı 44°21′dır; buradan hareketle CD 10.000 birimken CE tabanı 8988 birim, DE ise 1500 birimdir. CED açısı 135°39′; DCE açısı ise 6°42′dır. Yine CEN üçgeninde ECN açısı 142°21′ olup iki bilinen kenar, EC ve CN arasında yer alır: Buna göre CEN açısı da 1°52′dır. Bu durumda çıkarmayla NED açısı, üçüncü Güneş karşı konumunda 127°5′dır. Fakat DEM açısının 33°20′ olduğu gösterilmişti; o halde çıkarmayla MEN 93°45′ olup, ikinci ve üçüncü Güneş karşı konumu arasındaki görünen hareketin açısıdır; bu hesap gözlemlere tam anlamıyla uyar. Fakat gösterildiği gibi, Mars bu son karşı konumunda, dış merkezli çemberin yerötesinden 127°5′ uzaklıkta yer alıp 235°54′da görünür. O halde Mars'ın dış merkezli çemberindeki yerötenin konumu, sabit yıldızlar küresinde 108°50′dadır. Buna uygun olarak Dünya'nın RST yıllık yörünge çemberi, DC'ye paralel RET çap olmak üzere, E merkezi etrafında çizilsin; bu durumda R paralaksın yerötesi, T yerberisi olur. Gezegen de boylamda EX'te 235°54′da görülür; gösterildiği gibi, DXE açısı

8°34′dır ve görünenle düzenli hareket arasındaki farktır. Bu yüzden ortalama hareket 244,5°dir; buna karşılık merkezde SET açısı, DXE açısına, o da 8°34′ya eşittir. O halde RS yayı, RT yayının ST yayından farkına; yani 180°nin 8°34′dan farkına eşittir; bu da gezegenin paralaksının ortalama hareketi olan 171°26′dır.

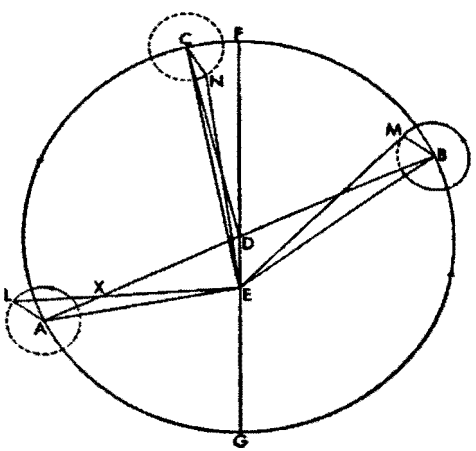


Böylece başka şeylerin yanı sıra, Dünya'nın hareketliliğine dair bu hipotezimizle, Antoninus'un 2. yılında, Mısır takvimine göre Epiphi ayının 12. gününde, gün ortasından 10 düzenli saat sonra Mars gezegeninin boylamdaki ortalama hareketine göre 244,5°de, paralaks ayrıklığının ise 171°26′da olduğunu göstermiş olduk.

16. Mars'ın Son Dönemde Gözlemlenen Diğer Üç Güneş Karşılaşması Üzerine

Ptolemaeus'un yaptığı üç Mars gözlemiyle, bizim dikkatimizi esirgemeden yaptığımız diğer üç gözlemi karşılaştırdık. Gözlemlerimizden ilki İsa'dan sonra 1512 yılında, 5 Haziran'da, gece yarısından sonraki 1 saatte gerçekleşti; Mars'ın konumunun da 235°33′da, buna karşılık Güneş'in ise karşı tarafta, başlangıç noktası olarak alınan sabit yıldızlar küresinde Koç'un ilk yıldızından itibaren 55°33′da olduğu bulundu. İkinci gözlem İsa'dan sonra 1518 yılında, 13 Aralık'tan

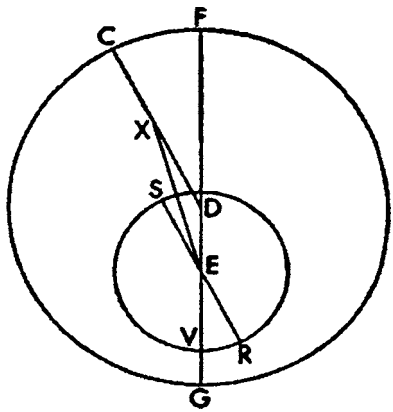
önceki günde, gün ortasından 8 saat sonra gerçekleşti; gezegen de 63°2′da görünüyordu. Üçüncü gözlem İsa'dan sonra 1523 yılında, 1 Mart'tan önceki 8. günde, öğlen vaktinden 8 saat önce gerçekleşti; gezegen de 183°20′daydı. Buna göre ilk karşı konumdan ikincisine kadar 6 Mısır yılı 191 gün 45 dakika; ikinci gözlemden üçüncüsüne ise 4 yıl 72 gün 23 dakika vardı. İlk zaman aralığı boyunca görünen hareket 187°29′, düzenli hareket ise 168°7′ydı. İkinci zaman aralığı boyunca görünen hareket 80°18′, düzenli hareket ise 83°ydi. Buna göre yeniden Mars'ın dış merkezli çemberi çizilsin; burada AB yayı 168°7′, BC yayı 83° olsun.



Hesaplamaların çokluğu, zorluğu ve sıkıcılığından hafifçe sıyrılalım; Satürn ve Jüpiter'de kullandığımız yöntemin aynısıyla Mars'ın yerötesinin BC yayında olduğunu bulmuş oluruz. Buna göre yerötenin AB yayında olamayacağı açıktır; zira görünen hareket ortalama hareketten 19°22′ daha büyüktür. Yine yeröte CA yayında olamaz; zira CA'dan önce gelen BC yayı daha küçük olsa bile, yine de BC yayı, CA yayından çok daha büyük bir farkla görünen hareketi geçer. Fakat yukarıda, dış merkezli çemberde daha küçük ve eksilen bir hareketin yerötenin etrafında gerçekleştiği gösterilmişti. Buna

göre yerötenin, BC yayında olduğu doğru bir şekilde kabul edilecektir. F yeröte, FDG de bu dairenin çapı olsun. Dünya'nın yörünge çemberinin merkezi çapta olsun. Buna göre FCA yayının 125°29′, BC yayının 66°18′, FC yayının 16°36′ ve DE yarıçapı 10.000 birimken, merkezler arasındaki mesafeye denk gelen DE'nin 1460 birim olduğunu buluruz; dış merkezli çemberin görünen yarıçapı ise 500 birimdir. Böylece görünen ve düzenli hareketlerin birbiriyle uyumlu ve gözlemlere uygun olduğu gösterilmiş olur. O halde önceki gibi şekil yeniden çizilsin. Bu sayede, ADE üçgeninde iki kenar, AD ve DE bilindiğinden ve ADE açısı da 54°31′ya eşit olduğundan, Mars'ın ilk karşı konumundan yerberiye kadarki DAE açısının 7°24′ olduğu ve çıkarmayla AED açısının 118°5′, AE kenarının ise 9229 birim olduğu gösterilmiş olacak. Hipoteze göre DAL açısı, FDA açısına eşittir. Bu durumda toplamayla EAL açısı 132°53′dır. Buna göre EAL üçgeninde iki kenar, verilen açının kolları olan EA ve AL, A noktasında bulunur. AEL açısı 2°12′, LED açısı 115°53′dır. Benzer şekilde ikinci karşı konumda da, BDE üçgeninin BDE açısının kolları DB ve BE kenarları bulunduğundan ve BDE açısı 113°35′ olduğundan, düzlemsel üçgenlerle ilgili olarak da gösterildiği gibi, DBE açısının 7°11′, DEB açısının 59°13′, DB 10.000 birimken BE tabanının 10.668, BM'ninse 500 birim olduğu gösterilmiş olacak. Toplamayla EBM'nin 73°36′ olduğu bulunur. Bu durumda, EBM üçgeninde de verilen açıyı oluşturan kenarlar bulunduğundan, BEM açısının 2°36′ olduğu gösterilecektir; çıkarmayla DEM açısı 56°38′ olur. Buna göre MEG açısı, 180°nin DEM açısından farkına, yani 123°22′ya eşittir. Fakat LED açısının 115°53′ olduğu gösterilmişti; buna göre LEG açısı 64°7′; LEG açısıyla GEM açısının toplamı ise, dört dik açı 360°yi verirken, 187°29′ya eşittir. Ve bu hesap, ilk karşı konumdan ikincisine kadarki görünen mesafeye uyar. Benzer durum üçüncü karşı konumda da görülecektir. Buna göre DCE açısının 2°6′ ve CD 10.000 bi-

rimken EC kenarının 11.407 birim olduğu gösterilmişti. O halde ECN açısı 18°42′ olduğundan ve ECN üçgenindeki CE ve CN kenarları da bulunduğundan, CEN açısının 50′ olduğu anlaşılacaktır. CEN açısıyla DCE açısının toplamı 2°56′ olup, görünen hareketin DEN açısının, düzenli hareketin FDC açısından fazlalığıdır. Buna göre DEN açısı, ikinci ve üçüncü karşı konum arasında gözlenen görünen harekete yaklaşık olarak uyan 13°40′dır. Mars gezegeni, söylediğimiz gibi, bu konumda, Koç takımyıldızının baş kısmından itibaren 133°20′da görünüyordu; FEN açısının da yaklaşık olarak 13°40′ olduğu gösterilmişti; eski hesaba göre dış merkezli çemberin yerötesinin bu gözlemdeki konumu, sabit yıldızlar küresinde 119°40′daydı. Ptolemaeus, Antoninus zamanında, bu konumu 108°50′ olarak bulmuştu; gezegen o zamandan bu zamana 10 $^{10}/_{12}$° doğuya hareket etmişti. Oysa biz merkezler arasında daha kısa bir mesafe olduğunu bulduk; dış merkezli çemberin yarıçapı 10.000 birim bulunmuşken, bu mesafe 40 birimdi; bu fark Ptolemaeus'un ya da bizim hesapta bir hata yapmamızdan değil, Güneş sabitken Dünya'nın yörünge çemberinin merkezinin Mars'ın yörünge çemberinin merkezine yaklaşmış olmasından kaynaklanıyor. Öyle ki bütün bunlar, gün ışığından daha açık bir şekilde aşağıda gösterileceği gibi, birbirine üç aşağı beş yukarı uyar. Buna göre Dünya'nın yıllık yörünge çemberi, E merkezinin etrafında çizilsin; çapı SER de devinimlerin eşitliğinden dolayı CD'ye paralel olsun. R gezegene göre düzenli yeröte, S yerberi, T de Dünya olsun. ET uzatıldığında gezegenin görüş çizgisi, X noktasında CD'yi kesecektir. Buna göre ETX boyunca uzanan görüş çizgisi boylamda, son karşı konum için söylendiği gibi, 133°20′da olur. Ayrıca DXE açısının 2°56′ya eşit olduğu gösterilmişti; buna göre DXE açısı, ortalama hareketin XDF açısının görünen hareketin XED açısından farkıdır. Fakat SET açısı, vekili olan DXE açısına eşit olup paralakstan kaynaklanan eşitlemedir.



Bu durumda 180°nin 2°56′dan farkı, düzenli hareketin R yerötesinden itibaren paralaks ayrıklığının düzenli hareketi olan 177°4′ya eşittir; buradan hareketle Mars'ın boylamdaki ortalama hareketinin İsa'dan sonra 1523 yılında, 1 Mart'tan önceki 8. günde, öğle vaktinden 7 ekvatoral saat önce 136°16′da; paralaksın düzenli ayrıklığının 177°4′da; dış merkezli çemberin en yüksek apsidinin ise, yukarıdaki gibi, 119°40′da olduğu gösterilmiş olur.

17. Mars'ın Hareketinin Doğrulanması

Yukarıda, Ptolemaeus'un üç gözleminden sonuncusunda Mars'ın ortalama hareketine göre 244°da, paralaks ayrıklığının ise 171°26′da olduğu ortaya kondu. Buna göre aradaki yıl boyunca, tüm devinimler dışında, 5°38′lık bir hareket söz konusuydu. Antoninus'un 2. yılından, Mısır takvimine göre 11. ay olan Epiphi'nin 12. gününün ortasından 9 saat sonrasına, Krakow meridyenine göre takip eden gece yarısından 3 ekvatoral saat öncesine, İsa'dan sonraki 1523'e, 1 Mart'tan önceki 8. güne, gün ortasından 7 saat öncesine kadar 1384 Mısır yılı 251 gün 19 dakika vardı. Yukarıdaki hesaba göre, bu süre boyunca paralaks ayrıklığının 5°38′ ve

648 devinimi vardı. Buna göre Güneş'in düzenli hareketinin 257,5° olduğu anlaşılmıştı. Paralaks hareketinin 5°38′sının 257,5°den çıkarılması sonucunda geriye, Mars'ın boylamdaki ortalama hareketi olarak 251°52′ kalır. Bu da şu ana kadar aktarılanlara tümüyle uyar.

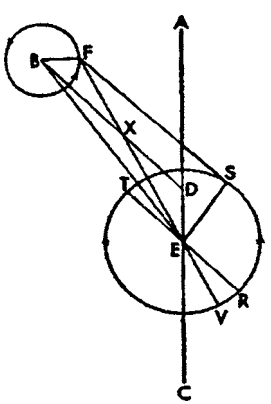
18. Mars'ın Konumunun Saptanması

İsa takviminin başlangıcından Antoninus'un 2. yılına, Mısır takvimine göre Epiphi ayının 12. gününe, gece yarısından 3 saat öncesine kadar 138 Mısır yılı 180 gün 52 dakika vardı; bu süre boyunca paralaks hareketi 293°4′ydı. 293°4′, Ptolemaeus'un son gözlemindeki 171°26′dan çıkarıldığında geriye İsa'dan sonraki ilk yılda, 1 Ocak'ın gece yarısında –tam bir devinimden alınarak bulunan– 238°22′ kalır. İlk olimpiyattan bu zamana kadar 775 Mısır yılı 12,5 gün vardı; bu süre boyunca paralaks hareketi 254°1′ydı. Bu 254°1′ benzer şekilde 238°22′dan çıkartıldığında ve bir devinim alındığında, ilk olimpiyattaki konumu 344°21′ olur. Yine diğer zaman aralıklarına göre hareketlerin hesaplanmasıyla konumun İskender yıllarının başlangıcında 120°39′, Caesar yıllarının başlangıcında ise 211°25′ olduğunu buluruz.

19. Dünya'nın Yıllık Yörünge Çemberi Birim Olarak Alındığında Mars'ın Yörünge Çemberinin Ne Kadar Büyük Olduğu Üzerine

Ayrıca Mars'ın, 1512'nin 1 Ocak'ında beliren, Chelae'nin Güney Kıskacı adındaki ilk parlak yıldızıyla kavuşumuna dair de gözlemler yaptık. Buna göre bu günün sabahında, öğlen vaktinden 6 ekvatoral saat önce, Mars'ı sabit yıldızdan 1/4° mesafede, fakat gündönümü doğuşuna doğru sapmış gördük; bu, Mars'ın boylamda yıldızın doğusuna doğru 1/8°de; buna karşılık kuzey enleminde 1/5° mesafede olduğu anlamına gelir. Buna göre yıldızın konumunun 40′lık

bir kuzey enlemiyle 191°20′da olduğu saptanmıştır. Buna bağlı olarak Mars'ın konumunun da 51′lık bir kuzey enlemiyle 191°28′da olduğu anlaşılmıştır. Fakat bu zamanda paralaks ayrıklığı, hesaba göre, 98°28′ydı; Güneş'in ortalama konumu 262°de; Mars'ın ortalama konumu 163°32′da ve dış merkezli çemberin ayrıklığı ise 43°52′ydı. Bunların ardından ABC dış merkezli dairesi çizilsin. D, merkezi; ADC, çapı; A, yerötesi; C de yerberisi olsun. AD 10.000 birimken, DE dış merkezli çemberi 1460 birim; buna uygun olarak AB yayı da 43°52′ya eşit olsun. B merkeziyle, 500 birimlik BF yarıçapıyla birlikte AD 10.000 birim olsun ve dış tekerleme eğrisi çizilsin. DBF açısı, ADB açısına eşit olsun ve BD, BE, BF ve FE eklensin. Ayrıca Dünya'nın büyük RST yörünge çemberi, BD'ye paralel olan RET çapıyla birlikte E'nin etrafında çizilsin. Çap üzerindeki R, gezegenin paralaksının düzenli hareketinin yerötesi, T de yerberisi olsun. Buna göre Dünya S'de olsun ve hesaba göre paralaksın düzenli ayrıklığıyla uyumlu olarak RS yayı 98°28′ya eşitlensin. FE, BD'yi X noktasında kesen FEV düz çizgisiyle uzatılsın; Dünya'nın yörünge çemberinin dışbükey yayı, paralaksın hakiki yerötesinin yer aldığı V noktasında bulunsun. Buna göre BDE üçgeninde iki kenar bulunur: BD 10.000 birimken, DE 1460 birimdir; bu kenarlar BDE açısını oluşturur.



ADB açısı da 43°52′dır; bu durumda BDE açısı, 180°nin 43°52′dan farkına, yani 136°8′ya eşittir. Buradan hareketle BE tabanının 11.097 birim, DBE açısının 5°13′ olduğu gösterilmiş olur. Fakat hipoteze göre DBF açısı, ABD açısına eşittir; toplamda EBF açısı 49°5′ya eşit olup EB ve BF açıları tarafından kapsanır. Bu durumda BEF açısı 2°; DB 10.000 birimken, FE kenarı 10.776 birimdir. O halde DXE açısı 7°13′dır; zira DXE açısı, iç ve karşıt açının, yani XBE ve XEB açısının toplamına eşittir. DXE açısı, eksiltici eşitlemedir; aradaki farka göre ADB açısı XED açısından, Mars'ın ortalama konumu da hakiki konumundan büyüktür. Buna göre ortalama konum 163°32′ olarak hesap edilir; o halde hakiki konum batıya doğru 156°19′dadır. Fakat konumu, onu S noktasından izleyenlere göre 191°28′da görünür. Bu yüzden paralaksı ya da değiştirmesi doğu yönünde 35°9′dır. Buradan EFS açısının 35°9′ olduğu anlaşılıyor. RT, BD'ye paralel olduğundan, DXE açısı, REV açısına eşittir; benzer şekilde RV yayı da 7°13′dır. Buna göre toplamda VRS yayı 105°41′ olup paralaksın düzeltilmiş ayrıklığıdır; buradan hareketle FES üçgeninin VES dış açısı bulunmuş olur. O halde iç ve karşıt açı olarak, FSE, iki dik açının 180°yi verdiği durumda, 70°32′dır. Fakat üçgenin açıları bulunduğundan, kenarların oranı da bulunur. Buna göre üçgeni çevreleyen çemberin çapı 10.000 birimken FE 9428 birim; ES 5727 birimdir. O halde ES, aşağı yukarı 6580 birimdir; EF 10.776 birimken, BD 10.000 birimdir; bu da yaklaşık olarak Ptolemaeus'un bulgularıyla aynıdır. Fakat toplamda ADE 11.460, çıkarmayla EC 8540 birimdir. Dış tekerleme eğrisi, dış merkezli çemberin en alçak apsidinde eklediği 500 birimi en yüksek A apsidinde çıkarır; o halde en yüksek apsitte kalan 10.960 birim, en alçak apsitteki toplam da 9040 birimdir. Buna göre Dünya'nın yörünge çemberinin yarıçapı 1^{P} olduğunda Mars, yerötede $1^{P}39′57″$lik en yüksek, $1^{P}22′26″$lik en düşük ve

1P31′11″lik ortalama mesafesine sahip olur. Bu yüzden Mars'la ilgili hareketler, büyüklükler ve mesafeler, Dünya'nın hareketiyle oluşturulan sabit bir oranla açıklanır.

20. Venüs Gezegeni Üzerine

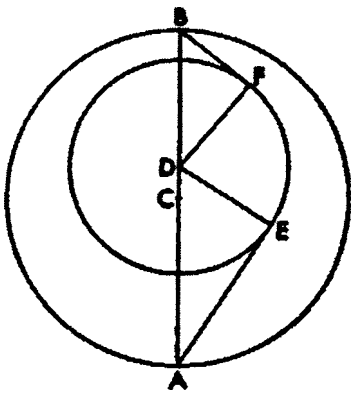
Dünya çevresinde dönen yüksekteki üç gezegenin; Satürn'ün, Jüpiter'in ve Mars'ın hareketlerini ortaya koyduktan sonra şimdi de sıra etrafında Dünya'nın döndüğü gezegenlerden bahsetmeye geldi. Evvela kimi konumlarına ait gerekli gözlemler dışında, hareketine dair Merkür'den daha kolay ve daha açık bir kanıt sunma imkânı veren Venüs üzerinde duracağız: Öyle ki, Güneş'in ortalama konumundan itibaren, sabah ya da akşam oluşan en uzun mesafeler birbirine eşit olduğundan; Venüs'ün dış merkezli dairesine özgü en yüksek ve en alçak apsidin, Güneş'in bu iki konumu arasında orta noktada olduğundan eminiz. Apsitler, eşit açısal uzanımların yeröte etrafındayken daha kısa, yerberi etrafındayken daha uzun olmasına göre birbirinden ayrılır. Sonuç itibariyle diğer konumlarında, açısal uzanımların arasında oluşan farklara göre Venüs küresinin en yüksek ve en alçak apsitten ne kadar uzakta olduğunu ve dış merkezliliğinin boyutunu, Ptolemaeus tarafından bize tam bir açıklıkla aktarılan bilgiler sayesinde kavrarız. Bu yüzden Ptolemaeus'un gözlemlerini, yeryüzünün hareketliliğine dair hipotezimize uyarlanabilecek olanlar dışında, tek tek tekrarlamaya gerek yok. Ptolemaeus ilkin, İskenderiyeli matematikçi Theo'nun, Hadrianus'un 16. yılında gerçekleştirmiş olduğu gözlemi aldı; söylediğine göre bu gözlem Pharmuthi ayının 21. gününde, takip eden gecenin ilk saatinde gerçekleşmişti: Bu, aynı zamanda İsa'dan sonra 132. yıla, 15 Mart'tan önceki 8. günün akşamına denk geliyordu. Venüs, Güneş'in ortalama konumundan 47,25°lik en uzun akşam uzanımında görülmüş-

tü; ayrıca Güneş'in ortalama konumu da, hesaba göre, sabit yıldızlar küresinde 337°41′daydı. Ptolemaeus bu gözlemle, Antoninus'un 4. yılında, Thoth ayının 12. gününde, şafak vaktinde, yani İsa'dan sonra 142 yılında, 1 Ağustos'tan önceki 3. günün sabahında gerçekleştirdiğini söylediği kendi gözlemini karşılaştırdı. Söylediğine göre bu zamanda Venüs'ün en büyük sabah uzanımı öbüründeki uzanıma eşitti ve Güneş'in ortalama konumundan itibaren 47°15′daydı; önceki durumda 337°41′da bulunan Güneş bu sırada sabit yıldızlar küresinde 119°deydi. Böylece bu ortalama konumların arasında apsitlerin 48°20′ ile 228°20′da ve çapa göre birbirine karşıt noktada bulunduğu açıktır. Ekinoksların devinmesinin 6°40′sı her birine eklendiğinde, Ptolemaeus'a göre, Boğa'nın ve Akrep'in 25°sine denk gelirler; Venüs'ün çapa göre zıt konumdaki en yüksek ve en alçak apsidi bu konumlarda olmalıdır. Ptolemaeus bu veriyi bir kez daha teyit etmek için, Theo tarafından Hadrianus'un 4. yılında, Athyr ayının 20. gününün seher vaktinde, yani İsa'dan sonra 119 yılında, 15 Ekim'den önceki 4. günün sabahında gerçekleştirilen başka bir gözlemi kullandı: Venüs bu zamanda yine 181°13′da Güneş'in ortalama konumundan 47°32′lık büyük bir mesafede bulunmuştu. Bununla Hadrianus'un 21. yılında, yani İsa'dan sonra 136. yılda, Mısır takvimine göre Mechyr ayının 9. gününde; buna karşılık Roma takvimine göre 1 Ocak'tan önceki 8. günde, takip eden gecenin ilk saatinde gerçekleştirdiği gözlemi birleştirdi; akşam mesafesinin 265°25′daki Güneş'in ortalama konumundan itibaren 47°32′ olduğu bulundu. Fakat Theo tarafından gerçekleştirilen önceki gözlemde Güneş'in ortalama konumu 191°13′daydı. Apsitler yine yaklaşık olarak 48°20′da ve 228°20′da, yerötenin ve yerberinin olmasının gerektiği bu konumların ortasına düşüyordu. Ayrıca ekinokslardan uzaklıkları Boğa'nın ve Akrep'in 25°sindeydi; Ptolemaeus

bunları aşağıdaki başka iki gözlemle birbirinden ayırmıştır. İlki, Hadrianus'un 13. yılında, Epiphi ayının 3. gününde; yani İsa'dan sonra 129 yılında, 1 Ocak'tan önceki 12. günde sabahın erken saatinde Theo tarafından gerçekleştirilmişti. Theo, Güneş'in ortalama harekete göre, 48°50′dayken; Venüs'ün en uzak sabah uzanımının 44°48′ olduğunu bulmuştu; buna göre Venüs sabit yıldızlar küresinin 4°sinde görünüyordu. Ptolemaeus ise kendi gözlemini Hadrianus'un 21. yılında, Mısır takvimine göre Tybi ayının 2. gününde; Roma takvimine göre İsa'dan sonra 136 yılında, 1 Ocak'tan önceki 5. günde, takip eden gecenin ilk saatinde gerçekleştirmişti. Güneş, ortalama hareketine göre 228°54′dayken Venüs bu noktadan 47°6′lık bir akşam uzanımındaydı ve 276°10′da görünüyordu. Buna göre apsitler birbirinden ayırt edilebilir: Gösterilmesi gerektiği üzere, en yüksek apsit Venüs'ün daha kısa dolanımlarının gerçekleştiği 48°20′da, en alçak apsitse yine Venüs'ün daha uzun dolanımlarının gerçekleştiği 228°20′da bulunur.

21. Dünya'nın ve Venüs'ün Yörünge Çemberlerinin Çaplarının Oranı

Bu son iki gözlemden hareketle Dünya'nın ve Venüs'ün yörünge çemberlerine ait çapların oranı anlaşılabilir olacaktır. Dünya'nın AB yörünge çemberi C'nin etrafında çizilsin. ACB, her iki apsit boyunca çap olsun; yine D, ACB'de AB çemberine dış merkezli olan Venüs'ün yörünge çemberinin merkezi olarak alınsın. A, yerötenin konumu olsun; Dünya buradayken Venüs'ün yörünge çemberinin merkezi en büyük mesafede olur; AB, Güneş'in ortalama hareketinin A'da 48,3°lik, B'de 228,3°lik çizgisi olur. Buna göre AE ve BF düz çizgileri, E ve F noktalarında Venüs'ün yörünge çemberine dokunacak şekilde çizilsin; DE ve DF de eklensin.

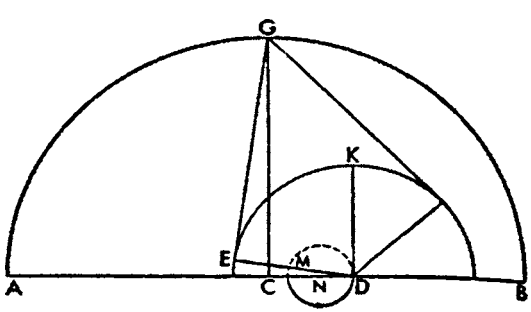


Bu durumda merkezde DAE açısı 44°48′, AED açısı 90° olduğundan DAE üçgeninde açılar bulunmuş olur; buradan hareketle kenarlar da bulunabilir: DE, DAE'nin iki katını ayıran kirişin yarısına, yani AD 10.000 birimken, 7046 birime eşittir. Bu yolla BDF dik üçgeninde, DBF açısı 47°20′; BD 10.000 birimken, DF kirişi 7346 birimdir. Buna göre DF, DE'ye, o da 7046 birime eşitken BD 9582 birimdir. Buradan hareketle ACB 9582 birim, AC ise ACB'nin yarısı, yani 9791 birim, geri kalan CD ise 209 birimdir. Buna göre AC 1P iken, DE 43′10″, CD yaklaşık 1′15″dir; gösterilmesi gerektiği gibi DE, DF'ye, yani yaklaşık olarak 7193 birime; CD de, AC 10.000 birimken yaklaşık olarak 213 birime eşittir.

22. Venüs'ün İkili Hareketi Üzerine

Ptolemaeus'un iki gözleminden çıkan kanıta göre Venüs'ün, D'nin etrafında basit düzenli bir hareketi yoktur. Ptolemaeus ilk gözlemini Hadrianus'un 18. yılında, Mısır takvimine göre Pharmuthi ayının 2. gününde; buna karşılık Roma takvimine göre İsa'dan sonra 134 yılında, 1 Mart'tan önceki 12. günün erken saatlerinde gerçekleştirdi. Güneş bu zamanda, ortalama hareketine göre

318°50′daydı; sabahleyin ekliptiğin 275°15′sında görünen Venüs ise uzanımının 43°35′lık en üst sınırına ulaşmıştı. Ptolemaeus ikinci gözlemini Antoninus'un 3. yılında, Mısır takvimine göre Pharmuthi ayının 4. gününde; Roma takvimine göreyse İsa'dan sonra 140 yılında, 1 Mart'tan önceki 12. günün akşamında gerçekleştirdi. Bu zamanda Güneş'in ortalama konumu 318°50′da; Venüs ise 48°20′lık en büyük akşam uzanımındaydı ve boylamda 7°10′da görünmekteydi. Bunlar aktarıldıktan sonra G, Dünya'nın, aynı yeryüzü yörünge çemberindeki konumu olarak alınsın; böylece AG yayı, dairenin çeyreğini oluşturur; Güneş'in ortalama hareketinin her iki gözlemde çapa göre ne kadar karşıda olduğunu gösteren bu çeyrek, Venüs'ün dış merkezli çemberindeki yerötenin batı kısmında olduğu görülmüştür. Buna GC eklensin ve ona paralel olarak DK çizilsin. GE ve GF, Venüs'ün yörünge çemberine dokunacak şekilde çizilsin; DE, DF ve DG de eklensin. Buna göre EGC açısı, ilk gözlem zamanında sabah uzanımına denk gelen 43°35′ ve CGF açısı, ikinci gözlem zamanında akşam uzanımına denk gelen 48°20′ olduğundan; EGF açısı, EGC açısıyla CGF açısının toplamına, yani 91°55′ya eşittir. Buna göre DGF açısı, EGF açısının yarısı, yani 45°47,5′; kalan CGD açısı ise 2°23′dır. Fakat DCG açısı 90°dir. Buna göre CGD üçgenindeki açılar bulunduğundan, kenarların oranı da bulunur; CG 10.000 birimken, CD 416 birimdir.

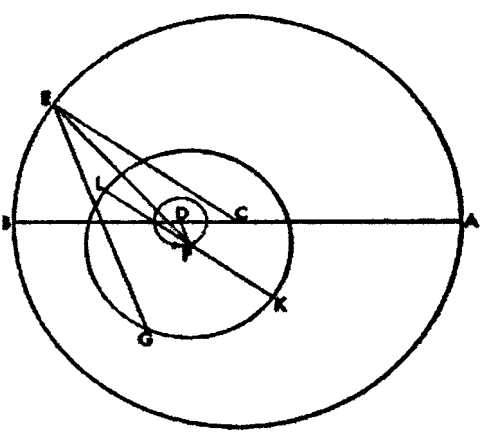


Merkezler arasındaki mesafenin 208 birim olduğu gösterilmişti ve şimdi buradaki mesafe yaklaşık iki katına çıktı. O halde CD, M noktasında ikiye bölünürse, benzer şekilde DM 208 birim olur, bu da yakınlaşma ve gerilemedeki farktır. Yine DM, N noktasında ikiye bölünürse, bu hareketteki ortalama ve düzenli nokta olarak ortaya çıktığı görülmüş olur. Buradan hareketle, yukarıdaki üç gezegende olduğu gibi, Venüs'ün hareketi, ya yukarıdaki gibi dış merkezli çemberin dış tekerleme eğrisinden ya da yine yukarıda bahsedilen başka bir nedenden ötürü iki düzenli hareketin bileşiminden oluşur. Bu gezegen yine de, hareketlerinin ölçülebilirliği ve düzeni bakımından diğerlerinden farklıdır; düşündüğüm üzere, dış merkezli çemberin dış merkezli çemberi yardımıyla daha kolay ve daha doğru bir gösterim mümkün olacaktır. Bu şekilde N'yi merkez, DN'yi de yarıçap olarak alıp küçük bir çember çizelim. Bu çemberde Venüs'ün yörünge çemberinin merkezi oluşturulmuş ve döndürülmüş olur; Dünya, yasa gereğince, dış merkezli çemberin en yüksek ve en alçak apsidinin bulunduğu ACB çapı boyunca geçtiğinde; gezegenin yörünge çemberinin merkezi her daim en küçük mesafede, yani M noktasında olacak; Dünya ortalama apsidinde, yani G noktasında olduğunda gezegenin yörünge çemberinin merkezi D noktasına ve en büyük CD mesafesine ulaşacaktır. Buradan hareketle Dünya'nın bir yörünge dolanımını gerçekleştirdiğinde, gezegenin yörünge çemberinin merkezinin Dünya'yla aynı yönde, doğuya doğru, N merkezi etrafında iki devinim gerçekleştirdiği sonucuna varabilirsiniz. Venüs'le ilgili böyle bir hipoteze göre, bütün düzenli ve görünen hareketler, daha sonra da gösterileceği gibi, gözlemlere uyar. Venüs'le alakalı olarak ortaya konan bu verinin günümüzdeki verilerle tümüyle uyumlu olduğu görülür; sadece dış merkezlilikte yaklaşık olarak 1/6 kadar bir azalma görülür; buna göre birçok

gözlemin bize öğrettiği gibi, evvelki 416 birim şimdi 350 birim olur.

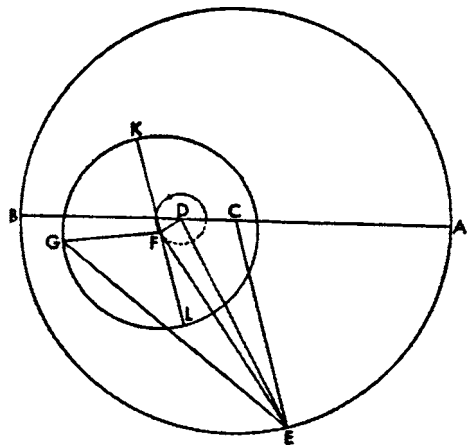
23. Venüs'ün Hareketinin İncelenmesi Üzerine

Bu bağlamda çok dikkatle gözlemlenmiş iki konumu aldım: İlki, Ptolemaeus Philadelphus'un 13. yılında, İskender'in ölümünden sonra 52. yılda, Mısır takvimine göre 8. ay olan Mesori'nin 18. günü sabahının erken saatinde Timocharesi tarafından gerçekleştirildi: Venüs'ün, burçlar kuşağında altıncı sırada bulunan Başak'ın sol kanadındaki dört yıldızdan en batıda, sabit olanın konumunda yer aldığı kaydedildi. Yıldız, boylamda 151°30′da, kuzey enleminde 1°10′da olup üçüncü kadirdendi. Venüs'ün konumu bu şekilde anlaşılabilir olmuştu; Güneş'in ortalama konumu da, hesaba göre, 194°23′daydı.



Buna örnek olsun diye 48°20′da A noktasıyla bir şekil çizelim: AE yayı 146°3′ olsun; geri kalan BE yayı 33°57′; gezegenin, Güneş'in ortalama konumundan açısal mesafesi olan CEG açısı da 42°53′ olsun. Buna göre CD çizgisi, CE

10.000 birimken, 312 birim; BCE açısı ise 33°57′ olduğundan; CDE üçgeninde CED açısı 1°1′; DE tabanı 9743 birimdir. Fakat CDF açısı, BCE'nin 2 katına; o da 67°54′ya eşittir; BDF açısı da 180°nin 67°54′dan farkına, yani 112°6′ya eşittir. CDE üçgeninin dış açısı olarak, BDE 33°57′dır. Buradan hareketle EDF açısının 144°4′; DE 9743 birimken, DF'nin 104 birim olduğu açıktır. Buna göre DEF üçgeninde DEF açısı 20′; toplamda CEF açısı 1°21′; EF kenarı 9831 birimdir. Fakat CEG açısının 42°53′ olduğu gösterilmişti; buna bağlı olarak geri kalan FEG açısı 41°32′; yörünge çemberinin yarıçapı olarak FG de, EF 9831 birimken, 7193 birimdir. EFG üçgeninde FEG açısı ve kenarların oranları bulunduğundan geri kalan açılar da bulunur. EFG açısı 72°5′dır. KLG yayı da 180°nin EFG açısından farkına, yani yörünge çemberinin en yüksek apsidinden ölçülen 252°5′ya eşittir. Biz ise Venüs'ün ikinci konumuna dair gözlemlerimizi İsa'dan sonra 1529 yılında, 15 Mart'tan önceki 4. günde, günbatımından 1 saat sonra ve gün ortasından sonraki 8. saatin başlangıcında gerçekleştirdik. Ay'ın kararmaya başladığını, Venüs'ün karanlığın orta noktasında, boynuzların arasında olduğunu gördük. Kararma 1 saat ya da daha az sürdü; gezegenin, boynuzların dışbükeyliğinin orta noktasında, diğer yanda batıya doğru belirdiği görüldü. Buradan hareketle bir saatte ya da civarında Ay'la Venüs'ün merkezlerinin kavuştuğu ve Frauenburg'da tam görüş açısına sahip olduğumuz açıktır. Venüs (bu zamanda) akşam yükselişinde ya da Dünya'dan çizilen bir çizginin yörünge çemberine teğet olduğu yerin beri tarafındaydı. Buna göre İsa'nın doğumundan itibaren, görünen zamana göre, 1529 Mısır yılı 87 gün 7,5 saat, buna karşılık eşit zamana göre 7 saat 34 dakika geçmiş; Güneş'in kolayca anlaşılan ortalama konumu 332°11′ya ulaşmıştı: Ekinoksların devinmesi ise 27°24′ydı. Ay'ın Güneş'ten itibaren, düzenli hareketi 33°57′, ayrıklığın düzenli hareketi 205°1′ ve enlemde hareket 71°59′ydı.



Buradan hareketle Ay'ın hakiki konumunun 10°de; fakat ekinokstan yapılan hesaba göre 1°13′lık kuzey enlemiyle birlikte Boğa'nın 7°24′sında olduğu anlaşılır. Buna karşılık Terazi'nin 15°si yükseldiğinden boylamda Ay paralaksı 48°32′, buna bağlı olarak Ay'ın görünen konumu da Boğa'nın 6°26′sındaydı: Fakat sabit yıldızlar küresindeki boylamı 9°11′, enlemi 41′ kuzey enlemi; Venüs'ün görünen konumu da, Güneş'in ortalama konumundan 37°1′lık akşam mesafesindeydi. Dünya'nın, Venüs'ün en yüksek apsidinden mesafesi de batıya doğru 76°9′ydı. Önceki yapıya uygun olarak yine bir şekil çizilsin; fazladan ECA açısı 76°9′; CDF açısı, ECA açısının 2 katı, yani 152°18′ olsun. Bugün bulunduğu üzere CD dış merkezli çemberi 246 birim; CE 10.000 birimken, DF 104 birim olsun. Buna göre CDE üçgeninde kalan DCE açısı 103°51′ olup bulunan kenarların arasında yer alır. Buradan CED açısının 1°15′, DE tabanının 10.056 birim, CDE açısınınsa 74°54′ olduğu gösterilmiş olur. Fakat CDF açısı, ACE açısının 2 katı, yani 152°18′dır. EDF açısı ise CDF açısının CDE açısından farkına, yani 77°24′ya eşittir. Böylece yine DEF üçgeninde iki kenar bulunur: DE 10.056 birimken, DF 104 birimdir; bu kenarlar bulunan EDF açısını oluşturur. Da-

hası DEF açısı 35′, EF tabanı 10.034 birimdir. Buradan hareketle toplamayla CEF açısı 1°50′dır. CEG açısı da gezegenin Güneş'in ortalama konumundan mesafesini veren 37°1′dır. Bu durumda FEG açısı, CEG açısının CEF açısından farkına, yani 35°11′ya eşittir. Benzer şekilde EFG üçgeninde iki kenar bulunur: FG 7193 birimken, EF 10.034 birimdir ve E'deki açı da bulunur. Buradan hareketle geri kalan açılar da hesap edilebilir: EGF açısı 53,5°, EFG açısı ise gezegenin, yörünge çemberinin hakiki yerberisinden mesafesi olan 91°9′dır. Fakat KFL çapı CE'ye paralel çizildiğinden K, düzenli hareketin yerötesi, L de yerberisi olur. EFL açısı, CEF açısına eşit olduğundan LFG açısı, EFG açısının EFL açısından farkına, yani 89°29′ya; KG yayı da 180°nin 89°29′dan farkına, yani 90°31′ya eşittir: Bu da, bizim gözlemimizin bu zaman noktasında aradığımız ve yörünge çemberinin düzenli hareketinin en yüksek apsidinden ölçüldüğü kadarıyla gezegenin paralaks ayrıklığıdır. Fakat Timochares tarafından gerçekleştirilen gözlemin zamanında ayrıklık 252°5′ydı: Aradaki yıllar boyunca 1115 tam devinimin dışında 198°26′lık bir hareket söz konusuydu. Bu durumda Ptolemaeus Philadelphus'un 13. yılı, Mesori ayının 18. günü sabahının erken saatinden İsa'dan sonra 1529 yılı, 15 Mart'tan önceki 4. günün öğlen vaktinden 7,5 saat sonrasına kadar yaklaşık 1800 Mısır yılı 236 gün 40 dakika vardı. Buna göre 1115 devinimlik hareketi ve 198°26′yı 365 günle çarpıp çıkan sonucu 1800 yıl 226 gün 40 dakikaya böldüğümüzde, 225°1′45″3‴40⁗ kadarlık yıllık hareketi elde ederiz. Bunu tekrar 365 güne böldüğümüzde, yukarıda gösterdiğimiz tabloya da eklendiği gibi, gün başına 36′59″28‴ kadar bir hareket düşer.

24. Venüs Ayrıklığının Konumları Üzerine

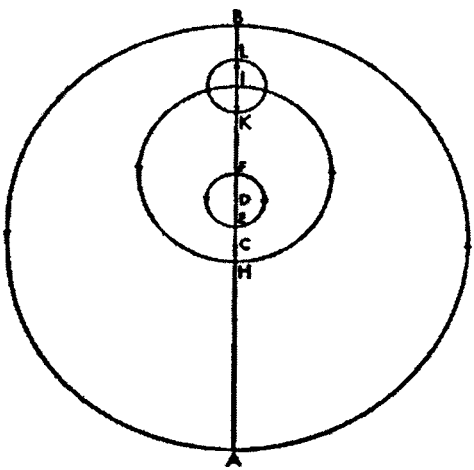
Buna göre ilk olimpiyattan Ptolemaeus Philadelphus'un 13. yılına, Mesori ayının 18. gününün sabah erken saatinden

itibaren 503 Mısır yılı 228 gün 40 dakika vardı: Bu zaman boyunca hareketin 290°39′ olduğu hesap edilmişti. Fakat 290°39′, 252°5′dan çıkarılırsa ve buna 360° eklenirse, geriye ilk olimpiyatın başlangıcındaki hareketin konumu olarak 321°26′ kalır. Diğer konumlar da, sık sık söylendiği gibi, hareketle ve zamanla orantılıdır: İskender takviminin başlangıcı için 81°52′, Caesar takviminin başlangıcı için 70°26′ ve İsa takviminin başlangıcı için 126°45′ söz konusudur.

25. Merkür Üzerine

Venüs'ün, Dünya'nın hareketine nasıl bağlı olduğu ve çemberlerin oranında ne gibi bir düzensizliğin yattığı gösterilmiş oldu. Geriye Merkür kaldı: Venüs'ten ya da yukarıda bahsedilen diğer gezegenlerin herhangi birinden daha karmaşık dolanımları olmasına rağmen Merkür de kullanılan prensibe hatasız bir şekilde uyarlanacak. Olması gerektiği gibi, Merkür'ün Güneş'ten itibaren en küçük açısal uzanımlara Terazi burcunda, en büyük uzanımlara ise karşıt burçta sahip olduğu yapılmış eski gözlemlerle sabittir. Fakat Merkür'ün en büyük uzanımları bu konumda değildir, İkizler'de ve Kova'da olduğu gibi, daha yüksekte bulunabilir; Ptolemaeus'un ifadesine göre özellikle de Antoninus zamanında, başka hiçbir gezegenin görülmediği ölçüde bulunmaktadır. Bunun nedenini Dünya'nın hareketsizliği ve Merkür'ün dış merkezli çember boyunca çizilen büyük dış tekerleme eğrisindeki hareketi olarak gören eski matematikçiler, basit bir dış merkezli çemberin, bu görünümleri yeterli ölçüde açıklayamayacağını; dış merkezli çemberdeki hareketin, sadece kendi merkezi etrafında değil aynı zamanda başka bir merkezin de etrafında olduğunu kaydetmişler; buna karşılık dış tekerleme eğrisini taşıyan aynı dış merkezli çemberin, Ay'ın dış merkezli çemberi için de kabul ettikleri gibi, küçük bir çember boyunca hareket ettiğini düşünmek zorunda kalmışlardı.

Buna göre üç merkez vardı: Dış tekerleme eğrisini taşıyan dış merkezli çemberin merkezi; küçük çemberin merkezi ve çağdaşlarımızın *equant* dediği çemberin merkezi. İlk iki çemberden yararlanmışlar ve dış tekerleme eğrisinin sadece, oranına ve diğer iki çembere göre, hakiki merkeze en uzak olan *equant*'ın merkezi etrafında düzenli hareket etmediğini kabul etmişlerdi. Oysa Ptolemaeus'un, kompozisyonunda uzun bir şekilde anlattığı gibi, bu gezegene ait görünümlerin, başka bir şemayla aktarılamayacağını da düşünmüşlerdi.



Diğer yandan bu son gezegenin, onu küçümseyenlerin yaptığı haksızlıktan ve kötülemesinden kurtarılması ve Dünya'nın hareketliliğine bağlı olarak hareketindeki düzenliliğin yukarıda bahsedilen diğer gezegenlerinkinden daha az belirgin olmadığının gösterilmesi adına; eskilerin tahmin ettiği üzere dış tekerleme eğrisi yerine dış merkezli çembere, Venüs'ünkinden farklı olan bir dış merkezli çember atfedeceğiz. Bunun yanında bir dış tekerleme eğrisi bir dış merkezli çemberde hareket eder, ancak gezegen bir yayda taşınmaz, çapı boyunca yukarı ve aşağı doğru gider: Böylece yukarıda eki-

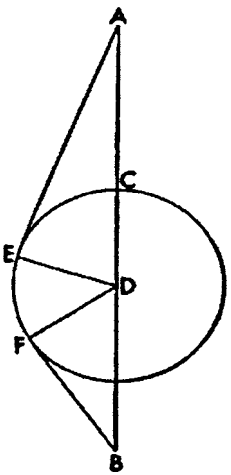
noksların devinmeleriyle ilgili olarak gösterildiği gibi, gezegen düzenli dairesel hareketiyle kendini gösterir. Proclus, Euclides'in *Elementler*'ine dair yorumunda düz bir çizginin birçok hareketle tarif edilebileceğini ve bu hareketlerin tümü sayesinde görünümünün ortaya konabileceğini söyler. Fakat hipotezin daha kusursuz bir şekilde kavranabilmesi için AB, merkezi C ve çapı ACB olmak üzere Dünya'nın büyük yörünge çemberi olsun. ACB üzerinde, B ile C noktaları arasında D bir merkez olarak alınsın, 1/3'ü olan CD'nin de yarıçap olduğu küçük EF çemberi çizilsin; buna göre C'den en büyük mesafesi F, en küçüğü ise E olsun. Merkür'ün yörünge çemberi olarak HI, F merkezinin etrafında çizilsin; en yüksek I apsidinin merkez olduğu, gezegenin kat ettiği dış tekerleme eğrisi eklensin. HI, dış merkezli çembere göre başka bir dış merkezli çember olan ve dış tekerleme eğrisini taşıyan yörünge çemberi olsun. Şekil bu biçimde çizildiğinde, bütün bunlar AHCEDFKILB düz çizgisinde uzanacaktır. Bu arada gezegen K'de, yani F merkezinden en küçük KF mesafesinde konumlandırılsın. Merkür'ün devinimlerinin başlangıç noktası olarak belirlenen noktayla birlikte F merkezinin Dünya'nın her bir devinimi için iki devinim gerçekleştirdiği anlaşılsın; gezegen aynı yönde, doğuya doğru benzer şekilde LK'de, çap boyunca HI çemberinin merkezine göre aşağı ve yukarı hareket etsin. Buradan hareketle Dünya ne zaman A veya B'de yer alırsa, Merkür'ün yörünge çemberinin merkezi, C'den en uzak konumu olan F'de; buna karşılık Dünya orta çeyreklerdeyken, merkez C'ye en yakın konum olan E'de yer alır; bu da Venüs'ün zıt konumunda bulunduğu anlamına gelir. Dahası bu kurala göre dış tekerleme eğrisinin KL çapını kat eden Merkür dış tekerleme eğrisini taşıyan yörünge çemberinin merkezine en yakın konumda, yani K noktasındadır: Dünya AB çapına denk geldiğinde ve ortalama konumlarında yer aldığında, gezegen en uzak L mesafesinde bulunacaktır. Böylece yörünge çemberinin merkezinin,

EF küçük çemberinin çevresinde ve gezegenin, LK çapı boyunca birbirine eşit ve Dünya'nın yıllık hareketiyle ölçülebilir ikiz devinimleri ortaya çıkmış olur. Bu sırada dış tekerleme eğrisi veya FI çizgisi, HI yörünge çemberi boyunca kendi hareketiyle ilerlesin ve merkezi de sabit yıldızlar küresine göre yaklaşık 88 günde bir devinim tamamlayacak şekilde düzenli olarak hareket etsin. Paralaks hareketi dediğimiz Dünya'nınkini aşan hareketiyle, ortalama hareketler tablosundan daha net bir şekilde anlaşılabileceği gibi Dünya'ya göre 116 günde bir devinim yapar. Buradan hareketle Merkür'ün, kendi hareketine göre, her daim bir çemberin aynı çevresini kat etmediği; yörünge çemberinin merkezinden mesafesi oranında oldukça farklı büyüklükte, K noktasında en küçük, L noktasında en büyük, I etrafında ise ortalama bir yay çizdiği, bunun Ay için gösterildiği gibi, bir dış tekerleme eğrisindeki dış tekerleme eğrisine benzediği anlaşılır. Ay'ın çevre üstünde yaptığını Merkür, düzenli hareketlerden oluşan karşılıklı bir devinimle çap üzerinde yapar. Ekinoksların devinmesiyle bağlantısının nasıl olduğunu yukarıda gösterdik. Fakat bunun enlemle olan bağlantısına dair başka bilgiler de sunacağız. Bu hipotez, Ptolemaeus ve diğerlerine ait gözlemlerin tarihinden anlaşılabildiği gibi Merkür'e ait tüm görünümler için yeterlidir.

26. Merkür'ün En Yüksek ve En Alçak Apsidinin Konumları Üzerine

Buna göre Ptolemaeus Merkür'ü, Antoninus'un 1. yılında, Epiphi ayının 20. gününde, günbatımından sonra, gezegen geceleyin Güneş'in ortalama konumundan en büyük açısal mesafedeyken gözlemlemişti. Bu zaman noktasına kadar Krakow'da 137 İsa yılı 188 gün 42,5 dakika geçmişti; buna uygun olarak hesabımıza göre Güneş'in ortalama konumu 63°50′da; aletle gözlenen gezegen de, Ptolemaeus'un söyledi-

ği gibi, Yengeç'in 7°sindeydi. Fakat bu noktada 6°40′ olan ekinoksların devinmesinin çıkarılması sonucunda Merkür'ün konumunun, sabit yıldızlar küresinde Koç'un başlangıcından itibaren 90°20′da, Güneş'in ortalama konumundan en büyük açısal uzanımının ise 26,5° olduğu gösterilmiş oldu.



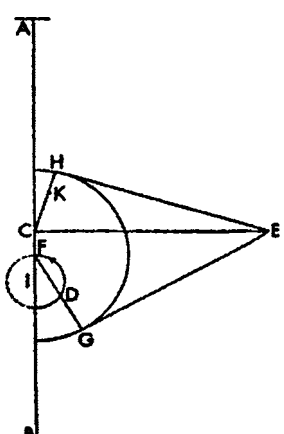
Ptolemaeus ikinci gözlemini Antoninus'un 4. yılında, Phamenoth ayının 19. gününün erken saatinde, Hıristiyan takviminin başlangıcından yaklaşık 140 yıl 67 gün 12 dakika geçtikten sonra gerçekleştirdi: Güneş'in ortalama konumu 303°19′daydı. Bu anda Merkür aletle Oğlak'ın 13,5°sinde görülüyordu, fakat Koç'un sabit başlangıcından yaklaşık olarak 276°49′daydı ve buna göre en büyük sabah mesafesi de benzer şekilde 26,5°ydi. Buna göre uzanım sınırları Güneş'in ortalama konumunun her iki yanında eşit olduğundan, Merkür'ün apsitlerinin bu konumlar, yani 226°49′ ile 90°20′ arasında bir noktada olması gerekir. Merkür'ün en yüksek ve en alçak apsidinin bulunması gereken konumlar, çapa göre birbirine zıt olan 3°34′ ve 183°34′dır. Venüs'te olduğu gibi apsitler, iki gözlemle ayırt edilir. Ptolemaeus ilk gözlemi Hadrianus'un 19. yılında, Athyr ayının 15. günü sabahının erken

saatinde, Güneş'in ortalama konumu 182°38′dayken gerçekleştirdi. Merkür'ün görünen konumu 163°35′da olduğundan, Güneş'ten en büyük sabah mesafesi de 19°3′ydı. Alet yardımıyla yine Hadrianus'un 19. yılında, yani İsa'dan sonra 135 yılında, Mısır takvimine göre Pachon ayının 19. gününün günbatımında, Güneş gezegenin ortalama hareketine göre 23°15′dayken, Merkür'ün sabit yıldızlar küresinde 27°43′da olduğu bulundu. Bu, önceki mesafeden daha büyüktü; bu yüzden Merkür'ün yerberisinin, dikkat edilmesi gerektiği gibi, bu anda yaklaşık olarak ancak 183,5°de olabileceği açıktı.

27. Merkür'ün Dış Merkezliliğinin Ne Kadar Büyük Olduğu ve Çemberlerin Simetrisi Üzerine

Ayrıca bu sayede merkezler arasındaki mesafe ve yörünge çemberlerinin büyüklükleri karşılıklı olarak ortaya konabilir. Buna göre AB, Merkür'ün en yüksek apsidi A ile en alçak apsidi B boyunca geçen düz çizgi olsun; bu çizgi, aynı zamanda merkezi D olan büyük çemberin de çapı olsun. Merkezi D olarak alınan gezegenin yörünge çemberi çizilsin. Bu durumda AE ve BF çizgileri yörünge çemberine değecek şekilde çizilsin; DE ve DF eklensin. Buna göre önceki iki gözlemden ilkinde gezegenin sabah mesafesinin 19°3′ olduğu görüldüğünden CAE açısı da 19°3′dır. Fakat ikinci gözlemde en büyük akşam mesafesinin 23,25° olduğu görülmüştü. Buna göre AED ve BFD dik üçgenlerinde açılar bulunduğundan kenarların oranı da bulunacaktır; buna göre, AD 100.000 birimken; yörünge çemberinin yarıçapı olan ED 32.639 birimdir. Fakat BD 100.000 birimken, FD 39.474 birimdir. FD, ED'ye eşit olduğuna göre yörünge çemberinin yarıçapı olan FD, AD 100.000 birimken, 32.639 birime eşittir. Çıkarma işlemiyle DB, 82.685 birim olarak bulunur. Buradan hareketle AC, AB'nin yarısına, yani 91.342 birime; geri kalan CD ise merkezler arasındaki mesafe olan 8658 birime eşittir. Merkür'ün yörünge çemberinin yarıçapı; AC 1P,

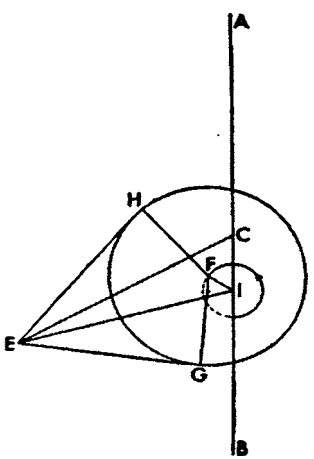
yani 60′ iken, 21′26″dir. CD 5′4″, DF 35.733 birim ve gösterildiği gibi, AC 100.000 birimken, CD 9479 birimdir. Fakat bu değerler her yerde aynı kalmaz; aksine, Theo ve Ptolemaeus tarafından bu konumlarda gözlenen ve kaydedilen sabah ve akşam boylamlarının bize gösterdiği gibi, ortalama apsitlerle alakalı olarak bulunanlardan oldukça farklıdırlar. Buna göre Theo, Hadrianus'un 14. yılında, Mesori ayının 18. gününde, günbatımından sonra; yani İsa'nın doğumundan 129 yıl 216 gün 45 dakika sonra; Güneş'in ortalama konumu 93,5°, yani yaklaşık olarak Merkür'ün ortalama apsidindeyken Merkür'ün akşam sınırını gözlemlemişti. Alet yardımıyla gezegenin Aslan'daki Basiliscus'un 3°50′ batısında olduğu görülmüştü; buna göre konumu 119°45′, en büyük akşam mesafesi ise 26°15′ydı. Ptolemaeus ikinci sınırın kendisi tarafından Antoninus'un 2. yılında, Mesori ayının 21. gününde, sabah erken saatte; yani İsa'dan sonra 138 yıl 219 gün 2 dakika sonra gözlendiğini kaydetmişti: Güneş'in ortalama konumunun benzer şekilde 93°39′, Merkür'ün en büyük sabah mesafesinin ise bu noktadan itibaren 20°15′ olduğunu bulmuştu. Merkür, sabit yıldızlar küresinde 73°12′da görünüyordu.



O halde Dünya'nın büyük yörünge çemberinin çapı olan ve Merkür'ün apsitleri boyunca geçen ACDB, önceden olduğu gibi, yine çizilsin: Güneş'in ortalama hareketinin CE çizgisi C noktasında dik açıyla çizilsin. C ve D arasında bir F noktası belirlensin; Merkür'ün yörünge çemberi bu F noktası etrafında çizilsin. EH ve EG düz çizgileri bu küçük çembere dokunsun; FG, FH ve EF eklensin. Bu durumda problemimiz F noktasını ve FG yarıçapının AC'ye oranının ne olduğunu bulmaktır. Bunun için CEG açısı 26°15′, CEH açısı 20°15′, buna bağlı olarak toplamayla HEG açısı 46°30′dır. HEF açısı, HEG açısının yarısına; o da 23°15′ya eşittir. Bu durumda geri kalan CEF açısı 3°dir. Böylece CEF dik açısının kenarları bulunmuş olur: CF 524 birim; AC'ye eşit olan CE 10.000 birimken, FE de 10.014 birimdir. Buna karşılık Dünya, gezegenin en yüksek ve en alçak apsidindeyken CD'nin 948 birim olduğu da gösterilmişti. Buradan hareketle DF, CD'nin CF'den fazlalığına ve Merkür'ün yörünge çemberine ait merkezin çizdiği küçük çemberin çapına denk gelecektir. DF 424 birim, IF yarıçapı 212 birimdir. Buna göre toplamda CFI 736 birimdir. Benzer şekilde HEF üçgeninde H açısı 90°; HEF açısı 23°15′ olduğuna göre EF 10.000 birimken, FH 3947 birimdir. Fakat EF 10.014, CE 10.000 birimken; FH 3953 birimdir. Yukarıda FK'nin 3573 birim olduğu da gösterilmiş oldu. Buna göre geri kalan HK 380 birim olup; gezegenin, yörünge çemberinin merkezi olan F'den en büyük farkıdır; bu en büyük fark, gezegen en yüksek ya da en alçak apsit ile ortalama apsit arasında olduğunda bulunur. Gezegen, yörünge çemberi olan F'den itibaren farklılık gösteren bu mesafeden ötürü, farklı uzaklıklarda düzensiz çemberler çizer: Gösterilmesi gerektiği üzere, en küçük mesafe 3573 birim, en büyük mesafe 3953 birim, ortalama mesafe ise 3763 birimdir.

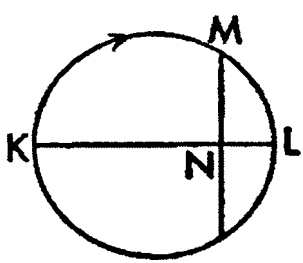
28. Merkür'ün Yerberiden 60° Civarındaki Sapmaları Niçin Yerberideki Sapmalarından Daha Büyük Görünür?

O halde, zaten göstermiş olduğumuz sapmalardan daha büyük olduklarından, Merkür'ün yerberiden 60°lik bir mesafede, yerberide olduğundan daha büyük sapmalara sahip olması pek de şaşırtıcı görünmeyecektir. En nihayetinde eskiler tarafından Dünya'nın bir devinimde, Merkür küresinin Dünya'ya iki kat daha yaklaştığına inanılırdı. Buna uygun olarak BCE açısı 60° olacak şekilde yapı oluşturulsun.



Buna bağlı olarak BIF açısı 120° olsun. F, Dünya'nın yer aldığı E'nin bir devinimine karşılık iki devinim yapacak şekilde yerleştirilsin. EF ve EI da eklensin. Buna uygun olarak EC 10.000 birimken, CI'nın 736 birim, ECI açısının 60° olduğu gösterildiğinden ECI üçgeninde EI tabanı 9655, ACE ile CIE açısı arasındaki fark olan CEI açısı ise 3°47′ya eşittir. Fakat ACE açısı 120°dir. Bu yüzden CIE açısı da 116°13′dır. Fakat aynı zamanda FIB açısı da 120°dir; buna göre FIB açısı ECI açısının iki katına ve CIF açısı 180°nin 120°den farkına, yani 60°ye eşit olduğundan geri kalan EIF

açısı da 56°13′dır. Fakat EI 9655 birimken IF'nin 212 birime eşit olduğu ve EI ile IF'nin verilen EIF açısını oluşturduğu gösterilmişti. Buradan hareketle FEI açısının 1°4′ olduğu sonucu çıkar; geri kalan CEF açısı, gezegenin yörünge çemberinin merkezi ile Güneş'in ortalama konumu arasındaki fark olan 2°44′ya, EF kenarı ise 9540 birime eşittir. Bu durumda Merkür'ün GH yörünge çemberi F etrafında çizilsin; EG, yörünge çemberine dokunacak şekilde E'den çizilsin; FG ve FH de eklensin. Evvela FG ya da FH yarıçapının bu koşullardaki büyüklüğünün ne olduğunu incelememiz gerekir; bunu aşağıdaki gibi yapacağız: Bunun için AC 10.000 birimken, çapı 380 birim olan küçük bir çember alalım. Yukarıda ekinoksların devinmesiyle alakalı olarak da gösterdiğimiz gibi gezegenin, FG ya da FH düz çizgisi üzerinde çap[8] veyahut ona eşit bir düz çizgi boyunca F merkezine yaklaştığı veya ondan uzaklaştığı düşünülsün. Hipotezimize uygun olarak BCE açısı çevrenin 60°sini görürken KM yayı 120° olsun; MN, KL'ye dik olarak çizilsin. MN, ML'nin iki katını ayıran kirişin yarısına, o da KM'nin iki katını ayıran kirişin yarısına eşittir; bu durumda çapın bir çeyreği olan LN, Euclides'in *Elementler*'inin on üçüncü kitabının XII. ve beşinci kitabının XV. bölümünde de gösterildiği gibi, 95 birimdir.



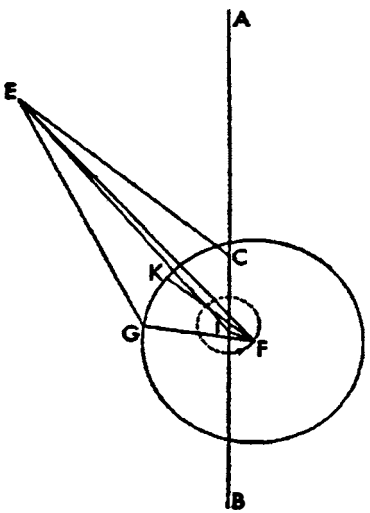
8 380 birime denk gelen çap.

Buna göre KN, KL'nin 3/4'üne; yani 285 birime eşittir. KN çizgisi ve gezegenin en küçük mesafesi toplanarak bu konum için aranan mesafeyi verir; FG, FH'ye, o da –AC 10.000 ve EF 9540 birimken– 3858 birime eşittir. O halde FEG ya da FEH dik üçgeninin iki kenarı bulunmuş olur; bu durumda FEG ya da FEH açısı da bulunacaktır. FG, FH'ye, o da –EF 10.000 birimken– 4044 birime eşittir ve FG, FH'ye, o da 23°52′lık kirişe eşittir. O halde toplamayla GEH açısı 47°44′dır. Fakat en alçak apsitte ve benzer şekilde ortalama apsitte sadece 46,5°lik kısım görülür. Bu durumda, gezegenin yörünge çemberi Dünya'ya yerberide olduğundan daha yakınlaştığı için değil, gezegen yerberide olduğundan daha büyük bir çember çizdiği için buradaki uzanım 1°14′ daha büyük olur. Bütün bunlar şimdiki ve önceki gözlemlere uymakta olup düzenli hareketlerden kaynaklanmaktadır.

29. Merkür'ün Ortalama Hareketlerinin İncelenmesi

Bu durumda Ptolemaeus Philadelphus'un 21. yılında, Mısır takvimine göre Thoth ayının 19. günü sabahının seherinde gerçekleştirilen eski gözlemler sayesinde Merkür'ün, Akrep'in alnındaki yıldızlardan ilki ve ikincisi boyunca geçen düz çizgide göründüğü ve doğuya doğru iki Ay çapı mesafesinde olup ilk yıldızdan bir Ay çapı kadar kuzeye doğru ayrıldığı bulunmuştur. Bu durumda ilk yıldızın konumunun boylamda 209°40′, kuzey enleminde 1°20′; ikinci yıldızın konumunun boylamda 209°, güney enleminde ise 1°10′ olduğu anlaşılmıştır. Buradan Merkür'ün konumunun boylamda 210°40′, kuzey enleminde ise yaklaşık 1°50′ olduğu sonucu çıkmıştır. İskender'in ölümünün üzerinden 59 yıl 17 gün 45 dakika geçmişti; hesabımıza göre, Güneş'in ortalama konumu 228°2′ydı. Yıldızın sabah mesafesi 17°28′ olup takip eden dört gün boyunca kaydettiğimize göre, gittikçe artıyordu. Buradan hareketle gezegenin en üst sabah sınırına ya da

yörünge çemberiyle teğet noktasına henüz varmadığı; aksine, çemberin Dünya'ya daha yakın olan aşağı kısmında hareket ettiği açıktı. Fakat en yüksek apsit 183°20′da olduğundan, Güneş'in ortalama konumuna 44°48′ vardı. Buna uygun olarak ACB yine, yukarıdaki gibi, büyük yörünge çemberinin çapı olsun ve Güneş'in ortalama hareketinin CE çizgisi, C merkezinden, ACE açısı 44°48′ olacak şekilde geçsin.



I'nın etrafında, üzerinde dış merkezli çemberin F merkezinin yer aldığı küçük çember çizilsin. Hipoteze göre BIF açısı, ACE açısının iki katına eşit olduğundan, 89°36′dır. EF ve EI da eklensin. Bu durumda ECI üçgeninde iki kenar bulunmuş olur: CE 10.000 birimken, CI 736,5 birimdir. CI ve CE kenarları, verilen ECI açısını oluşturur. ECI açısı, 180°nin ACE açısından farkına, yani 135°12′ya, EI kenarı 10.534 birime, CEI açısı da ACE açısının EIC açısından farkına, yani 2°49′ya eşittir. Bu yüzden CIE açısı da 41°59′dır. Fakat CIF açısı, 180°nin BIF açısından farkına, yani 90°24′ya eşittir. Bu durumda toplamayla EIF açısı 132°23′ya eşit olup EFI üçgeninin bulunan EI ve IF kenarlarının arasında yer alır: EI ke-

narı 10.534 birim; AC 10.000 birimken, IF kenarı 211,5 birimdir. Buradan hareketle FEI açısı 50′, EF kenarı 10.678 birimdir. Geri kalan CEF açısı da 1°59′dır. Buna uygun olarak LM küçük çemberi alınsın; LM çapı, AC 10.000 birimken, 380 birimdir. Hipoteze uygun olarak LN yayı 89°36′ya eşit olsun. Yine LN kirişiyle birlikte LM'ye dik olan NR de çizilsin. Bu durumda LN'nin karesi, LM, LR çarpımına eşit olduğundan, LR kenarının, LM 380 birimken, aşağı yukarı 189 birim olduğu bulunur. Bu LR düz çizgisi, EC'nin ACE açısını tamamladığı anda gezegenin yörünge çemberinin merkezi F'den mesafesini verir. O halde bu çizginin en az mesafeye eklenmesiyle bu konumdaki mesafe bulunmuş olur; yani 189 birim ile 3573 birimin toplamı 3672 birimdir. Buna göre F merkezi ve 3762 birimlik yarıçapıyla bir çember çizilsin; EG, G noktasında dışbükey çevreyi kessin; böylece CEG açısı, gezegenin Güneş'in ortalama konumundan görünen açısal uzanımı olan 17°28′dır. FG eklensin ve FK, CE'ye paralel olarak çizilsin. Bu durumda FEG açısı, CEG açısının CEF açısından farkına, yani 15°29′ya eşittir. Buradan hareketle EFG üçgeninde iki kenar bulunmuş olur: EF 10.678 birim; FG 3762 birim; FEG açısı 15°29′dır. Bu yüzden EFG açısının 33°46′ olduğu görülecektir. Buradan hareketle EFK açısı CEF açısına, KFG açısı da EFG açısının RFK açısından farkına, yani 31°48′ya eşit olduğundan, gezegenin yörünge çemberinin ortalama K yerberisinden mesafesi olan KG yayı 31°48′ya eşittir. Gösterildiği gibi, bu gözlem zamanında paralaks ayrıklığının ortalama hareketi olan KG yayı ile 180°nin toplamı 211°48′ya eşittir.

30. Merkür Hareketlerine Dair Son Dönemde Gerçekleşmiş Üç Gözlem Üzerine

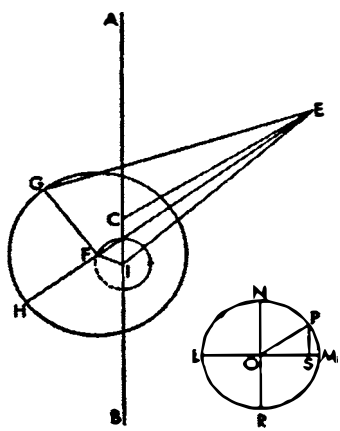
Eskiler bizi bu gezegenin izlediği yolu bu şekilde incelemeye yöneltmişti; ancak söylediklerine göre onlar, bizim etrafı-

mızdaki Vistula'nın aksine, buhar yaymayan Nil civarında oldukça açık bir gökyüzüyle lütuflandırılmışlardı.[9] Doğa, açık bir havanın nadiren görüldüğü, daha soğuk bir bölgede yaşayan bizleri uygun hava koşullarından mahrum bırakmıştır. Dahası, kürenin büyük eğikliğinden ötürü Merkür'ü görmek de pek mümkün değildir: Balık'ta ya da Koç'tayken Güneş'ten en büyük mesafede yükseldiğinde görüş açımıza girmiyor, Başak'ta ve Terazi'de alçaldığında görünmüyor, yine geceleri veyahut gündüzleri Yengeç'te ya da İkizler'de belirmiyor, Güneş'in Aslan'ın büyük bir bölümü boyunca gerilemesi dışında geceleri neredeyse hiç ortaya çıkmıyor. Bu yüzden gezegen, ona ait rotayı inceleyebilmek için birçok kere dolambaçlı yoldan gitmemizi ve aşırı çaba göstermemizi gerektirdi. Bu kapsamda Nürnberg'de dikkatle gözlemlenmiş bu konumlardan üç tanesini aldık: İlk gözlem Regiomontanus'un öğrencisi, Bernardus Vualtherus[10] tarafından, İsa'dan sonra 1491 yılında, 13 Eylül'den önceki 5. günde, gece yarısından 5 eşit saat sonra, Aldebaran için düzenlenmiş kolluklu *astrolabium*larla gerçekleştirildi. B. Vualtherus, önceki günlerde sabah uzanımı sürekli azalan Merkür'ün, 1°10′lık kuzey enleminde Başak'ın 13°50′sında, sabah kararmasının başlangıcında olduğunu gördü. Buna göre İsa takviminin başlangıcından itibaren 1491 Mısır yılı 258 gün 12,5 dakika geçmişti: Güneş'in basit ortalama konumu ilkbahar ekinoksundan 149°48′da, buna karşılık Başak'ın 26°47′sındaydı; Merkür'ün konumu da yaklaşık olarak 13°50′ydı. İkinci gözlem, Ioannes Schonerus tarafından İsa'dan sonra 1504 yılında, 13 Ocak'tan önceki 5. günde, gece yarısından 6,5 saat sonra gerçekleştirildi; Akrep'in 10°si Nürnberg'in üzerinde,

9 Vistula, Copernicus'un yaşadığı Polonya'da yer alan en uzun nehirdir. Bkz. *Notes and Queries*, Journal of the Royal Astronomical Society of Canada, cilt 9, s. 262, 06/1915.

10 Bernardus Vualtherus ya da Bernhard Walther (1430-1504): Alman tacir, hümanist ve gökbilimci.

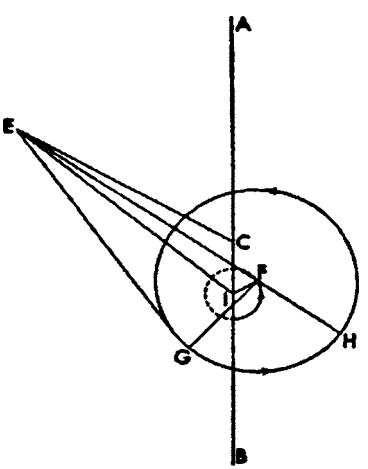
göklerin ortasındaydı; gezegen de 45′ kuzey enleminde ve Oğlak'ın 3°20′sındaydı. Bu durumda hesabımıza göre, Güneş'in ortalama konumu ilkbahar ekinoksundan itibaren Oğlak'ın 27°7′sında, Merkür de sabahleyin bunun 23°42′ batısındaydı. Üçüncü gözlem yine Ioannes Schonerus tarafından aynı yılda, 1504'te, 1 Nisan'dan önceki 15. günde gerçekleştirilmişti; Merkür'ü bu sırada, gün ortasından 12½ saat sonra, Hyades için düzenlenmiş *astrolabium*la görüldüğü kadarıyla, Yengeç'in 25°si Nürnberg üzerinde göklerin ortasındayken; yaklaşık 3° kuzey enleminde ve Koç'un 26°6′sında bulmuştu; bu zamanda Güneş'in ilkbahar ekinoksundan itibaren ortalama konumu Koç'un 5°39′sında, geceleyin ise Merkür, Güneş'ten 21°17′ mesafedeydi. İlk konumdan ikincisine kadar 12 Mısır yılı 125 gün 3 dakika 45 saniye geçmişti: Bu zaman diliminde Güneş'in basit hareketi 120°14′, Merkür'ün paralaks ayrıklığının hareketi ise 316°1′ydı.



İkinci aralıkta 69 gün 31 dakika 45 saniye olup Güneş'in basit ortalama konumu 68°32′, Merkür'ün ortalama paralaks ayrıklığı ise 216°ydi. Bu üç gözlem sayesinde zamanımızdaki Merkür hareketlerini araştırmak istiyoruz; o halde diğer gezegenler söz konusu olduğunda, bizden önceki doğ-

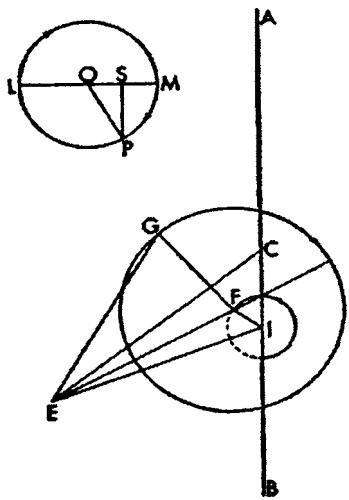
ru otoritelerin bu hususta hata yaptığı görülmediğinden Ptolemaeus'un zamanından günümüze çemberlerin ölçülebilirliğinin aynı kaldığını düşünüyorum. Bu gözlemlerle dış merkezli çemberin apsidinin konumunu bulursak, bu gezegenin görünen hareketine dair geriye başka bir şey kalmaması gerekir. Bu yüzden en yüksek apsidin konumunu 211°50′ olarak, yani Akrep'in 28°30′sında aldık; kuşkusuz gözlemlere göre bundan daha az bir oran almak mümkün değildi. Buna göre dış merkezli çemberin ayrıklığını da elde edeceğiz, yani Güneş'in yerberiden ortalama hareketinin mesafesini ilk durakta 298°15′, ikinci durakta 58°29′, üçüncü durakta ise 127°1′ olarak alacağız. Buna göre önceki şekil yeniden çizilsin; sadece ilk gözlem anında Güneş'in yerberiden ortalama hareketinin çizgisine ait mesafeyi veren ACE açısı 61°45′, diğerleriyse hipoteze uygun olarak yerleştirilsin. AC 10.000 birimken IC 736,5 birim olduğundan ECI üçgeninde ECI açısı bulunmuş olur; CEI açısı 3°35′, EC 10.000 birimken IE kenarı 10.369, IF de 211,5 birimdir. Böylece EFI üçgeninde verilen oranı sağlayan iki kenar bulunur: Buna göre BIF açısı ACE açısının 2 katına eşit olduğundan; BIF açısı 123°30′, CIF açısı ise 180°nin 123,5°den farkına, yani 56,5°ye eşittir. Buna göre toplamda EIF açısı 114°40′dır. O halde IEF açısı 1°5′; EF kenarı 10.371 birimdir. Buradan hareketle CEF açısı da 2,5°dir. Fakat merkezi F olan yörünge çemberinin yeröteden veya yerberiden uzaklaşma ve yakınlaşma hareketinin ne kadar arttığını bulabilmek için küçük bir çember çizelim; LM ve NR çapları bunu, O merkezinde dörde bölsün. POM açısı, ACE açısının iki katına, yani 123°30′ya eşit olsun; P noktasından LM'ye dik PS çizilsin. Bu durumda verilen orana göre OP'nin OS'ye oranı LO'nun OS'ye oranına eşittir; yani 10.000 birimin 8349 birime oranı, 190 birimin 105 birime oranına eşittir. Buradan hareketle, AC 10.000 birimken LS 295 birimdir; LS, gezegenin F merkezinden öteye uzaklaşmasını verir. En küçük mesafe 3573 birim olduğundan LS'nin 3573 birimle toplamı, şu anki mesafeyi, yani

3868 birimi verir. Yarıçapı 3868 birim, merkezi ise F olan HG çemberi çizilsin ve EG eklensin; EF, EFH düz çizgisi şeklinde uzatılsın. Buna göre CEF açısının 2°30′; gözleme göre de gezegenin ortalama Güneş konumundan sabah mesafesini veren GEC açısının 13°15′ olduğu gösterilmiş olur. O halde toplamda FEG açısı 15°45′dır. Fakat EFG üçgeninde EF'nin EG'ye oranı, 10.371 birimin 3868 birime oranına eşittir; EFG açısı da bulunur; bu da bize EGF açısının 49°8′ olduğunu gösterir. Buradan hareketle dış açı olarak GFH açısı 64°53′dır; 360°nin GFH açısından farkı da paralaksın hakiki ayrıklığı olan 295°7′ya eşittir. 295°7′nın CEF açısından farkı da aradığımız ortalama ve düzenli paralaks ayrıklığı olan 297°37′dır. 297°37′nın 316°1′yla toplamı 253°38′ya eşittir; bu da ikinci gözlemdeki düzenli paralaks ayrıklığıdır. Bu rakamın kesin ve gözlemlerle uyumlu olduğunu göstereceğiz. Bunun için, dış merkezli çemberin ikinci ayrıklık hareketine uygun olarak ACE açısını 58°29′ yapalım. Daha sonra CEI üçgeninde iki kenar verilsin: EC 10.000 birimken, IC 736 birimdir. IC ve EC kenarları ECI açısını oluşturur, o da 121°31′ya eşittir; bu durumda EI kenarı 10.404 birim, CEI açısı ise 3°28′dır.



Benzer şekilde EIF üçgeninde EIF açısı 118°3′, IE 10.404 birimken IF kenarı 211,5 birim, EF kenarı 10.505 birim, IEF açısı ise 61′dır. Çıkarma sonucunda geri kalan FEC açısı ise, dış merkezli çemberin eşitlemesindeki ekleme olan 2°27′dır ve FEC açısının paralaksın ortalama hareketine eklenmesi hakiki hareketin 256°5′ olmasını sağlar. Buna göre yaklaşmaya ve uzaklaşmaya ait dış tekerleme eğrisinde LOP açısını ACE açısının iki katına, yani 116°58′ya eşit alalım. Ayrıca OPS dik üçgeninde OP'nin OS'ye oranı, 1000 birimin 455 birime oranına eşittir; OP, OL'ye, o da 190 birime eşitken; OS 85 birimdir. Toplamayla LOS 276 birim bulunur. LOS'nin 3573 birimlik en küçük mesafeye eklenmesi 3849 birimi verir. Yarıçapı 3849 birim olan HG çemberi F merkezi etrafında çizilsin; paralaksın yerberisi de H noktasında olsun; gezegen bu noktadan batıya doğru HG yayının 103°55′lık kısmını içerir; bu, bir tam devinim ile düzeltilmiş paralaks hareketinin 256°5′sı arasındaki farkı verir. Bu yüzden EFG açısı, 180°nin 103°55′dan farkına, yani 76°5′ya eşittir. Böylece yine EFG üçgeninde iki kenar bulunur: EF 10.505 birimken, FG 3849 birimdir. Buna göre FEG açısı 21°19′ya eşittir; CEG açısı ise FEG ile CEF açısının toplamına, yani 23°46′ya eşittir. Bu, büyük yörünge çemberinin C merkezi ile G gezegeni arasındaki görünen mesafe olup gözlemden çok az farklıdır. Bu, ACE açısının 127°1′ya veyahut BCE açısının 180°nin 127°1′dan farkına, yani 52°59′ya eşit olduğu üçüncü örnekle tümüyle onaylanmış olacaktır. Buna göre CEI açısının 3°31′, EC 10.000 birimken IE kenarının 9575 birim olduğu gösterilmiş olur. Buna göre EIF açısı 49°28′ olduğundan EIF açısını oluşturan kenarlar bulunur: EI 9575 birim, EF 9440 birim, FI 211,5 birim, IEF açısı da 59′dır. FEC açısı, IEC açısının 59′dan farkına; yani 2°32′ya eşittir; bu da dış merkezli çemberin ayrıklığının eksiltici eşitlemesidir. Ayrıklığın ikinci hareketinin 216°si eklendiğinde 109°38′ olarak bulduğumuz paralaksın ortalama ayrıklığına 2°32′ eklendiğinde bulunan

toplam, paralaksın hakiki ayrıklığının 112°10′sı olacaktır. Bu durumda dış tekerleme eğrisinde LOP açısı ECI açısının iki katına, yani 105°58′ya eşit olsun; ayrıca burada PO'nun OS'ye oranıyla OS 52 ve toplamda LOS 242 birim olur.



Bu durumda en küçük mesafe 3573 birim olup 3573 ile 242'nin toplamı 3815 birimi verir; bu da düzeltilmiş mesafedir. Yarıçapı 3815, merkezi F olan bir daire çizilsin: Dairenin içinde, EFH çizgisinin uzatılmasıyla oluşturulan düz çizgideki paralaksın en yüksek apsidi H olsun. Paralaksın hakiki ayrıklığıyla orantılı olarak HG yayı 112°10′ olsun, GF de eklensin. Buna göre GFE açısı, 180°nin 112°10′dan farkına, yani 67°50′ya eşittir; bu da verilen kenarların arasında yer alır: GF 3815, EF 9440 birimdir. Buradan hareketle FEG açısı da 23°50′dır. O halde CEF açısı eşitlemedir; CEG açısı, FEG açısının CEF açısından farkına, yani 21°18′ya eşittir; bu da akşam gezegeni ile büyük yörünge çemberinin merkezi arasındaki görünen açısal mesafe olup gözlemle bulunan mesafeye üç aşağı beş yukarı uyar. Buna göre gözlemlerle uyumlu olan bu üç konum kuşkusuz, dış merkezli çemberin

en yüksek apsidinin konumunun zamanımızda sabit yıldızlar küresinde 211°30′da olduğuna dair tahminimizi doğrular ve buradan şu da anlaşılır: Aramakta olduğumuz paralaksın düzenli ayrıklığı ilk konumda 297°37′, ikinci konumda 253°38′, üçüncü konumda 109°38′daydı. Fakat Ptolemaeus Philadelphus'un 21. yılında, Mısır takviminin 1. ayı olan Thoth'un 19. gününde gerçekleştirilen gözlemde Ptolemaeus'a göre dış merkezli çembere ait en yüksek apsidin konumu 182°20′, paralaksın düzenli ayrıklığının konumu ise 211°47′ydı. Bu sonuncusuyla eski gözlem arasında 1768 Mısır yılı 200 gün 33 dakika vardır; bu zaman diliminde dış merkezli çemberin en yüksek apsidi, sabit yıldızlar küresinde 28°10′ hareket etmiştir; paralaks hareketi, 5570 devinimin yanı sıra 257°51′ydı; yaklaşık 63 devir 20 yılda tamamlandığından bu, 1760 yılda 5544 devir; geri kalan 8 yıl 200 günde ise 26 devir eder. Benzer şekilde 1768 yıl 200 gün 33 dakikada 5570 devinim 257°51′ vardır; bu da eski gözlemle bizim gözlemimiz arasındaki konum farkı olup tablolarda gösterdiğimiz rakamlara uyar. Buna göre 28°10′yı bu süre boyunca dış merkezli çemberin yerberisinin hareket ettiği zamanla karşılaştırdığımızda, hareket düzenliyse, 63 günde bir 1°lik hareket görülmüş olacak.

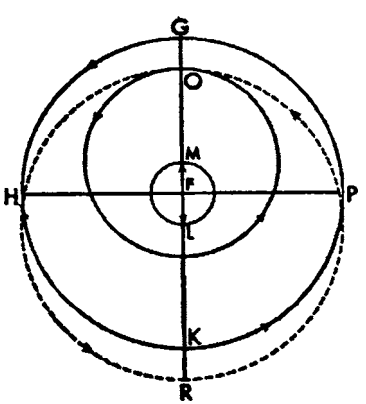
31. Merkür'ün Önceki Konumlarını Saptamak

Buna göre İsa takviminin başlangıcından son gözlem saatine kadar 1504 Mısır yılı 87 gün 48 dakika vardı; bu zaman diliminde Merkür'ün paralaks ayrıklığının hareketi, tam devinimlerinin dışında, 63°14′ydı. 63°14′ 109°38′dan çıkarıldığında, geriye İsa takviminin başlangıcında ayrıklık hareketinin konumu olarak 46°24′ kalacaktır. Yine bu zaman ile ilk olimpiyatın başlangıcı arasında 775 Mısır yılı 12,5 gün vardı; bu zaman diliminde hareketin, tam devinimler dışında, 95°3′ olduğu hesaplanmıştı. 95°3′ İsa takviminin

başlangıcındaki konumdan çıkartılır ve bir devinim eklenirse, geriye ilk olimpiyat zamanındaki konum olarak 311°21′ kalacaktır. Dahası buradan İskender'in ölümüne kadar 451 yıl 247 gün vardır; hesaba göre konum da 213°3′dır.

32. Yaklaşmaya ve Uzaklaşmaya Dair Başka Bir Hesaplama

Fakat Merkür konusundan uzaklaşmadan ilkinden daha az güvenilir olmayan başka bir yöntemi inceleyelim; bu yöntem sayesinde gezegenin yaklaşması ve uzaklaşması bariz olacak ve anlaşılabilecektir. Bunun için F merkezinde dörde bölünen bir GHKP dairesi olsun ve yine F merkezi etrafında eş merkezli LM küçük dairesi çizilsin. L'nin merkez; FG ya da FH'ye eşit olan LFO'nun yarıçap olduğu başka bir OR dairesi çizilsin. Buna göre GFR ve HFP kesitleriyle birlikte bütün bu daire gruplaşmasının, F merkezi etrafında yaklaşık 2°7′lık günlük hareketle, gezegenin dış merkezli çemberinin yerberisinden doğuya doğru taşındığı; yani gezegenin paralaks hareketinin Dünya'nın hareketini ekliptikte geçecek şekilde bir taşınma olduğu kabul edilsin. Bu sırada gezegen, paralaksın tam dairesi olan OR boyunca G'den diğer hareketi gerçekleştirir ve bu yaklaşık olarak Dünya'nın hareketine eşittir.



OR merkezinin aynı yıllık deviniminde gezegeni taşıyan yörünge çemberinin, ilk başta ortaya koyduğumuzdan iki kat daha büyük olan LFM çapı boyunca gerçekleşen sallantı hareketine maruz kaldığı kabul edilsin; yukarıda söylendiği gibi ileri ve geri hareket etsin. Bu şekilde ortalama hareketiyle Dünya'yı, gezegenin dış merkezli çemberinin yerberisine karşılık gelecek bir konuma yerleştirdik; bu anda gezegeni taşıyan yörünge çemberinin merkezi L'de; gezegense O'da olur. F'den en küçük mesafesinde bulunan gezegen bütün hareketiyle birlikte, yarıçapı FO olan en küçük çemberini çizecektir. En nihayetinde Dünya ortalama apsidin yakınındayken, F'den en uzak mesafesinde H noktasına denk gelen gezegen, F merkezli çemberle orantılı olarak en büyük yaylarını çizecektir. Bu an için OR yörüngesi, F'deki merkezin birliğinden ötürü GH çemberiyle çakışır. Buradan hareketle Dünya OR yörünge çemberinin merkezi ile yerberisinin rotasında diğer uç olan M'ye doğru ilerlediğinden; yörünge çemberinin kendisi GK'nin ötesinde yer alır; gezegen de yine R'de, F'den en kısa mesafede bulunur; aynı durum başlangıçta da geçerlidir. Buna göre buradaki üç devinim, Merkür'ün dış merkezli yörünge çemberinin yerötesi boyunca Dünya'nınki, LM çapı boyunca yer alan merkezin sallantısı ve gezegenin aynı yöndeki FG çizgisinden başlayan hareketi, birbirine eşittir; söylediğimiz gibi, bir tek GH ile KP kesitlerinin dış merkezli çemberin apsidinden hareketi diğerlerinden farklılık gösterir. Kuşkusuz doğa, bu gezegene söz konusu olduğunda öylesine harikulade bir çeşitlilikle gösteriş yapmaktadır ki yine de bunu daimi, kesin ve değişmez bir düzene sokmaktan geri durmaz. Bu gezegenin, gösteriye katılan merkezlerin çeşitliliğinin merkezdeki değişkenliğin aksine zorunlu olarak eşitlemeye yol açması koşuluyla boylamda herhangi bir düzensizlik olmadıkça GH ve KP çeyreklerinin arasını kat etmediğini de kaydetmemiz gerekir. Örneğin merkez L'de kaldığında, gezegen de O'dan hareket ettiğinde FL dış merkezliliğine nazaran

en büyük düzensizliğin H'de olduğu kabul edilir. Fakat O'dan hareketlenen gezegenin, merkezler arasındaki FL mesafesinden kaynaklanan düzensizliği doğuracağı düşüncesi ortaya çıkar; buna karşılık hareketli merkez, F orta noktasına yaklaştıkça beklenen düzensizlikten daha fazla uzaklaşır; en büyük olmasını beklediğiniz H ve P ortalama kesitlerindeyse düzensizliğin tümüyle ortadan kalkacağı bir boşluk meydana gelir. Bununla birlikte, onayladığımız gibi, gezegen Güneş'in ışınları altında küçüldükçe kararmaya yüz tutar; gezegen sabah ya da akşam doğarken ya da batarken ise çemberin kavislerinde fark edilemez. İlkinden daha az akla yatkın olmayan bu yöntemi es geçmeye niyetli değiliz; aksine enlemdeki hareketlerle alakalı olarak kullanıma açık olacaktır.

33. Beş Gezici Yıldıza Ait Eşitlemeler Tablosu Üzerine

Merkür'ün ve diğer gezegenlerin düzenli ve görünen hareketlerine dair bütün veriler ortaya konup rakamlarla sunuldu. Örneklerle, diğer belli konumlar için hareketin farklarını hesaplama yolu, anlaşılır olacak. Bu kullanıma uygun olarak her bir gezegen için, her zamanki gibi 3°lik artışlarla 6 sütun ve 30 satırlı tablolar hazırladık. İlk iki sütun, hem dış merkezli çemberin ayrıklığına hem de paralaksa ait genel rakamları içerecek. Üçüncü sütunda dış merkezli çemberin eşitlemelerinin tamamı, yani yörünge çemberlerinin düzenli ve düzensiz hareketleri arasında beliren toplam farklar yer alacak. Dördüncü sütunda, Dünya'nın daha büyük veya daha küçük mesafesine göre paralakslarda artış ya da azalma gösteren ve 60'ya varan orantılı dakikalar yer alacak. Beşinci sütunda, dış merkezli çemberin en yüksek apsidinde beliren paralakslara karşılık gelen ve büyük yörünge çemberinden kaynaklanan eşitlemeler bulunacak. Altıncı ve son sütunda, dış merkezli çemberin en alçak apsidinde bulunan paralakslara göre artışlar yer alacak. Tablolar şöyle:

Saturni prosthaphæreſes.

Numeri communes.		Prosthaphæreſes eccentri.		Scrup. proportionum	Parallaxes orbis.		Excessus parallaxeos.	
Gra.	Gra.	Gra.	Scr.	Scru.	G.	Scr.	G.	Scru.
3	357	0	20	0	0	17	0	2
6	354	0	40	0	0	34	0	4
9	351	0	58	0	0	51	0	6
12	348	1	17	0	1	3	0	8
15	345	1	36	1	1	23	0	10
18	342	1	55	1	1	40	0	12
21	339	2	13	1	1	56	0	14
24	336	2	31	2	2	11	0	16
27	333	2	49	2	2	26	0	18
30	330	3	6	3	2	42	0	19
33	327	3	33	3	2	56	0	21
36	324	3	39	4	3	10	0	23
39	321	3	55	4	3	25	0	24
42	318	4	10	5	3	38	0	26
45	315	4	25	6	3	52	0	27
48	312	4	39	7	4	5	0	29
51	309	4	52	8	4	17	0	31
54	306	5	5	9	4	28	0	33
57	303	5	17	10	4	38	0	34
60	300	5	29	11	4	49	0	35
63	297	5	41	12	4	59	0	36
66	294	5	50	13	5	8	0	37
69	291	5	59	14	5	17	0	38
72	288	6	7	16	5	24	0	38
75	285	6	14	17	5	31	0	39
78	282	6	19	18	5	37	0	39
81	279	6	23	19	5	42	0	40
84	276	6	27	21	5	46	0	41
87	273	6	29	22	5	50	0	42
90	270	6	31	23	5	52	0	42

Saturni prosthaphaereses: Satürn eşitlemeleri
Numeri communes: Genel sayılar
Prosthaphaereses eccentri.: Dış merkezli çemberin eşitlemeleri
Scrup. proportionum: Orantılı dakikalar
Parallaxes orbis: Yörünge paralaksları
Excessus parallaxeos: Paralaks aşımları
Gra.: Derece
Scr.: Dakika

Saturni prosthaphæreſes.

Numeri communes.		Prostha. phæreſes eccentri.		Scrupu. proporſionum.	parallaxes orbis.		Exceſſus parallax.	
Gra.	Gra.	G.	ſcr.	ſcr.	G.	ſcr.	G.	ſcr.
93	267	6	31	25	5	52	0	43
96	264	6	30	27	5	53	0	44
99	261	6	28	29	5	53	0	45
102	258	6	26	31	5	51	0	46
105	255	6	22	32	5	48	0	46
108	252	6	17	34	5	45	0	45
111	249	6	12	35	5	40	0	45
114	246	6	6	36	5	36	0	44
117	243	5	58	38	5	29	0	43
120	240	5	49	39	5	22	0	42
123	237	5	40	41	5	13	0	41
126	234	5	28	42	5	3	0	40
129	231	5	16	44	4	52	0	39
132	228	5	3	46	4	41	0	37
135	225	4	48	47	4	29	0	35
138	222	4	33	48	4	15	0	34
141	219	4	17	50	4	1	0	32
144	216	4	0	51	3	46	0	30
147	213	3	42	52	3	30	0	28
150	210	3	24	53	3	13	0	26
153	207	3	6	54	2	56	0	24
156	204	2	46	55	2	38	0	22
159	201	2	27	56	2	21	0	19
162	198	2	7	57	2	2	0	17
165	195	1	46	58	1	42	0	14
168	192	1	25	59	1	22	0	12
171	189	1	4	59	1	2	0	9
174	186	0	43	60	0	42	0	7
177	183	0	22	60	0	21	0	4
180	180	0	0	60	0	0	0	0

Saturni prosthaphaereses: Satürn eşitlemeleri
Numeri communes: Genel sayılar
Prosthaphaereses eccentri.: Dış merkezli çemberin eşitlemeleri
Scrup. proportionum: Orantılı dakikalar
Parallaxes orbis: Yörünge paralaksları
Excessus parallaxeos: Paralaks aşımları
Gra.: Derece
Scr.: Dakika

Iouis prosthaphæreſes.

Numeri communes.		Prosthaphæreſes eccentri.		Scrup. proportionum		Parallaxes orbis.		Exceſſus parallaxeos.	
Gra.	Gra.	Gra.	Scr.	Scr.	″	G.	Scr.	G.	Scru.
3	357	0	16	0	3	0	28	0	2
6	354	0	31	0	12	0	56	0	4
9	351	0	47	0	18	1	25	0	6
12	348	1	2	0	30	1	53	0	8
15	345	1	18	0	45	2	19	0	10
18	342	1	33	1	3	2	46	0	13
21	339	1	48	1	23	3	13	0	15
24	336	2	2	1	48	3	40	0	17
27	333	2	17	2	18	4	6	0	19
30	330	2	31	2	50	4	32	0	21
33	327	2	44	3	26	4	57	0	23
36	324	2	58	4	10	5	22	0	25
39	321	3	11	5	40	5	47	0	27
42	318	3	23	6	43	6	11	0	29
45	315	3	35	7	48	6	34	0	31
48	312	3	47	8	50	6	56	0	34
51	309	3	58	9	53	7	18	0	36
54	306	4	8	10	57	7	39	0	38
57	303	4	17	12	0	7	58	0	40
60	300	4	26	13	10	8	17	0	42
63	297	4	35	14	20	8	35	0	44
66	294	4	42	15	30	8	52	0	46
69	291	4	50	16	50	9	8	0	48
72	288	4	56	18	10	9	22	0	50
75	285	5	1	19	17	9	35	0	52
78	282	5	5	20	40	9	47	0	54
81	279	5	9	22	20	9	59	0	55
84	276	5	12	23	50	10	8	0	56
87	273	5	14	25	23	10	17	0	57
90	270	5	15	26	57	10	24	0	58

Iovis prosthaphaereses: Jüpiter eşitlemeleri
Numeri communes: Genel sayılar
Prosthaphaereses eccentri.: Dış merkezli çemberin eşitlemeleri
Scrup. proportionum: Orantılı dakikalar
Parallaxes orbis: Yörünge paralaksları
Excessus parallaxeos: Paralaks aşımları
Gra.: Derece
Scr.: Dakika

Iouis prosthaphæreſes.

Numeri communes.		Prosthaphæreſes eccentri.		Scrupu. proportionum.		parallaxes orbis.		Exceſſus parallax.	
Gra.	Gra.	G.	ſcr.	ſcr.	″	G.	ſcr.	G.	ſcr.
93	267	5	15	28	33	10	25	0	59
96	264	5	15	30	12	10	33	1	0
99	261	5	14	31	43	10	34	1	1
102	258	5	12	33	17	10	34	1	1
105	255	5	10	34	50	10	33	1	2
108	252	5	6	36	21	10	29	1	3
111	249	5	1	37	47	10	23	1	3
114	246	4	55	39	0	10	15	1	3
117	243	4	49	40	25	10	5	1	3
120	240	4	41	41	50	9	54	1	2
123	237	4	32	43	18	9	41	1	1
126	234	4	23	44	46	9	25	1	0
129	231	4	13	46	11	9	8	0	59
132	228	4	2	47	37	8	50	0	58
135	225	3	50	49	2	8	27	0	57
138	222	3	38	50	22	8	5	0	55
141	219	3	25	51	46	7	39	0	53
144	216	3	13	53	6	7	12	0	50
147	213	2	59	54	10	6	43	0	47
150	210	2	45	55	15	6	13	0	43
153	207	2	30	56	12	5	41	0	39
156	204	2	15	57	0	5	7	0	35
159	201	1	59	57	37	4	32	0	31
162	198	1	43	58	6	3	56	0	27
165	195	1	27	58	34	3	18	0	23
168	192	1	11	59	3	2	40	0	19
171	189	0	53	59	36	2	0	0	15
174	186	0	35	59	58	1	20	0	11
177	183	0	17	60	0	0	40	0	6
180	180	0	0	60	0	0	0	0	0

Iovis prosthaphaereses: Jüpiter eşitlemeleri
Numeri communes: Genel sayılar
Prosthaphaereses eccentri.: Dış merkezli çemberin eşitlemeleri
Scrup. proportionum: Oranlara ait dakikalar
Parallaxes orbis: Yörünge paralaksları
Excessus parallaxeos: Paralaks aşımları
Gra.: Derece
Scr.: Dakika

Martis prosthaphæreſes.

Numeri communi ordine.		Prosthaphæreſes eccentri.		Scrup. proportionum		Parallaxes orbis.		Exceſſus parallaxeos.	
Gra.	Gra.	Gra.	scr.	scr.	2	G.	scr.	G.	scru.
3	357	0	32	0	0	1	8	0	8
6	354	1	5	0	2	2	16	0	17
9	351	1	37	0	7	3	24	0	25
12	348	2	8	0	15	4	31	0	33
15	345	2	39	0	28	5	38	0	41
18	342	3	10	0	42	6	45	0	50
21	339	3	41	0	57	7	52	0	59
24	336	4	11	1	13	8	58	1	8
27	333	4	41	1	34	10	5	1	16
30	330	5	10	2	1	11	11	1	25
33	327	5	38	2	31	12	16	1	34
36	324	6	6	3	2	13	22	1	43
39	321	6	32	3	32	14	26	1	52
42	318	6	58	4	3	15	31	2	2
45	315	7	23	4	37	16	35	2	11
48	312	7	47	5	16	17	39	2	20
51	309	8	10	6	2	18	42	2	30
54	306	8	32	6	50	19	45	2	40
57	303	8	53	7	39	20	47	2	50
60	300	9	12	8	30	21	49	3	0
63	297	9	30	9	27	22	50	3	11
66	294	9	47	10	25	23	48	3	22
69	291	10	3	11	28	24	47	3	34
72	288	10	19	12	33	25	44	3	46
75	285	10	32	13	38	26	40	3	59
78	282	10	42	14	46	27	35	4	11
81	279	10	50	16	4	28	29	4	24
84	276	10	56	17	24	29	21	4	36
87	273	11	1	18	45	30	12	4	50
90	270	11	5	20	8	31	0	5	5

Martis prosthaphaereses: Mars eşitlemeleri
Numeri communes: Genel sayılar
Prosthaphaereses eccentri.: Dış merkezli çemberin eşitlemeleri
Scrup. proportionum: Orantılı dakikalar
Parallaxes orbis: Yörünge paralaksları
Excessus parallaxeos: Paralaks aşımları
Gra.: Derece
Scr.: Dakika

Martis prosthaphæreſes.

Numeri communes.		Prosthaphæreſes eccentri.		Scrupu. proportionum.		parallaxes orbis.		Excessus parallax.	
Gra.	Gra.	G.	scr.	scr.	″	G.	scr.	G.	scr.
93	267	11	7	21	32	31	45	5	20
96	264	11	8	22	58	32	30	5	35
99	261	11	7	24	32	33	13	5	51
102	258	11	5	26	7	33	53	6	7
105	255	11	1	27	43	34	30	6	25
108	252	10	56	29	21	35	3	6	45
111	249	10	45	31	2	35	34	7	4
114	246	10	33	32	46	35	59	7	25
117	243	10	11	34	41	36	21	7	46
120	240	10	7	36	16	36	37	8	11
123	237	9	51	38	1	36	49	8	34
126	234	9	33	39	46	36	54	8	59
129	231	9	13	41	30	36	53	9	24
132	228	8	50	43	12	36	45	9	49
135	225	8	27	44	50	36	25	10	17
138	222	8	2	46	26	35	59	10	47
141	219	7	36	48	1	35	25	11	15
144	216	7	7	49	35	34	30	11	45
147	213	6	37	51	2	33	24	12	12
150	210	6	7	52	22	32	3	12	35
153	207	5	34	53	38	30	26	12	54
156	204	5	0	54	50	28	5	13	28
159	201	4	25	56	0	26	8	13	7
162	198	3	49	57	6	23	28	12	47
165	195	3	12	57	54	20	21	12	12
168	192	2	35	58	22	16	51	10	59
171	189	1	57	58	50	13	1	9	1
174	186	1	18	59	11	8	51	6	40
177	183	0	39	59	44	4	32	3	28
180	180	0	0	60	0	0	0	0	0

Martis prosthaphaereses: Mars eşitlemeleri
Numeri communes: Genel sayılar
Prosthaphaereses eccentri.: Dış merkezli çemberin eşitlemeleri
Scrup. proportionum: Orantılı dakikalar
Parallaxes orbis: Yörünge paralaksları
Excessus parallaxeos: Paralaks aşımları
Gra.: Derece
Scr.: Dakika

Veneris pro Prosthaphæreſi.

Numeri communes.		Æquatio eccentri.		Scrup. proportionum		Parallaxes orbis.		Excessus parallaxeos.	
Gra.	Gra.	Gra.	Scr.	Gr.	Scr.	Gr.	Scr.	G.	Scru
3	357	0	6	0	0	1	15	0	1
6	354	0	13	0	0	2	30	0	2
9	351	0	19	0	10	3	45	0	3
12	348	0	25	0	39	4	59	0	5
15	345	0	31	0	58	6	13	0	6
18	342	0	36	1	20	7	28	0	7
21	339	0	42	1	39	8	42	0	9
24	336	0	48	2	23	9	56	0	11
27	333	0	53	2	59	11	10	0	12
30	330	0	59	3	38	12	24	0	1.
33	327	1	4	4	18	13	37	0	14
36	324	1	10	5	3	14	50	0	16
39	321	1	15	5	45	16	3	0	17
42	318	1	20	6	32	17	16	0	18
45	315	1	25	7	22	18	28	0	20
48	312	1	29	8	18	19	40	0	21
51	309	1	33	9	31	20	52	0	22
54	306	1	36	10	48	22	3	0	24
57	303	1	40	12	8	23	14	0	26
60	300	1	43	13	32	24	24	0	27
63	297	1	46	15	8	25	34	0	28
66	294	1	49	16	35	26	43	0	30
69	291	1	52	18	0	27	52	0	32
72	288	1	54	19	33	28	57	0	34
75	285	1	56	21	8	30	4	0	36
78	282	1	58	22	32	31	9	0	38
81	279	1	59	24	7	32	13	0	41
84	276	2	0	25	30	33	17	0	43
87	273	2	1	27	5	34	20	0	45
90	270	2	0	28	28	35	21	0	47

Veneris prosthaphaereses: Venüs eşitlemeleri
Numeri communes: Genel sayılar
Prosthaphaereses eccentri.: Dış merkezli çemberin eşitlemeleri
Scrup. proportionum: Orantılı dakikalar
Parallaxes orbis: Yörünge paralaksları
Excessus parallaxeos: Paralaks aşımları
Gra.: Derece
Scr.: Dakika

Veneris prosthaphæreses.

Numeri communes.		Æquatio eccentri.	Scrupu. proportionum.	parallaxes orbis.	Excessus parallax.
Gra.	Gra.	G. scr.	scr. 2ª	G. scr.	G. scr.
93	267	2 0	29 58	36 20	0 50
96	264	2 0	31 28	37 17	0 53
99	261	1 59	32 57	38 13	0 55
102	258	1 58	34 26	39 7	0 58
105	255	1 57	35 55	40 0	1 0
108	252	1 55	37 23	40 49	1 4
111	249	1 53	38 52	41 36	1 8
114	246	1 51	40 19	42 18	1 11
117	243	1 48	41 45	42 59	1 14
120	240	1 45	43 10	43 35	1 18
123	237	1 42	44 37	44 7	1 22
126	234	1 39	46 6	44 32	1 26
129	231	1 35	47 36	44 49	1 50
132	228	1 31	49 6	45 4	1 36
135	225	1 27	50 12	45 10	1 41
138	222	1 22	51 17	45 5	1 47
141	219	1 17	52 33	44 51	1 53
144	216	1 12	53 48	44 22	2 0
147	213	1 7	54 28	43 36	2 6
150	210	1 1	55 0	42 34	2 13
153	207	0 55	55 57	41 12	2 19
156	204	0 49	56 47	39 20	2 34
159	201	0 43	57 33	36 58	2 27
162	198	0 37	58 16	33 58	2 27
165	195	0 31	58 59	30 14	2 27
168	192	0 25	59 39	25 42	2 16
171	189	0 19	59 48	20 20	1 56
174	186	0 13	59 54	14 7	1 26
177	183	0 7	59 58	7 16	0 46
180	180	0 0	60 0	0 16	0 0

Veneris prosthaphaereses: Venüs eşitlemeleri
Numeri communes: Genel sayılar
Prosthaphaereses eccentri.: Dış merkezli çemberin eşitlemeleri
Scrup. proportionum: Orantılı dakikalar
Parallaxes orbis: Yörünge paralaksları
Excessus parallaxeos: Paralaks aşımları
Gra.: Derece
Scr.: Dakika

Mercurij prosthaphæreſes.

Numeri communes.		Æquatio eccentri.		Scrup. proportionum		Parallaxes orbis.		Exceſſus parallaxeos.	
Gra.	Gra.	Gra.	ſcr.	ſcr.	″	G.	ſcr.	G.	ſcru.
3	357	0	8	0	3	0	44	0	8
6	354	0	17	0	12	1	28	0	15
9	351	0	26	0	24	2	12	0	23
12	348	0	34	0	50	2	56	0	31
15	345	0	43	1	43	3	41	0	38
18	342	0	51	2	42	4	25	0	45
21	339	0	59	3	51	5	8	0	53
24	336	1	8	5	10	5	51	1	1
27	333	1	16	6	41	6	34	1	8
30	330	1	24	8	29	7	15	1	16
33	327	1	32	10	35	7	57	1	24
36	324	1	39	12	50	8	38	1	32
39	321	1	46	15	7	9	18	1	40
42	318	1	53	17	26	9	59	1	47
45	315	2	0	19	47	10	38	1	55
48	312	2	6	22	8	11	17	2	2
51	309	2	12	24	31	11	54	2	10
54	306	2	18	26	17	12	31	2	18
57	303	2	24	29	17	13	7	2	26
60	300	2	29	31	39	13	41	2	34
63	297	2	34	33	59	14	14	2	42
66	294	2	38	36	12	14	46	2	51
69	291	2	43	38	29	15	17	2	59
72	288	2	47	40	45	15	46	3	8
75	285	2	50	42	58	16	14	3	16
78	282	2	53	45	6	16	40	3	24
81	279	2	56	46	59	17	4	3	32
84	276	2	58	48	50	17	27	3	40
87	273	2	59	50	36	17	48	3	48
90	270	3	0	52	2	18	6	3	56

Mercurii prosthaphaereses: Merkür eşitlemeleri
Numeri communes: Genel sayılar
Prosthaphaereses eccentri.: Dış merkezli çemberin eşitlemeleri
Scrup. proportionum: Orantılı dakikalar
Parallaxes orbis: Yörünge paralaksları
Excessus parallaxeos: Paralaks aşımları
Gra.: Derece
Scr.: Dakika

Mercurij prosthaphæreſes.

Numeri communes.		Æquatio eccẽ tri.		Scrupu. proportionum.		parallaxes orbis.		Exceſſus parallax.	
Gra.	Gra.	G.	ſcr.	ſcr.	2ª	G.	ſcr.	G.	ſcr.
93	267	3	0	53	43	18	23	4	3
96	264	3	1	55	4	18	37	4	11
99	261	3	0	56	14	18	48	4	19
102	258	2	59	57	14	18	56	4	27
105	255	2	58	58	1	19	2	4	34
108	252	2	56	58	40	19	3	4	42
111	249	2	55	59	14	19	3	4	49
114	246	2	53	59	40	18	59	4	54
117	243	2	49	59	57	18	53	4	58
120	240	2	44	60	0	18	42	5	2
123	237	2	39	59	49	18	27	5	4
126	234	2	34	59	35	18	8	5	6
129	231	2	28	59	19	17	44	5	9
132	228	2	22	58	59	17	17	5	9
135	225	2	16	58	32	16	44	5	6
138	222	2	10	57	56	16	7	5	3
141	219	2	3	56	41	15	25	4	59
144	216	1	55	55	27	14	38	4	52
147	213	1	47	54	55	13	47	4	41
150	210	1	38	54	25	12	52	4	26
153	207	1	29	53	54	11	51	4	10
156	204	1	19	53	23	10	44	3	53
159	201	1	10	52	54	9	34	3	33
162	198	1	0	52	33	8	20	3	10
165	195	0	51	52	18	7	4	2	43
168	192	0	41	52	8	5	43	2	14
171	189	0	31	52	3	4	19	1	43
174	186	0	21	52	2	2	54	1	9
177	183	0	10	52	2	1	27	0	35
180	180	0	0	52	2	0	0	0	0

Mercurii prosthaphaereses: Merkür eşitlemeleri
Numeri communes: Genel sayılar
Prosthaphaereses eccentri.: Dış merkezli çemberin eşitlemeleri
Scrup. proportionum: Orantılı dakikalar
Parallaxes orbis: Yörünge paralaksları
Excessus parallaxeos: Paralaks aşımları
Gra.: Derece
Scr.: Dakika

34. Beş Gezegenin Boylamdaki Konumları Nasıl Hesaplanır?

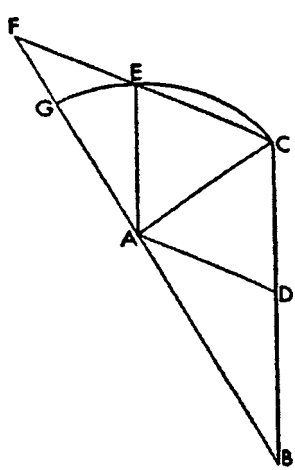
Böylece tarafımızca bu şekilde çizilen tablolar sayesinde, herhangi bir zorluk yaşamadan gezici beş yıldızın boylamdaki konumlarını hesaplayabileceğiz. Her ne kadar dıştaki üç gezegen bu kapsamda Venüs ile Merkür'den farklıysa da hepsi için üç aşağı beş yukarı aynı yöntem söz konusudur. Buna göre evvela Satürn, Jüpiter ve Mars'tan söz edelim. Bu gezegenlerle ilgili hesaplama şu şekilde olur: Belirli bir zaman diliminde ortalama hareketler, yani Güneş'in basit hareketi ve gezegenin paralaks hareketi yukarıda açıklanan yöntemle bulunur. Daha sonra dış merkezli çemberin en yüksek apsidi, Güneş'in basit konumundan; paralaks hareketi de kalan kısımdan çıkarılır; ilk kalan gezegenin dış merkezli çemberinin ayrıklığı olur. Elde edilen rakamı, tablonun ilk sütununda yer alan genel rakamlar arasında arayıp buluruz; bununla alakalı olarak üçüncü sütunda dış merkezli çemberin eşitlemesini ve bir sonraki sütunda orantılı dakikaları bulmuş oluruz. Tabloya girdiğimiz rakam ilk sütunda bulunuyorsa, bu eşitlemeyi paralaks ayrıklığının hareketine ekler, dış merkezli çemberin ayrıklığından çıkarırız; rakam ikinci sütunda bulunuyorsa, bu sefer rakamı dış merkezli çemberin ayrıklığından çıkarırız. Toplam ya da kalan, paralaksın ya da dış merkezli çemberin düzeltilmiş ayrıklığı olacaktır; bir tarafa bıraktığımız orantılı dakikalardan ise biraz sonra bahsedeceğiz. Daha sonra bu düzeltilmiş ayrıklığı genel rakamlardan oluşan ilk iki sütunda ararız; beşinci sütunda buna karşılık gelen yerden, paralaks hareketinden kaynaklanan eşitlemeyi son sütundaki fazlalığıyla birlikte alır, bu artışa denk gelen orantılı dakikayı da hesaba katıp bu orantılı parçayı her daim eşitlemeye ekleriz. Toplam, gezegenin hakiki paralaksı olacaktır; ayrıca düzeltilmiş ayrıklık bir yarım çemberden küçükse buradaki toplam, paralaksın düzeltilmiş ayrıklığından çıkartılır, büyükse ona eklenir. Bu şekilde gezegenin batı yönünde, Gü-

neş'in ortalama konumundan hakiki ve görünen mesafesini elde ederiz; bu mesafeyi Güneş'in ortalama konumundan çıkardığımızda kalan, gezegenin sabit yıldızlar küresinde aranan konumu olacaktır; ekinoksların devinmesinin eklenmesi ise gezegenin ilkbahar ekinoksuna göre konumunu belirleyecektir. Venüs ve Merkür'le ilgili olarak da en yüksek apsitten Güneş'in ortalama konumuna kadarki mesafeyi dış merkezli çemberin ayrıklığı olarak kullanacağız; bu ayrıklık sayesinde paralaks hareketini ve yukarıda da söylediğimiz gibi dış merkezli çemberin ayrıklığını düzelteceğiz. Eğer dış merkezli çemberin ve düzeltilmiş paralaksın eşitlemesi aynı cinstense, ikisi de Güneş'in ortalama konumundan çıkarılır ya da ona eklenir. Fakat farklılarsa, küçük olan büyüğünden çıkarılır; kalan sayesinde bahsetmiş olduğumuz durum meydana gelecektir; daha büyük olan rakamın artırıcı ya da eksiltici niteliğine göre sonuç aradığımız konum olacaktır.

35. Beş Gezici Yıldızın Durakları ve Gerilemeleri Üzerine

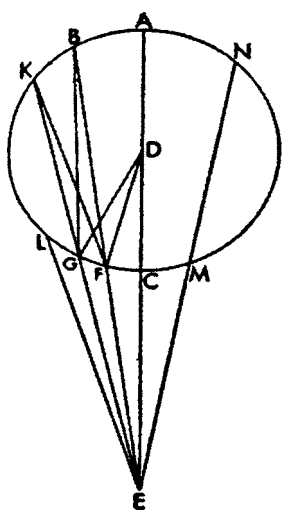
Dahası gezegenlere ait durakların, gerilemelerin ve bulundukları konumlara geri dönüşlerinin nerede, ne zaman gerçekleştiğinin ve ne kadar sürdüğünün boylamdaki hareketle alakalı olduğu görülüyor. Matematikçiler, özellikle de Pergeli Apollonius, bu hesaplarla hiç de az uğraşmamıştır; ancak bunu yalnızca bir düzensiz harekete göre –gezegenlerin yalnızca Güneş'e göre hareket ettikleri varsayımıyla– ve bizim Dünya'nın büyük yörünge çemberinden ötürü paralaks dediğimiz harekete göre yapmışlardır. Buna göre gezegenlerin –tamamının farklı periyotlarla ama aynı yöne, yani doğuya doğru devindikleri– çemberleri Dünya'nın büyük yörünge çemberiyle eş merkezliyse ve herhangi bir gezegen kendi yörünge çemberinde ve büyük yörünge çemberi içinde –örneğin Venüs ve Merkür gibi– Dünya'dan daha hızlı bir harekete sahipse ve Dünya'dan çizilecek bir düz çizgi gezegenin yörünge çemberini, yörünge çemberi içinde kalan parça-

nın yarısı Dünya'daki görüş noktamızdan –kesilmiş yörünge çemberinin aşağı ve dışbükey yayına doğru– uzanan çizgiyle aynı orana sahip olacak şekilde –tıpkı Dünya'nın hareketinin gezegenin hızına oranında olduğu gibi– keserse ve bir nokta gezegen çemberinin yerberisindeki yaya doğru çizilen bu çizginin ucundaysa, o halde bu nokta gerilemeyi ilerlemeden ayıracak, yani gezegen bu konumdayken duruyormuş gibi görünecektir. Benzer durum Dünya'dan daha yavaş bir şekilde devinen dıştaki üç gezegen için de geçerlidir. Görüş açımızdan çizilecek bir düz çizgi büyük yörünge çemberini, yörünge çemberi içinde kalan parçanın yarısı, gezegenden yörünge çemberinin yakın tarafında ve dışbükey yüzeyinde yer alan görüş noktamıza uzanan çizgiyle aynı orana sahip olacak şekilde keserse –tıpkı gezegenin hareketinin Dünya'nın hızına oranında olduğu gibi– gezegen bu konumdayken bize duruyormuş gibi görünecektir. Fakat söylediğimiz gibi, çemberin içte yer alan kesitin yarısının dışta kalan kesite oranı, Dünya'nın hızının Venüs'ün ya da Merkür'ün hızına veyahut diğer üç gezegenin hızının Dünya'nın hızına oranından daha büyükse gezegen doğuya doğru ilerliyor, daha küçükse batıya doğru geriliyor görünecektir.



Apollonius bütün bunları göstermek için, Dünya'nın hareketsizliğine dair hipotezle uyumlu olan, bunun yanında Dünya'nın hareketliliğine dayanan hipotezimizle de bağdaşan, bu yüzden kendisinden istifade edeceğimiz kesin bir ön kuram geliştirdi. Bunu şu şekilde ifade edebiliriz: Bir üçgenin daha büyük olan kenarı, parçalardan biri bitişik kenardan daha küçük olmayacak şekilde kesilirse bu parçanın diğer parçaya oranı, kesilen kenardaki açılardan –ya da tam tersi durumda ikincisi birincisinden– daha büyük olacaktır. Buna göre BC, ABC üçgeninin daha büyük kenarı olsun; BC kenarında CD, AC'den küçük olursa, CD'nin BD'ye oranının, ABC açısının BCA açısına oranından büyük olduğunu söyleyebiliriz. Bu şu şekilde de gösterilir: ADCE paralelkenarı oluşturulsun ve uzatılan BA ve CE, E noktasında birleşsin. Buna göre AE, AC'den küçük olduğu için merkezi A, yarıçapı AE olarak çizilen çember C'den geçecek ya da onun ötesine geçecektir. GEC bu çember olsun ve C'den geçsin. AEC üçgeni AEC kesitinden küçükken AEF üçgeni AEG kesitinden büyük olduğuna göre, AEF üçgeninin AEC üçgenine oranı, AEG kesitinin AEC kesitine oranından büyüktür. Fakat AEF üçgeninin AEC üçgenine oranı, FE tabanının EC tabanına oranına eşittir. Buna göre FE'nin EC'ye oranı FAE üçgeninin EAG üçgenine oranından büyüktür. Fakat FE'nin EC'ye oranı, CD'nin DB'ye oranına eşittir. FAE açısı, ABC açısına; EAC açısı da BCA açısına eşittir. Buna göre CD'nin DB'ye oranı ABC açısının ACB açısına oranından büyüktür. Bu durumda CD'nin AC'ye, onun da AE'ye eşit olduğu ve bunun yanında CD'nin AE'den büyük olduğu varsayılmazsa, aradaki oranın daha büyük olacağı açıktır. Buna göre ABC Venüs'ün ya da Merkür'ün D merkezi etrafındaki çemberi olsun ve çemberin dışındaki Dünya E, aynı D merkezi etrafında hareket edebilsin. Görüş açımız olan E'den, ECDA düz çizgisi çemberin merkezi boyunca çizilsin; A, Dünya'dan en uzak, C ise en yakın konum olsun. DC, CE'ye oranı, gö-

rüş açısının hareketine ait hızın gezegenin hızına oranından daha büyük olacak şekilde yerleştirilsin. Bu durumda BF'nin yarısının FE'ye oranı, görüş açısının hareketinin gezegenin hareketine oranıyla aynı olacak şekilde EFB çizgisini bulmak mümkündür. Bunun için EFB çizgisi D merkezinden hareket ettirilsin ve aradığımıza ulaşıncaya dek FB boyunca kısaltılsın, EF boyunca uzatılsın. Gezegen F noktasına yerleştirildiğinde, bize duruyormuş gibi görüneceğini söylemeye çalışıyorum; F'nin bir kenarına koyduğumuz yayın uzunluğu ne olursa olsun gezegeni, yerötenin yönündeyse ilerlerken, yerberinin yönündeyse gerilerken görürüz. Bunun için öncelikle FG yayı yerötenin yönünde alınsın: EGK uzatılsın ve BG, DG ve DF eklensin. Bu durumda BGE üçgeninde büyük BE kenarının BF parçası BG'den büyük olduğundan BF'nin EF'ye oranı, FEG açısının GBF açısına oranından büyüktür.



Dahası BF'nin yarısının FE'ye oranı, FEG açısının GBF açısının iki katına oranından büyüktür; yani BF'nin yarısının FE'ye oranı, FEG açısının GDF açısına oranından bü-

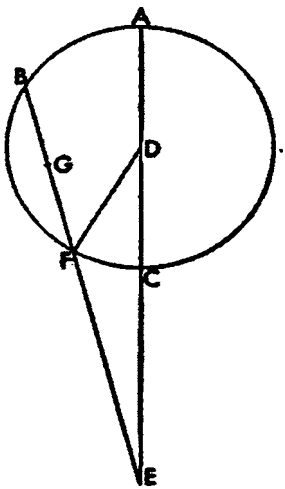
yüktür. Fakat BF'nin yarısının FE'ye oranı Dünya'nın ve gezegenin hareketine eşittir. Buna göre FEG açısının GDF açısına oranı, Dünya'nın hızının gezegenin hızına oranından küçüktür. Bu durumda FEL açısının FDG açısına oranı, Dünya'nın hareketinin gezegenin hareketine oranına eşittir. O halde FEL açısı FEG açısından büyüktür. Buna göre gezegenin yörünge çemberinin GF yayını kat ettiği süre boyunca görüş çizgimizin, EF ile EL çizgileri arasındaki ters mesafeyi geçtiği düşünülecektir. Görüş açımıza göre GF yayının gezegeni, küçük FEG açısıyla uyumlu olarak batıya doğru taşıdığı aynı zaman diliminde; Dünya'nın geçişi, daha büyük olan FEL açısına uygun olarak onu geriye, doğuya doğru sürükler; böylece gezegen GEL açısıyla açısal mesafesini doğuya doğru artırmaya devam edecek ve henüz durmamış görünecektir. Bu durumda bunun zıddı benzer biçimde gösterilebilir. Aynı şekilde GK'nin yarısının GE'ye oranını Dünya'nın hareketinin gezegenin hızına oranına eşitlersek ve GF yayını yerberi yönünde, EK düz çizgisinden uzakta alıp KF'yi ekleyerek GE'nin EF'den büyük olduğu KEF üçgenini oluşturursak; KE'nin GE'ye oranı, FEG açısının FKG açısına oranından küçük olur. Aynı zamanda KG'nin yarısının GE'ye oranı, FEG açısının FKG açısının iki katına oranından küçük olur; yani yukarıda gösterildiğinin aksine KG'nin yarısının GE'ye oranı FEG açısının GDF açısına oranından küçüktür. Buradan aynı şekilde GDF açısının FEG açısına oranının, gezegenin hızının görüş çizgisinin hızına oranından küçük olduğu sonucu çıkar. Buna göre GDF açısı, açılar aynı orana sahip olacak ölçüde daha büyük kılındığında, gezegen batıya doğru ilerlemenin gerektirdiğinden daha büyük bir devinimi tamamlayacaktır. Buradan hareketle, FC yayını CM yayına eşitlersek ikinci durağın M noktasında olacağı açıktır; EMN çizgisi çizilirse MN'nin yarısının ME'ye oranı, BF'nin yarısının FE'ye oranına, o da Dünya'nın hızının, gezegenin hı-

zına oranına eşit olur; bu durumda M ile F noktaları iki durağı belirleyecek ve tüm FCM yayını gerileme, kalan kısmı ise ilerleme olarak saptayacaktır. Dahası, kesin uzaklıklarda DC'nin CE'ye oranının Dünya'nın hızının, gezegenin hızına oranından küçük olduğu da anlaşılır; bu oranda başka bir düz çizgi çizmek mümkün olmayacaktır; gezegen duruyor ya da geri gidiyor görünmeyecektir. Buna göre DEG üçgeninde DC'nin EG'den küçük olduğu varsayıldığından, CEG açısının CDG açısına oranı, DC'nin CE'ye oranından küçüktür. Fakat DC'nin CE'ye oranı, Dünya'nın hızının gezegenin hızına oranından büyüktür. Bunun yanında CEG açısının CDG açısına oranı da Dünya'nın hızının gezegenin hızına oranından küçüktür. Bunlar olurken gezegen ilerleyecek ve yörünge çemberinin herhangi bir yerinde gezegenin geri gidiyor gibi göründüğü bir yay bulamayacağız. Bütün bunlar Dünya'nın büyük yörünge çemberinin içindeki Venüs ve Merkür'le alakalıdır. Aynı yöntem ve şekillerle, dıştaki üç gezegenle ilgili olarak da sadece isimleri değiştirerek kanıtlama yapabiliriz; öyle ki ABC'yi Dünya'nın büyük yörünge çemberi ve görüş açımızın çevrimi olarak; kendi yörünge çemberindeki hareketi büyük yörünge çemberindeki görüş açımızın hızından daha küçük olan gezegeni de E'de alabiliriz. Gösterimin geri kalanı da tümüyle yukarıdaki gibi gelişecektir.

36. Gerilemelerin Zamanları, Konumları ve Yayları Nasıl Hesaplanır?

Gezici yıldızları taşıyan yörünge çemberleri büyük yörünge çemberiyle eş merkezli olsaydı, gezegenin hızının görüş noktamızın hızına oranının her daim aynı kaldığına dair kanıtlar kolayca ortaya konabilirdi. Fakat yörünge çemberleri dış merkezlidir, bu yüzden hareketleri de düzensiz görünür. O halde düzensiz ve düzeltilmiş hareketleri her yerde hız

farkları olarak kabul etmemiz ve kanıtlarda kullanmamız gerekecek; sadece gezegen ortalama boylamındayken, yörünge çemberinde ortalama hareketiyle taşınıyor görüldüğü konum hariç.



Burada bunu Mars'la ilgili olarak göstereceğiz; böylece diğer gezegenlerin geri dönüşleri, bu örnek sayesinde daha anlaşılır olacak. Bunun için ABC, görüş noktamızın döndüğü büyük yörünge çemberi olsun, gezegen de E noktasında yer alsın. ECDA çizgisi gezegenden, yörünge çemberinin merkezinden geçecek şekilde çizilsin; bunun yanında EFB de çizilsin; BF yarımının EF'ye oranı, gezegenin hızının gezegeni aşan görüş noktamızın hızına oranından farklı olacaktır. Buradaki problemimiz, hangi açının FEC tarafından oluşturulduğunu ve gezegenin sabitleştiği A noktasından itibaren en uzak konumunun ne kadar mesafede olduğunu bulabilmek için FC gerileme yayını ya da ABF'yi bulmaktır. Bu sayede gezegenin böylesi bir yöneliminin zamanını ve konumunu önceden söyleyebileceğiz. Buna göre gezegen, boylamın ve ayrıklığın hareketlerinin düzenli hareketlerden çok az farklılık gösterdiği dış merkezli çemberin ortalama apsidin-

de yer alsın. Buna göre Mars gezegenine ait ortalama hareket 1P8°7′′ olduğundan, bakış açımızın yıldızın ortalama hareketiyle ilişkisi olan paralaks hareketi bir parçadan oluşur ve o da EF düz çizgisidir. Buradan hareketle EB, 3P16′14′′, benzer şekilde BE, EF çarpımı 3P16′14′′dir. Buna göre DE 10.000 birimken, DA'nın 6580 birim olduğunu göstermiş olduk; DA da yörünge çemberinin yarıçapıdır. Fakat DE 60P iken, DA 39P29′dır; AE'nin EC'ye oranı da 99P29′nın 20P31′ya oranına eşittir. Ve AE, EC çarpımı, BC, EF çarpımına, o da 2041P4′ya eşittir. İndirgemeyle 2041P4′nın 3P16′14′′ye oranı 624P4′ya ve benzer şekilde DE 60P iken EF kenarı 24P58′52′′ye eşittir. Fakat DE 10.000, DF 6580 birimken EF 4163 birimdir. Buna göre DEF üçgeninin kenarları bulunmuş olur; DEF açısı, gezegenin açısal geri dönüşü olan 27°15′ya; CDF ise paralaksın açısal ayrıklığı olan 16°50′ya eşittir. O halde gezegen ilk durakta olarak sabitken EF çizgisinde; Güneş'in karşısındayken EC'de belirir. Gezegen doğuya doğru hareket etmezse, CF yayının 16°15′sı, gerileme olarak bulunan AEF açısının 27°25′sını içerecek; fakat ortaya konan gezegenin hızının bizim görüş noktamızın hızına oranına göre, 16°5′ paralaksın ayrıklık kesitine ve 19°6′39′′da yaklaşık olarak gezegenin boylamının ayrıklık kesitine karşılık gelir. Bu durumda 27°15′nın 19°6′39′′den farkı 8°8′dır; bu da diğer duraktan Güneş karşı konumuna kadarki mesafe olup burada yaklaşık 36,5 gün vardır ki bu sürede boylamdaki ayrıklık 19°6′39′′, dolayısıyla toplam gerileme 73 günde 16°16′dır. Dış merkezli çemberin ortalama boylamlarına dair gösterilmiş olan bu hususlar benzer şekilde diğer konumlar için de ortaya konabilir; söylediğimiz gibi aranan konuma göre gezegenin hızının her daim değiştiği varsayılır. Buradan hareketle gezegen yerine görüş noktasını, görüş noktası yerine de gezegeni kullanmak şartıyla Satürn, Jüpiter ve Mars için de aynı gösterim yöntemi geçerlidir. Dünya'nın çevrelediği yörünge çemberlerinde beliren, Dün-

ya'yı çevreleyen yörünge çemberlerinde de belirir: O halde aynı eski şarkıyı tekrar okumayalım ve bu kadarı yeterli olsun. Apollonius'un, görüş noktasına ve duraklama noktalarının belirsizliğine bağlı gezegenin değişken hareketine dair teoremi bize pek kolaylık sağlamadığından, gezegenin kavuşumunu, Güneş'in ortalama hareket çizgisiyle Güneş'in karşısında bulunduğu durumu ya da gezegenlerden herhangi birinin kavuşumunu hareketlerinin bilinen sayıları yardımıyla incelediğimiz yöntemle durakları basitçe ve en yakın konumla bağlantılı olarak incelemenin daha yararlı olup olmayacağını bilemiyorum; bunu da sizlerin keyfinize bırakıyoruz.

Beşinci kitabın sonu.[11]

11 Bazı araştırmacılar, beşinci kitabı sonlandırırken kullandığı bu ifadeden ("Finis quinti libri Revolutionum") ötürü Copernicus'un, eserine "De Revolutionibus" yani "Devinimler Üzerine" adını yakıştırdığını düşünmüştür (E. Rosen, s. 458, 1943).

Nicolaus Copernicus'un Göksel Kürelerin Devinimleri'nin Altıncı Kitabı

Dünya'nın deviniminin, gezici yıldızların boylamdaki görünen hareketleri üzerinde tahmin ettiğimiz etkisinin, gücünün ne kadar olduğunu ve bütün görünümleri ne ölçüde ortaya çıkardığını elimizden geldiğince gösterdik. Geriye bu gezegenlerin enlemde birbirinden ayrılan hareketleri kaldı; bu bölümde onları ele alıp Dünya'nın aynı hareketliliğinin onlar üzerinde ne ölçüde etkili olduğunu ve yasalarını nasıl belirlediğini göstereceğiz. Bu, ilmin gerekli kısmını oluşturuyor: Zira bu gezegenlerin sapmaları doğuşlarında ve batışlarında veyahut belirmelerinde ve kaybolmalarında neredeyse hiç farklılık göstermiyor; ayrıca yine yukarıda bu gezegenlerin diğer görünümlerine dair açıklama da mevcut. Hakiki konumlarının ise sadece, enlemlerinin yanı sıra boylamlarının da ekliptik kapsamında ortaya konmasıyla bilinebileceği söylenmişti. Buna göre eski matematikçilerin Dünya'nın hareketsizliğiyle kanıtlamaya çalıştığı şeyi biz Dünya'nın hareketliliği düşüncesiyle belki de daha etkili ve uygun şekilde sunacağız.

1. Beş Gezici Yıldızın Enlemdeki Sapmasına Dair Genel Açıklama

Eskiler tüm gezegenler için enlemde, boylamdaki iki düzensizliğe karşılık gelen, biri yörünge çemberlerinin dış merkezliliğinden kaynaklanan; diğeri dış tekerleme eğrilerine uyan iki sapma olduğunu bulmuştu. Sık sık tekrarladığımız gibi, biz dış tekerleme eğrilerinin yerine sadece Dünya'nın büyük yörünge çemberini aldık; aynı olduklarından, bu yörünge çemberinin her daim sabit olan ekliptik düzlemine göre bir eğimi yoktur; aksine, gezegenlerin yörünge çemberleri bu düzleme değişken bir açıyla eğik olup bu değişkenlik Dünya'nın büyük yörünge çemberinin devinimleri ve hareketi göz önünde tutularak hesap edilir. Fakat yüksekteki üç gezegen Satürn, Jüpiter ve Mars, diğer iki gezegenin uyduğu yasalardan farklı olarak boylamsal hareket eder; bu yüzden enlemde en ufak farklılık göstermez. Bu yüzden eskiler evvela bu gezegenlerin enlemdeki kuzey sınırlarının nerede ve ne kadar uzaklıkta olduğunu araştırmıştır. Ptolemaeus Satürn ve Jüpiter'in sınırlarını Terazi'nin civarında, Mars'ın sınırını ise Yengeç'in bittiği yerin civarında, dış merkezli çemberin yerberisi yakınında bulmuştur. Fakat biz, zamanımızda Satürn'ün kuzey sınırını Akrep'in 7°sinde, Jüpiter'inkini Yengeç'in 27°sinde, Mars'ınkini Aslan'ın 27°sinde bulduk; buna göre yeröteleri bizim zamanımıza kadar azalarak değişmiş, eğimler ve enlemin temel noktaları bu yörünge çemberlerinin hareketini izlemiştir. Gezegenlerin, bu sınırlar arasındaki 90°lik düzeltilmiş ya da görünen mesafeler boyunca, Dünya'nın aksine enlemde hiçbir sapma gerçekleştirmediği görülüyor. Bu yüzden bu ortalama boylamlardayken, tıpkı Ay'ın ekliptik kesitinde olması gibi, yörünge çemberlerinin ekliptikle ortak kesitinde oldukları anlaşılır. Ptolemaeus bu noktalara *düğüm*[1] demiştir: Gezegenin buradan itibaren kuzey

1 Düğüm: Nodus.

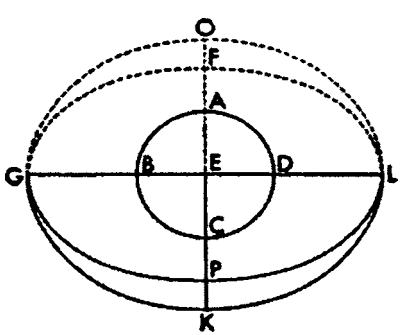
enlemine dahil olduğu yükselen düğüm ve gezegenin buradan itibaren güney enlemine geçtiği alçalan düğüm. Ekliptik düzleminde her daim aynı kalan Dünya'nın büyük yörünge çemberi bu gezegenlere bir enlem sunmaz, fakat enlemdeki her sapma düğümlerden hesap edilir ve düğümlerden farklı olarak konumlarda büyük ölçüde değişiklik gösterir. Dünya, gezegenlerin Güneş'le karşılaştığı, yani Güneş karşı konumunun yaşanmış olduğu görülen diğer konumlara yaklaştığında; gezegenler her daim, kuzeye doğru kuzey yarım dairesinde ve güneye doğru güney yarım dairesinde, Dünya'nın başka bir konumunda olduğundan daha büyük bir sapmayla ve Dünya'nın gerektirdiği yaklaşma ve uzaklaşmadan çok daha büyük bir farkla hareket eder. Bu durumdan gezegenlerin yörünge çemberlerinin eğiminin sabit olmadığı, aksine Dünya'nın büyük yörünge çemberine ait devinimleriyle ölçülebilecek bir sallantıyla değiştiği anlaşılır. Buna göre Venüs ve Merkür'ün, farklı bir şekilde fakat en yüksek, en alçak ve ortalama apsitte geçerli olduğu gözlenen belli bir kurala göre saptığı görülür. Bu yüzden ortalama boylamda, yani Güneş'in ortalama hareket çizgisi gezegenlerin en yüksek veya en alçak apsidinden bir çeyrek mesafede bulunduğunda ve gezegenler, akşam veya sabah yıldızları olarak Güneş'in aynı ortalama hareket çizgisinden yörünge çemberlerinin bir çeyrek mesafesindeyken, eskiler gezegenlerin ekliptikten sapmadığı ve bu yüzden bunların bu anlarda ayrı yörünge çemberleriyle ekliptiğin ortak kesitinde bulunduğu sonucuna varmıştı. Bu ortak kesit, gezegenlerin yerötesiyle yerberisinden geçer; buna göre Dünya'dan daha yüksekte ya da alçakta olduklarında, sapmalarını daha da belli ederler; Venüs en kuzeyde, Merkür ise en güneydeyken, en büyük sapmaları Dünya'dan en uzak oldukları anda, yani akşam belirmelerinde ve sabah kayboluşlarında gerçekleşir. Ve tersine Dünya'ya daha yakın konumda akşamları kaybolur, sabahları belirirler; Venüs en güneyde, Merkür ise en kuzeydedir. Bunun tersine Dünya bunun ve diğer ortalama apsidin zıt ko-

numundayken, yani dış merkezli çemberin ayrıklığı 270° iken Venüs, Dünya'dan daha büyük bir güney mesafesinde, Merkür'se kuzeyde; Dünya'nın daha yakın konumunda ise Venüs kuzeyde, Merkür güneydedir. Dünya'nın gündönümünde, bu gezegenler yeröte durumundayken Ptolemaeus, sabah yıldızı olan Venüs'ün enleminin kuzey, akşam yıldızı olan Venüs'ün enlemininse güney enlemi olduğunu; Merkür içinse bunun tam tersi, yani sabah yıldızının güneyde, akşam yıldızının ise kuzeyde olması gerektiğini buldu. Bu bağıntılar yerberinin zıt konumunda tam ters şekildedir; öyle ki Venüs *Lucifer*'i güneyde, Venüs *Vesperugo*'su kuzeyde; fakat Merkür sabah yıldızı olarak kuzeyde, akşam yıldızı olarak güneydedir. Eskiler her iki konumda Venüs'ün kuzey sapmasının güney sapmasından, Merkür'ün güney sapmasının ise kuzey sapmasından her daim daha büyük olduğunu bulmuştu. Bu durumdan hareketle bu konum için ikili, genel anlamdaysa üçlü enlem düşünmüşlerdir. Ortalama boylamlarda beliren ilk enleme eğim, en yüksek ya da en alçak apsitte beliren ikinci enleme eğiklik, ikinciyle kavuşumda beliren üçüncü enleme de sapma demişlerdir; bu Venüs için her daim kuzeyde, Merkür için güneydedir. Bu dört sınır arasında enlemler birbirine karışmış, biri artarken diğeri azalmış, biri yerini diğerine bırakmıştır; işte bütün bunlar için gerçek nedenleri sunacağız.

2. Gezegenlerin Enlemde Taşındığı Çemberlere Dair Hipotezler

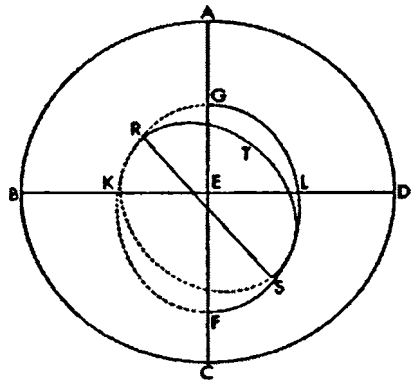
O halde bu beş gezegen için yörünge çemberlerinin ekliptik düzlemine eğik olduğu kabul edilmelidir; ekliptiğin çapı boyunca uzanan ortak kesiti de farklı fakat düzenli bir eğim gösterir. Ekinoksların devinmesiyle alakalı olarak da gösterdiğimiz gibi Satürn, Jüpiter ve Mars'ta kesit açısı –ekseni çevresinde de olduğu gibi– bu kesit çevresinde de basit fakat paralaks hareketiyle ölçülebilir bir sallantıya

uğrar. Kesit açısı belirli bir zaman diliminde bu sallantıyla artar ya da azalır; öyle ki ne zaman Dünya gezegene, yani Güneş'le karşı konumdaki gezegene en yakın konuma gelir, işte o zaman gezegenin yörünge çemberinin en büyük eğimi söz konusudur; zıt konumda en küçük eğim, ortalama konumda ise ortalama eğim gerçekleşir: Sonuç olarak gezegen kuzey ya da güney enleminin en uzak sınırındayken, enlemi, Dünya'nın en yakınındayken Dünya'ya en uzak olduğu konumunda göründüğünden daha büyük görünür. Ve bu düzensizlik, yakın olanların uzak olanlardan daha büyük görünmesine uygun olarak yalnızca Dünya'nın farklı mesafelerde bulunuşundan kaynaklanabiliyorsa da yine de bu gezegen enlemlerinin artış ve azalmaları arasında oldukça büyük farklar vardır. Zaten bu, yörünge çemberlerinin de eğiklikleriyle orantılı bir sallantı hareketi olmadıkça meydana gelemez. Fakat önceden de söylediğimiz gibi, bir sallantıya uğrayan cisimler için uç noktalar arasında bir ortalama değer almamız gerekir. Bunun daha iyi anlaşılabilmesi için ABCD, Dünya'nın ekliptik düzlemindeki, merkezi E olan büyük yörünge çemberi olsun; gezegenin FGKL yörünge çemberi ABCD'ye ortalama ve daimi yükselimle eğik olsun; öyle ki F enlemin kuzey sınırı, K güney sınırı, G kesitin alçalan düğümü ve BED, GB ve DL düz çizgileriyle uzatılan ortak kesit olsun.



Bu dört durak, apsitlerin hareketleri boyunca gerçekleşenin dışında değişmez. Yani gezegenin boylamdaki hareketinin FG çemberinin düzleminde değil, FG ile eşmerkezli ve ona eğik olan başka bir OP çemberininkinde meydana geldiği anlaşılsın. Bu iki çember birbirini aynı GBDL düz çizgisinde keser. Bu yüzden gezegen, OP yörünge çemberinde taşınırken aynı zamanda sallantı hareketiyle FK düzlemine düşerek FK düzlemini herhangi bir yöne doğru aşar ve böylece enlemin değişken görünmesini sağlar. Gezegen evvela O noktasında, en büyük kuzey enleminde ve A'da Dünya'ya en yakın konumunda olsun; daha sonra gezegenin enlemi, OGP yörünge çemberinin en büyük enleminin açısı olan OGF'yle orantılı olarak artış gösterecektir. Bu sallantı hareketi, aynı zamanda bir yaklaşma ve uzaklaşma hareketidir; zira hipoteze göre bu sallantı paralaks hareketiyle ölçülebilir. Öyleyse Dünya B noktasındaysa, O noktası F noktasıyla çakışacak; gezegenin enlemi aynı düzlemde, öncekinden daha küçük; Dünya C noktasındaysa, çok daha küçük görünecektir; öyle ki O sallantının en uç ve farklı kısmına geçecek, kuzey enleminin eksiltici sallantısından, yani OGF'ye eşit olan açıdan ne kadar fazla enlemi varsa o kadarını bırakacaktır. Buradan hareketle gezegenin kuzeyde F civarındaki enlemi, Dünya yerleştirildiği noktadan A noktasına varıncaya değin geri kalan CDA yarım çemberi kadar artacaktır. Dünya'nın hareketinin başlangıç noktası C olarak belirlenirken, P noktası civarına yerleştirilen meridyen gezegeni için de aynı ilerleyiş rotası söz konusu olacaktır. Fakat Güneş'le karşı konumda olan ya da onun tarafından gizlenen gezegen, G veyahut L düğümlerinden birinde yer alırsa, her ne kadar bu zamanda FK ve OP yörünge çemberleri birbirleriyle en büyük eğime sahip olsalar bile, gezegen enlemi algılanamaz; zira gezegen yörünge çemberlerinin ortak kesitinde bulunmaktadır. Buradan gezegenin kuzey enleminin F'den G'ye kadar nasıl azaldığının ve güney enleminin G'den K'ye ka-

dar nasıl artış gösterdiğinin, ancak L noktasında tümüyle yok olarak kuzeye döndüğünün kolayca anlaşılabileceğini düşünüyorum. Bu, yüksekteki üç gezegen için de geçerli olan yoldur. Venüs ve Merkür diğer gezegenlerden enlemde, boylamda olduğu gibi az bir farkla ayrılmaz; zira yeröte ve yerberi boyunca konumlanan yörünge çemberlerinin ortak kesitlerine sahiptirler. Bu durumda ortalama apsitlerde en büyük eğimleri, yüksekteki gezegenlerde olduğu gibi, bir sallantı hareketiyle değişebilir durumdadır; ancak bu gezegenler farklı bir sallantıya uğrar. Bununla birlikte her iki sallantı aynı yolla değil de, Dünya'nın devinimleriyle ölçülebilir. Buna göre ilk sallantı şöyle bir niteliğe sahiptir: Gezegenlerin apsitlerine göre Dünya'nın bir devinimi söz konusu olduğunda üzerinde durduğumuz yeröte ile yerberi boyunca uzanan kesiti hareketsiz bir eksen olarak alan sallantı hareketinin iki devinimi olur; öyle ki Güneş'in ortalama hareket çizgisi ne zaman gezegenlerin yerberisinde ya da yerötesinde bulunursa, en büyük kesit açısı oluşur, en küçük açıysa ortalama boylamlarda ortaya çıkar. Fakat bundan sonra gelen ikinci sallantı bunda farklılık gösterir; hareketli ekseniyle şöyle bir etkisi vardır: Dünya ortalama boylamda yer aldığında, Venüs ya da Merkür gezegeni her daim eksende, yani bu sallantının ortak kesitinde yer alır; fakat Dünya yeröte ya da yerberiyle aynı hizada bulunduğunda, en büyük sapmasını gösterir; her ne kadar ilk basit eğim nedeniyle bu anda gezegenler enlemsiz görülseler de, söylediğimiz gibi, Venüs her daim kuzeye, Merkür'se güneye bakar. Örneğin Güneş'in ortalama hareketi Venüs'ün yerötesinde ve Venüs de aynı konumdayken, basit eğimle ve ilk sallantıyla uyumlu olarak ekliptik düzlemiyle yörünge çemberinin ortak kesitinde yer alan Venüs'ün bu anda enlemi görünmez; fakat ekseni ya da kesiti dış merkezli yörünge çemberinin çapraz çapı boyunca çizilen ve çapı en yüksek ya da en alçak apsit boyunca dik kesen ikinci sallantı, gezegene en büyük sapmasını katar.



Fakat bu zaman noktasında Venüs diğer çeyreklerden birindeyse ve yörünge çemberinin ortalama apsitleri boyunca uzanıyorsa bu sallantının ekseni Güneş'in ortalama hareket çizgisiyle çakışacak ve Venüs'ün kendisi, güney eğiminden çıkardığı ve daha küçük bıraktığı en büyük sapmayı, kuzey eğikliğine ekleyecektir. Bu şekilde sapma sallantısı, Dünya'nın hareketiyle ölçülebilir. Bütün bunların daha kolayca kavranabilmesi için yine ABCD en büyük yörünge çemberi olarak çizilsin. Venüs'ün ya da Merkür'ün yörünge çemberi FGK, ABC'yle dış merkezli olsun ve eşit FGK eğimiyle uyumlu bir şekilde eğik olsun. FG, yörünge çemberinin F yerötesi, G yerberisi boyunca çizilen iki çemberin ortak kesiti olsun. Daha kolay bir gösterim için dış merkezli yörünge çemberinin GKF eğimini basit yapılı ve sabit alalım; ya da isterseniz, en büyük ve en küçük arasında orta dereceli bir eğim olarak alalım; FG ortak kesiti sadece yerberinin ve yerötenin hareketine göre değişiklik göstersin. Dünya bu ortalama kesitteyken, yani A ya da C'deyken ve gezegen de aynı çizgideyken, bu anda gezegenin enleminin olmayacağı açıktır; zira söylendiği gibi bütün enlem, gezegenin kuzey ve güney yakınlaşmasını FKG çemberinin ekliptik düzlemine eğimiyle orantılı olarak etkilediği GKF ve FLG yarım çember-

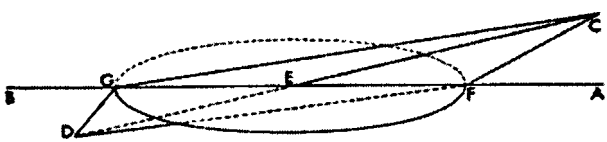
lerinin yanındadır. Kimisi gezegenin bu ayrılmasına çarpıklık, kimisi yansıma diyor. Fakat Dünya B ya da D'deyken, yani gezegenin ortalama apsitlerindeyken aynı FKG ve GFL enlemleri yukarıda ve aşağıda olacaktır; bu durumda bunlara yükselim derler. Bu yüzden bu enlemler, ortalama konumlarda isimleri yer değiştirse bile ilk enlemlerden gerçekten değil de ismen ayrılır. Fakat bu çemberlerin eğim açısının çarpıklıkta yükselimdekinden daha büyük olduğu bulunduğundan; eskiler bu açının, yukarıda söylendiği gibi, eksen olarak FG kesitinin etrafında kavis çizerek belli bir sallantıda meydana geldiğini düşünmüştür. Buna göre kesit açısı her ikisi için bilindiğinden; ikisi arasındaki farktan en küçük eğimden en büyüğüne sallantının ne kadar büyük olduğunun anlaşılması kolay olacaktır. Bu durumda başka bir çemberin, yani ayrılma çemberinin, daha sonra açıklanacağı gibi, GKFL çemberine eğik ve Venüs'le eş merkezli, fakat Merkür'ün dış merkezli çemberiyle dış merkezli olduğu bilinsin: RS, sallantının ekseni ve çemberdeki hareketli eksen için ortak kesit olsun; bu durumda Dünya A ya da B noktasındayken, gezegen ayrılmanın en uzak sınırında, yani T noktasında olur; Dünya A noktasından uzaklaştıkça gezegenin de ayrılma dairesinin eğimi azalırken T noktasından hareket ettiği anlaşılsın: Buna göre Dünya AB çeyreğini kat ettiğinde gezegenin bu enlem düğümüne, yani R'ye varmış olduğu anlaşılmalıdır. Fakat bu anda düzlemler, sallantının ortalama hareketinde kesişir ve farklı yönlere meylederler; evvelden güneyde olan ayrılmanın geri kalan yarım çemberi kuzeye geçer. Venüs bu yarım çembere geçerken, güneyden uzaklaşarak yeniden kuzeye yönelir, bu sallantıyla bir daha güneye yönelmez, tıpkı Merkür gibi zıt yönden geçerek güneyde durur; Merkür'ün sallantısı ise Venüs'ten farklı olarak bir dış merkezli çemberle eşmerkezli olan bir çemberde değil, bir dış merkezli çemberle dış merkezli olan çemberde yer alır. Boylamdaki harekete özgü düzensizliği gösterirken bu dış merkezli çember ye-

rine bir dış tekerleme eğrisi kullandık. Fakat burada önce enlemsiz boylam, daha sonra boylamsız enlem üzerinde durduğumuzdan ve bir ve aynı devinim onları birleştirip eşit kıldığından, her iki düzensizliğe de yol açanın ve dış merkezli olup aynı zamanda bir eğimi olanın bir ve aynı hareket ya da bir ve aynı sallantı olduğu yeteri kadar açıktır; burada üzerinde durduğumuz ve aşağıda hakkında daha fazla şey söyleyeceğimiz, bunun dışında bir hipotez değildir.

3. Satürn, Jüpiter ve Mars'ın Yörünge Çemberlerinin Eğimleri Ne Kadar Büyüktür?

Beş gezegenin uzanımına dair hipotezimizi ortaya koyduktan sonra, detaya inmemiz ve evvela tek tek çemberlerin eğimlerinin ne kadar büyük olduğunu anlamamız gerekiyor. Eğimli ve ekliptiğe dik çemberin kutupları boyunca geçen büyük daireye karşı bu eğimleri dikkatle inceliyoruz; enlemdeki geçişler bu büyük dairelere göre gözlemlenir. Buna göre bu eğimleri anladığımızda, her bir gezegenin enlemlerini öğrenme yolu da gösterilmiş olacak. Bir kez daha yüksekteki üç gezegenle başladığımızda Ptolemaeus'a göre, güney enleminin en uzak sınırlarındaki Satürn'ün Güneş'le karşı konumundaki sapmasının 3°5′, Jüpiter'in sapmasının 2°7′, Mars'ın sapmasının 7°; fakat zıt konumlarda, yani Güneş'le kavuşumlarında Satürn'ün sapmasının 2°2′, Jüpiter'in sapmasının 1°5′, Mars'ın sapmasının ise, neredeyse ekliptiğe dokunacak ölçüde sadece 5′ olduğunu görürüz. Buna göre enlemleri, Ptolemaeus'un yaklaşık olarak kararma ve belirmelerde gerçekleştirdiği gözlemlerden saptamak mümkündür. Bunları bu şekilde ortaya koyduktan sonra ekliptiğe dik ve merkez boyunca uzanan düzlemde AB ekliptikle birlikte düzlemin ortak kesiti, CD en büyük kuzey ve güney sınırları boyunca çizilen üç dış merkezli çemberden biriyle birlikte düzlemin ortak kesiti olsun. Ayrıca E ekliptiğin merkezi, FEG Dünya'nın büyük

yörünge çemberinin çapı olsun. Bu durumda D güney, C kuzey enlemi olsun; CF, CG, DF ve DG eklensin. Buna karşılık verilen konumlardan birinde Dünya'nın EG büyük yörünge çemberinin, gezegenin ED dış merkezli çemberine oranları zaten gezegenlerle ilgili olarak tek tek verilmişti. Ancak en büyük enlemlerin konumları gözlemlerden hareketle sunulmuştu. Buna göre EGD üçgeninin dış açısı ve en büyük güney enleminin BGD açısı verildiğinden, dış merkezli çemberin ekliptik düzlemine doğru en büyük güney eğiminin açısı olan iç ve karşıt nitelikli GED açısı da düzlemsel üçgenlerle ilgili olarak gösterilenlerle bulunacaktır.



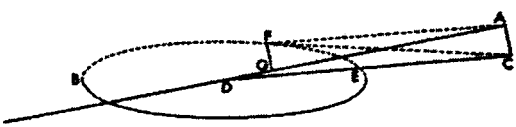
Benzer şekilde en küçük güney enlemi, yani EFD açısı sayesinde en küçük eğimi göstereceğiz. EFD üçgeninde EF kenarının ED kenarına oranı EFD açısıyla birlikte bulunduğundan, en küçük güney eğiminin dış açısı olan GED de bulunur. Buradan hareketle iki yükselim arasındaki farktan ekliptikle ilgili olarak dış merkezli çemberin toplam sallantısını elde ederiz. Dahası, eğimin bu açılarına karşılık, karşıt kuzey enlemlerini, yani AFC ve EGC açısını ölçeriz; bu açılar gözlemlere uyarsa, bu hiç hata yapmadığımızın göstergesi olacaktır. Örneğimizde diğerlerine göre enlemde daha büyük bir uzanıma sahip olan Mars'ı ele alacağız. Ptolemaeus, Mars'ın yerberide en büyük güney enleminin yaklaşık 7°, yerötede en büyük kuzey enleminin ise 4°20′ olduğunu göstermişti. Fakat biz BGD açısının 6°50′ olduğunu hesapladığımızdan, sonuç itibariyle AFC açısının yaklaşık 4°30′ olduğunu buluruz. Buna göre EG'nin ED'ye oranı,

1P'nin 1P22′26″ye oranına eşit ve BCD açısı 6°50′ olduğundan en büyük güney eğiminin DEG açısı da yaklaşık 1°51′dır. EF'nin CE'ye oranı 1P'nin 1P39′57″ye oranına, CEF açısı da DEG açısına, yani 1°51′ya eşittir. Bu, gezegen Güneş'le karşı konumdayken üzerinde durduğumuz CFA açısının dış açı olması sebebiyle 4°30′ olması sonucunu doğurur. Benzer şekilde Güneş'le kavuşumun gerçekleştiği zıt konumda DFE açısının 5′ olduğunu düşünürsek, DE ve EF kenarı ile EFD açısı bulunur; EDF açısı da 4′, en küçük eğimin dış açısı olan DEG ise yaklaşık 9′dır. Bu, bize kuzey enleminin açısı olan CGE'nin 6′ olduğunu gösterecektir. Buna göre en küçük eğimin en büyük eğimden çıkarılması durumunda, yani 1°5′nın 9′dan farkı 1°42′dır; bu da bu eğimin sallantısıdır ve 1°42′nın yarısı yaklaşık 50,5′dır. Diğer iki gezegen, yani Jüpiter ve Satürn'le ilgili olarak da enlemlerle birlikte eğimlerin açılarının bulunması için benzer bir yöntem söz konusudur; Jüpiter'in en büyük eğimi 1°42′, en küçük eğimi 1°18′ olup toplam sallantı 24′dan fazla değildir. Bu durumda Satürn'ün en büyük eğimi 2°44′, en küçük eğimi 2°16′, aralarındaki sallantı ise 19′dır. Buradan hareketle, gezegenler Güneş'in altında saklı kalırken, eğimin zıt konumda beliren en küçük açıları sayesinde enlemdeki uzanımları ekliptikten itibaren ortaya konabilecektir: Gösterildiği ve aşağıdaki tablolarda yer alacağı gibi, Satürn'ün uzanımı 2°3′, Jüpiter'in uzanımı ise 1°6′dır.

4. Diğer Enlemlerin Tek Tek ve Genel Olarak Açıklanması Üzerine

Bütün bunlar gösterildikten sonra bu üç gezegenin enlemleri hem genel olarak hem de tek tek ortaya konacak. Önceden de söylendiği gibi, uzanımın en uzak sınırları boyunca çizilen AB çizgisi ekliptiğe dik olan düzlemin ortak kesiti olsun. Kuzey sınırı A'da olsun; AB'yi D noktasında kesen

CD, gezegenin yörünge çemberinin dik ortak kesiti olsun. D'nin merkez olduğu EF Dünya'nın büyük yörünge çemberi olarak çizilsin. E'deki karşıt noktadan EF gibi bilinen bir yay ölçülsün; F'den ve C'den, gezegenin konumu olarak CA ve FG dikleri AB'ye doğru çizilsin; FA ve FC de eklensin.



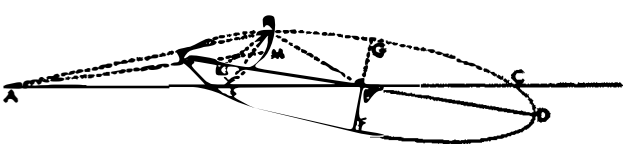
Öncelikle bu yapıyla, dış merkezli çemberin eğim açısı olan ADC'nin ne kadar büyük olduğuna bakacağız. Burada Dünya E noktasındayken en büyük eğimin ortaya çıktığı gösterilmiş oldu. Dahası toplam sallantının, çapı BE olan EF çemberindeki Dünya'nın devinimi sayesinde, sallantının doğası gereği ölçülebilir olduğu ortaya kondu. Buna göre EF yayının bulunmasıyla ED'nin EG'ye oranı da bulunacaktır; bu, toplam sallantının daralan ADC açısına oranıdır. Fakat yukarıda gösterildiği gibi, CD'nin ED'ye oranı bulununca yine CD'nin geri kalan DG'ye oranı; buradan hareketle CD ile AD'nin GD'ye oranları ve geri kalan AG ile FG de bulunur: Buna göre FG, EF'nin iki katını ayıran kirişin yarısına eşittir. Bu durumda AGF dik üçgeninin iki kenarı bulunduğundan AF kenarıyla AF'nin AC'ye oranı da bulunur. Sonuç itibariyle ACF dik üçgeninin iki kenarı bulununca AFC açısı da bulunur; bu, aramakta olduğumuz görünen enlem açısıdır. Burada bir kez daha Mars'ı örnek olarak alacağız. Gezegenin en büyük güney enleminin sınırı, yaklaşık en alçak apside denk gelen A civarında olsun. Buna göre gezegenin konumu, gösterildiği gibi C'de olsun. Dünya E noktasındayken eğim açısı 1°50′dır. Bu durumda Dünya'yı F noktasına koyalım, paralaks hareketini de EF yayıyla uyumlu olarak 45° yapalım. Buna göre ED 10.000 birimken, FG çizgisi 7071 birim-

dir; GE ise 10.000'in 7071'den farkına, yani 2929 birime eşittir; bu da yarıçapın geri kalan kısmıdır. ADC açısına ait sallantının yarısının 50,5′ olduğu gösterilmiş olur; bu durumda sallantının yarısına ait artma ve azalma oranı da ortaya çıkar: DE'nin GE'ye oranı, 50,5′nın 5′ya oranına, yani 1°35′ya eşittir; bu da eğim açısıdır. Bu durumda ADC üçgeninin kenarları ve açıları bulunacaktır; yukarıda ED 6580 birimken CD'nin 9040, FG'nin 4653, AD'nin 9036 birim olduğu gösterilmiş olur; geri kalan AEG 4383, AC ise 249,5 birimdir. Buna göre AFG dik üçgeninde AG dik çizgisi 4383, FG tabanı 4653, AF kenarı ise 6392 birimdir. Böylelikle CAF açısının 90° olduğu ACF üçgeninde AC ve AF kenarları bulunur; ACF açısı 2°15′dır; bu da F'de konumlanan Dünya'nın görünen enlem açısıdır. Aynı usavurumu Satürn ve Jüpiter için de kullanacağız.

5. Venüs ve Merkür'ün Enlemleri Üzerine

Sıra Venüs ve Merkür'e geldi; söylediğim gibi bu gezegenlerin enlemdeki geçişleri eşzamanlı ve karmaşık üç enlem sapması sayesinde gösterilecek. Tek tek anlaşılabilmeleri için eskilerin daha basit kullanımından ötürü yükselim dediği kavramla başlayacağız. Dünya, gezegenin yerötesinden yerberisine doğru çizilen çemberin bir çeyreği boyunca hareket ederken yükselim kimi zaman sadece diğerlerinden farklılık gösterir; boylamdaki tam hareketlere uyacak şekilde düğümlerin ve ortalama boylamların etrafında belirir. Dünya çok yaklaştığında Venüs için 6°22′lık, Merkür için 4°5′lık kuzey ya da güney enlemi bulunur. Buna karşılık Dünya'dan en büyük mesafede Venüs için 1°2′, Merkür için 1°45′ söz konusudur. Bunun yanında bu konumda eğim açıları çizdiğimiz eşitlemeler tabloları sayesinde ortaya konur; bu konumda Venüs'ün Dünya'dan en büyük mesafesi enleme göre 1°2′, en küçük mesafesi 6°22′, ortalama enlemin her bir yanında

çemberin yayı yaklaşık 2°30′; Merkür'ün en büyük mesafesi 1°45′, çemberin toplam yayı 6°15′, en küçük mesafesi 4°5′dır. Sonuç itibariyle Venüs'ün çizdiği çemberlerin eğim açısı 2°30′, dört dik açı 360°yi verirken Merkür'ünki 6°15′dır. Evvela Venüs'le ilgili olarak göstereceğimiz gibi, bu açılar sayesinde tek tek yükselim enlemleri ortaya konabilir. Bunun için ekliptik düzleminde ve dik düzlemin merkezi boyunca ABC, iki düzlemin ortak kesiti, DBE ise dik düzlemin Venüs'ün yörünge çemberinin düzlemiyle ortak kesiti olsun. A, Dünya'nın merkezi; B, gezegenin yörünge çemberinin merkezi; ABE yörünge çemberinin ekliptikle eğim açısı olsun. DFEG çemberi B etrafında, FBG çapı ise DE çapına dik olarak çizilsin. Bu durumda çember düzlemi varsayılan dik düzlemle öyle ilişkilidir ki, DE'ye dik çizilen çemberin düzlemindeki çizgiler birbirine ve ekliptik düzlemine paralel olacak şekilde ayarlanır; çember düzleminde FBG çizgisi çizilmiş olur. O halde problemimiz, verilen eğim açısı ABE ile beraber AB ve BC düz çizgileri sayesinde gezegenin, örneğin Dünya'ya en yakın E noktasından 45° mesafedeyken, enlemde ne kadar uzakta olduğunu ortaya çıkarmaktır. Ptolemaeus'u izleyerek bu konumu seçtik; böylece yörünge çemberinin eğimi, boylamda Venüs'e ya da Merkür'e göre bir farklılık içerse de içermese de belirgin olabilecektir.



Bu tarz farklılıklar; D, F, E, ve G sınırları arasındaki orta konumlar civarında oldukça belirgin olmalıdır; zira gezegen bu dört sınırda yer aldığında, kendisinden de anlaşılabileceği gibi, yükselimsizken sahip olduğu boylama sahiptir. Buna uygun olarak söylendiği gibi EH yayını 45° olarak dü-

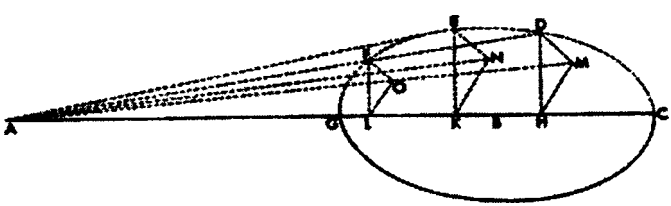
şünelim, HK BE'ye, KL ve HM ekliptiğin düzlemine dik olarak çizilsin; HB, LM, AM ve AH eklensin. Böylece HK ekliptik düzlemine paralelken, LKHM dik paralelkenarını elde etmiş oluruz. Bu yüzden LAM açısı boylamda eşitleme içerir ve HAM açısı enlemdeki geçişe karşılık gelir; zira HM, ekliptiğin aynı düzlemine diktir. Bu durumda HBE açısı 45° olduğundan, EB 10.000 birimken, HK, HE'nin iki katını ayıran kirişin yarısına, yani 7071 birime eşittir. Benzer şekilde KBL üçgeninde BKL açısı 2°30′, BLK açısı 90°, BE 10.000 birimken BK kenarı 7071 birimdir. Buradan hareketle KL kenarı 308, BL kenarı 7064 birimdir. Fakat yukarıda da gösterildiği gibi, AB'nin BE'ye oranı yaklaşık olarak 10.000'in 7193'e oranına eşit olduğundan; HK 5086 birime, HM KL'ye, yani 221 birime eşittir; BL 5081'dir, buna göre geri kalan LA ise 4919 birimdir. Dahası, ALM üçgeninde AL kenarı bulunduğundan ve LM HK'ye, ALM açısı da 90°ye eşit olduğundan AM kenarı 7075 birim, MAL açısı 45°57′dır; bu da hesaba göre Venüs'ün büyük paralaksı ya da eşitlemesidir. Benzer şekilde MAH üçgeninde AM kenarı 7075 birime, MH kenarı KL kenarına, MAH açısı da 1°47′ya eşit olup enlemdeki açısal yükselimdir. Bu eğimden kaynaklanan Venüs'ün boylamdaki farklılığını incelemek sıkıcı olmayacaksa, LH kenarının LKHM paralelkenarının köşegeni olduğunu göz önünde tutup ALH üçgenini ele alalım. Buna göre AL 4919 birimken, LH 5091 birim, ALH açısı 90°dir. Buradan hareketle AH kenarı da 7079 birimdir. Buna göre kenarların oranı bulunduğundan HAL açısı 45°59′dır. MAL açısının 45°57′ olduğu gösterilmişti; buna göre, gösterildiği üzere, sadece 2′lık bir fark söz konusudur. Yine Merkür'le ilgili benzer bir yükselim şeması çizerek öncekine benzeyen şeklin yardımıyla enlemleri göstereceğiz. EH yayı 45° iken, AB kenarının 10.000 birim olduğu durumda, HK KB'ye, o da 7071 birime eşittir. Bu durumda göstermiş olduğumuz boylamdaki farklardan, ya-

rıçap BH 3953, AB 9964 birimken BK'nin KH'ye, onun da 2975 birime eşit olduğu sonucu çıkarılabilir. Dört dik açı 360°yi verirken ABE eğim açısının 6°15′ olduğu gösterildiğinden; buna uygun olarak BKL dik üçgeninin açıları bulunur; KL tabanı 304 birim, BL dik kenarı ise 2778 birimdir. Buna göre çıkarmayla AL de 7186 birimdir. Fakat LM HK'ye, o da 2795 birime eşittir; buna göre ALM üçgeninde L açısı 90° olup AL ve LM kenarları da bulunduğuna göre AM kenarı 7710, LAM açısı da hesaplanmış eşitleme olan 21°16′dır. Benzer şekilde AMH üçgeninde AM kenarı bulunduğundan, MH kenarı KL kenarına, AM ve MH kenarlarının oluşturduğu M açısı 90°ye, aranan enlem olan MAH açısı ise 2°16′ya eşittir. Fakat hakiki ve görünen eşitlemenin ne kadar etkili olduğunu araştırmak istersek paralelkenarın LH köşegenini ele alalım: Kenarlardan LH'nin 2811 birim olduğunu çıkartırız. AL de 7186 birimdir. Buradan hareketle LAH açısı 21°23′ olup görünen hareketin eşitlemesidir ve gösterildiği gibi, hesaplanan önceki farka göre yaklaşık 7′lık fazlalık içerir.

6. Yörünge Çemberlerinin Yerötedeki ve Yerberideki Eğikliğine Göre Venüs ile Merkür'ün Enlemdeki İkinci Geçişleri Üzerine

Gezegenlerin yörünge çemberlerinin ortalama boylamları civarında görülen enlemdeki geçişlerine dair bu kadar yeterli; bu enlemlere yükselimler dendiğini de söylemiştik. Yukarıdaki üç gezegende olduğu gibi değil de, aşağıdaki gibi, biri usavurarak daha kolayca ayırt edebilsin ve kavrayabilsin diye şimdi, yerberide ve yerötede beliren ve kendilerine sapmadaki üçüncü ayrılığın eklendiği bu enlemlerden bahsetmek gerekiyor. Ptolemaeus bu enlemlerin, gezegenler yörünge çemberlerine dokunan Dünya'nın merkezinden geçen düz çizgilerde yer aldığında en büyük görünü-

müne kavuştuğunu gözlemlemişti; söylediğimiz gibi bu durum, Güneş'ten itibaren en büyük sabah ve akşam mesafelerinde gerçekleşir. Ptolemaeus Venüs'ün kuzey enlemlerinin, güney enlemlerinden $^1/_3°$ kadar; Merkür'ün güney enlemlerinin ise kuzey enlemlerinden $^1/_2°$ kadar daha büyük olduğunu bulmuştu. Buna karşılık hesapların zorluğunu ve çokluğunu aza indirmek istediğinden enlemin farklı bölümlerine bir ortalama oran olarak 2°30′yı aldı: Bu enlemler Dünya'nın etrafındaki ve ekliptiğe dik çemberlerde bu derecelere ulaşır ki bu çemberler sayesinde enlemler hesaplanabilir. Birazdan göstereceğimiz gibi Ptolemaeus, burada belirgin bir hatanın belirmeyeceğini düşünmüştü. Fakat ekliptiğin her iki yanında eşit uzanım olarak 2°30′yı alırsak ve eğikliklerin enlemlerini saptayana dek şimdilik sapmayı hariç tutarsak, gösterimlerimiz daha basit ve kolay olacaktır. Buna göre evvela enlemsel uzanımın en büyük durumunun, eşitlemelerin boylamdaki en büyük durumlarına kavuşacağı dış merkezli çemberin teğet noktası civarında söz konusu olduğunu göstermemiz gerekir. Bunun için ekliptik düzleminin Venüs ya da Merkür'ün dış merkezli çemberine ait düzlemle ortak kesiti çizilsin; bu kesit yeröte ile yerberi boyunca geçecektir; yine bu kesitte A Dünya'nın konumu; B ekliptikle eğimli olan CDEFG dış merkezli çemberinin merkezi olarak alınsın; buna göre herhangi bir yerde CG'ye dik olarak çizilen düz çizgiler eğikliğe eşit açıları oluşturur. AE, çembere teğet olacak, AD de onu bir noktada kesecek şekilde çizilsin.

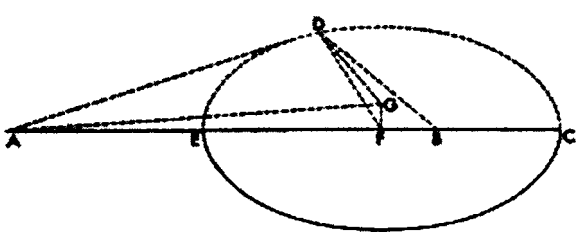


Ayrıca D, E ve F noktalarından DH, EK ve FL çizgileri CC, DM ve EN'ye dik olarak çizilsin; FO, ekliptiğin esas düzlemine dik olsun; MH, NK ve OL, ayrıca AN ve AOM de eklensin. Buna göre AOM düz çizgidir; zira üç noktası iki düzlemde, yani ekliptik düzleminde ve bu düzleme dik olan ADM düzleminde yer alır. Buna göre söz konusu eğiklikte HAM ve KAN açıları, bu gezegenlerin eşitlemelerini içerir; DAM ve EAN açıları ise enlemdeki uzanımlardır. Boylamdaki eşitlemenin yaklaşık olarak en büyük olduğu teğet noktasında konumlanan EAN açısının enlemdeki en büyük açı olduğunu söyleyebilirim. Buna göre EAK açısı diğerlerinden daha büyük olduğundan, KE'nin EA'ya oranı, HD'nin DA'ya oranından; yine KE'nin EA'ya oranı, LF'nin FA'ya oranından büyüktür. Buna karşılık EK'nin EN'ye oranı, HD'nin DM'ye oranına, yani LF'nin FO'ya oranına eşittir. Söylediğimiz gibi, EKN açısı HDM açısına, o da LFO açısına eşit olduğundan M açısı N açısına, o da O açısına, yani 90°ye eşittir. O halde NE'nin EA'ya oranı, MD'nin DA'ya oranından; yine NE'nin EA'ya oranı DF'nin FA'ya oranından büyüktür; yine DMA açısı ENA açısına, o da OFA açısına, yani 90°ye eşittir. Buna göre EAN açısı DAM açısından büyüktür; EAN açısı bu şekilde ortaya konan diğer açıların her birinden daha büyüktür. Bu yüzden eşitlemeler arasında bulunan ve boylamdaki eğiklikten kaynaklananlar içinde en büyük geçişteki E noktasında hesaplanan fark, en büyük olandır. Buna göre benzer üçgenlerde eşit açıları gördüklerinden HD'nin HM'ye oranı, KE'nin KN'ye oranına; o da, LF'nin FO'ya oranına eşittir. Bu çizgiler, aralarındaki farklarla aynı oranda oldukları için EK'nin KN'den farkının EA'ya oranı, HD'nin HM'den farkının AD'ye oranından; yine EK'nin KN'den farkının EA'ya oranı, LF'nin FO'dan farkının AF'ye oranından büyüktür. Buradan hareketle dış merkezli çemberin dilimlerinin boylamdaki eşitlemelerin, boylamdaki en büyük eşitlemelerin enlemdeki en büyük geçişle-

re oranları ölçüsünde, enlemdeki geçişlerle aynı orana sahip olacağı açıktır; zira bizden önce de gösterildiği gibi, KE'nin EN'ye oranı, LF'nin FO'ya oranına, yani HD'nin DM'ye oranına eşittir.

7. Venüs ve Merkür'ün Eğiklik Açılarının Büyüklüğü

Bunlar bu şekilde ortaya konduktan sonra, şimdi de her bir gezegenin düzlemlerinin eğikliğinin belirlediği açının büyüklüğünün ne kadar olduğu üzerinde duralım; evvelce söyleneni tekrar edelim: Her bir gezegenin enlemde en büyük mesafesi ile en küçük mesafesi arasında 5°lik bir fark vardır; öyle ki yörünge çemberinin konumuna göre çoğu durumda farklı zamanlarda ya daha kuzeyde ya da daha güneyde olurlar. Venüs'ün geçişteki ya da belirgin farkı, dış merkezli çemberin yerötesi ya da yerberisi boyunca 5°den daha büyük ya da daha küçük bir uzanım oluşturur; Merkür'ün geçişi 1/2° daha büyük ya da daha küçüktür. Buna göre önceki gibi, ABC ekliptiğin ortak kesiti ve dış merkezli çember olsun; gezegenin yörünge çemberi B merkezi etrafında, anlatıldığı şekliyle, ekliptik düzlemine eğik bir biçimde çizilsin. AD düz çizgisi Dünya'nın merkezinden, D noktasında yörünge çemberine değecek şekilde çizilsin; DF, D noktasından itibaren CBE'ye, DG ise ekliptiğin esas düzlemine dik olarak çizilsin; buna BD, FG ve AG eklensin. Dahası DAG açısının, dört dik açı 360°yi verirken, 2°30′ olduğu düşünülsün; zaten bu da her bir gezegen için ortaya konan enlemdeki farkın yarısıdır.



Problemimiz, düzlemler arasındaki eğiklik açısının, yani DFG açısının büyüklüğünü bulmaktır. Buna göre Venüs gezegeniyle ilgili olarak da gösterildiği gibi yerötedeki büyük olan mesafe, yarıçap 7193 birimken, 10.208 birim; yerberideki küçük olan mesafe 9792 birim; Ptolemaeus'un bu gösterimde kullanmayı tercih ettiği gibi ortalama mesafe ise 10.000 birimdir: Ptolemaeus'un da hesap zorluğundan, fazlalığından kaçınmak ve bir özet sunmak istediğinde yaptığı gibi, uç noktalar büyük bir fark yaratmasın diye ortalama oranı kullanmak daha iyidir. Buna göre AB'nin BD'ye oranı 10.000'in 7193'e oranına eşittir; ADB açısı 90°dir. O halde AD kenarı 6947 birimdir. Yine, DAG açısı 2°30′ya; AGD açısı da 90°ye eşit olduğundan AGD üçgeninin açıları bulunmuş olur; DG kenarı da, AD 6947 birimken, 303 birimdir. Böylece DF ve DG kenarları bulunur, DGF açısı da 90°dir; buradan hareketle DFG açısı 3°29′ olup eğim ya da eğiklik açısıdır. Fakat DAF açısının FAG açısından fazlası boylamda paralaksın neden olduğu farkı içerdiğinden fark, bu büyüklüklerin hesaplanmasıyla ölçülecek hale gelir. Buna göre AD'nin 6947 birim, DG 303 birimken DF'nin de 4997 birim olduğu gösterilmiş olur. Burada AD'nin DG'den farkı AG'yi, FD'nin DG'den farkı da GF'yi verir; buna göre AG 6940, FG 4988 birimdir. Fakat AG 10.000 birimken, FG 7187 birim, FAG açısı 45°57′; AD 10.000 birimken, DF 7193 birim, DAF açısı da yaklaşık 46°dir. Buna göre en büyük eğiklikte paralaks eşitlemesi yaklaşık 3′ eksiktir. Böylece yörünge çemberinin eğim açısının, ortalama apsitte 2°30′ olduğu açıklanmış oldu; fakat burada, üzerinde durduğumuz gibi, sallantının ilk hareketine denk gelen yaklaşık 1°lik bir artış söz konusudur ve orana eklenmiştir. Merkür için de benzer bir kanıtlama söz konusudur. Yörünge çemberinin Dünya'dan en büyük mesafesi, yörünge çemberinin yarıçapı 3573 birimken 10.948 birim, en küçük mesafesi 9052 birim, aralarındaki

ortalama mesafe ise 10.000 birimdir. Ayrıca AB'nin BD'ye oranı, 10.000'in 3573'e oranına eşittir. O halde AD kenarı 9340 birimdir; BD'nin BF'ye oranı, AB'nin AD'ye oranına eşit olduğuna göre, bu durumda DF 3337 birimdir. Enlemin açısı olan DAG 2°30′ olduğuna göre, DF 3337 birimken DG 407 birimdir. Böylece DFG üçgeninde bu iki kenarın oranı bulunmuş olur; G açısı 90°dir; buradan hareketle DFG açısı da yaklaşık 7°dir. Bu da, Merkür'ün yörünge çemberi ile ekliptik düzlemi arasındaki eğimin ya da eğikliğin açısıdır. Fakat ortalama boylamlar ya da çeyreklerle ilgili olarak eğim açısının 6°5′ olduğu gösterilmişti. O halde buna sallantı hareketiyle 45′ eklenmiştir. Eşitlemeleri ve farkları belirlemede de benzer bir yaklaşım söz konusudur; AD 9340, DF 3337 birimken, DG 407 birimdir. Buna göre AD'nin DG'den farkı, AG'yi; DF'nin DG'den farkı da FG'yi verir. O halde AG 9331, FG 3314 birim olduğundan; buradan hareketle eşitlemeye karşılık gelen GAF açısının 20°48′; eğiklikle orantılı açıdan yaklaşık 8′ fazla olan DAF açısının ise 20°56′ olduğu sonucu çıkarılır. Geriye bu eğiklik açılarının ve enlemlerin, yörünge çemberinin en büyük ve en küçük mesafesine göre gözlemden çıkarılan bu bilgilerle uyumlu olup olmadığını incelemek kalıyor. Bunun için bir kez daha aynı şekil üzerinde ve evvela Venüs'ün yörünge çemberinin en büyük mesafesi için AB'nin BD'ye oranı, 10.208'in 7193'e oranına eşit olsun. ADB açısı 90° olduğundan, DF 5102 birimdir. Fakat eğiklik açısı olan DFG'nin 3°29′ olduğu bulunmuştur; buradan hareketle AD 7238 birimken, DG kenarı 309 birimdir. Buna göre AD 10.000 birimken, DG 427 birimdir; buna bağlı olarak DAG açısının, Dünya'dan en büyük mesafede 2°27′ olduğu sonucuna varılır. Fakat en küçük mesafede yörünge çemberinin yarıçapı 7193 birimken, AB 9792 birimdir. Yarıçapa dik olan AD 6644 birimdir; benzer şekilde BD'nin DF'ye oranı, AB'nin AD'ye oranına eşit olduğun-

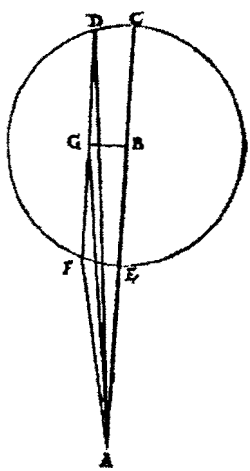
dan DF de 4883 birimdir. Fakat DFG açısı 3°28′dır; buna göre AD 6644 birimken, DG 297 birimdir. Üçgenin kenarları bulunduğuna göre, DAG açısı 2°34′dır. Fakat ne 3′ ne de 4′ bir *astrolabium* vasıtasıyla ölçülebilecek kadar büyük bir orandır; bu yüzden Venüs gezegeninin en büyük eğiklik enlemi olarak alınan değer doğrudur. Yine Merkür'ün yörünge çemberinin en büyük mesafesi alınsın; AB'nin AD'ye oranı, 10.948'in 3573'e oranına eşit olsun; en nihayetinde öncekine benzer gösterimler sayesinde AD'nin 9452 birim, DF'nin 3085 birim olduğu sonucuna ulaşırız. Fakat burada eğiklik açısı olarak DFG'nin 7° olduğunu da kaydetmiştik; bundan hareketle DF 3085 birim, DA 9452 birim ve DG 376 birimdir. DAG dik üçgeninin kenarlarının bulunmasından hareketle DAG açısı yaklaşık 2°17′dır; bu da enlemdeki en büyük uzanımdır. Fakat en küçük mesafede AB'nin BD'ye oranı, 9052'nin 3573'e oranına eşittir; o halde AD 8317 birim, DF 3283 birimdir. Aynı mantıkla AD 8317 birimken, DF'nin DG'ye oranı, 3283'ün 400'e oranına eşit olduğuna göre DAG açısı da 2°45′dır. Ortalama orana göre enlemde uzanımın 2°30′sıyla yerötedeki uzanım arasında en az 13′; ortalama uzanımla yerberideki uzanım arasında ise en fazla 15′ fark vardır. Ortalama orana göre hesaplamalarımızı yaparken, fark olarak 1/4°yi kullanacağız; zira bu, gözlenen farklardan çok büyük bir sapma içermiyor. Boylamdaki eşitlemelerin enlemdeki en büyük geçişe oranının, yörünge çemberinin geri kalan kesitindeki eşitlemelerin enlemdeki tek tek geçişlere oranıyla aynı olduğunu ve bütün bunları gösterdikten sonra, Venüs'le Merkür'ün yörünge çemberinin sapmasından kaynaklanan tüm enlemlere ait rakamları elde etmiş olacağız. Fakat söylediğimiz gibi, sadece yeröte ile yerberi arasındaki orta noktada beliren bu enlemleri hesapladık; bu enlemlerin en büyüğünün 2°30′, Venüs'e ait en büyük eşitlemenin 46°, Merkür'e ait en büyük eşitlemenin ise 22° civarın-

da olduğunu gösterdik ve düzensiz hareketler tablosunda eşitlemeleri, yörünge çemberlerinin tek tek kesitlerinin karşısına koyduk. Buna göre iki gezegenden her biri için daha büyük olan eşitlemelerin küçük olanlardan fazlalığıyla orantılı olarak 2°30′dan bir bölümü alıp onu, tüm rakamlarıyla birlikte çizdiğimiz aşağıdaki tabloda göstereceğiz. Böylece ortalama çeyrekler ve ortalama boylamlarla ilgili yükselimlerin enlemlerini ortaya koyduğumuz gibi, Dünya en yüksek ve en alçak apsidindeyken, mevcut eğikliklerin tek tek bütün enlemlerini elde etmiş olacağız. Bu dört sınır arasında beliren enlemler, matematiğin incelikli sanatı ve öne sürülen hipotezin yardımıyla fazla emek sarf etmeden ortaya konabilir. Ptolemaeus elinden geldiğince kısa bir şekilde anlatmaya çalışarak bu enlem görünümlerinin her birini bir bütün olarak görmüş ve bütün artışlarla azalışların, tıpkı Ay enleminde olduğu gibi bir birlik içinde, orantılı olarak gerçekleştiğini düşünmüştü: Bunun için en büyük enlemleri 5° olduğundan ve bu, 60'ın 1/12'sine denk geldiğinden enlemi 12 parçaya bölmüştü. Aşağıda daha da açıklığa kavuşturulacağı gibi, bu orantılı dakikaların sadece bu iki gezegen için değil, aynı zamanda yüksekte bulunan üç gezegen için de geçerli olduğu kanaatine erişmişti.

8. Eskilerin Sapma Dediği, Merkür ve Venüs Enleminin Üçüncü Görünüşü Üzerine

Bütün bunlar aktarıldıktan sonra, sıra sapma denen enlemdeki üçüncü hareket üzerinde durmaya geldi. Dünya'yı evrenin merkezine yerleştiren eskiler, önceden de söylediğimiz gibi, özellikle dış tekerleme eğrisi yerötede ya da yerberideyken beliren ve Venüs için her daim kuzeye doğru 1/6°, Merkür içinse güneye doğru 3/4° olan sapmanın, bir dış tekerleme eğrisi içeren ve Dünya'nın merkezi etrafında dönen bir dış merkezli çemberin eğiminden kaynaklandığına inanı-

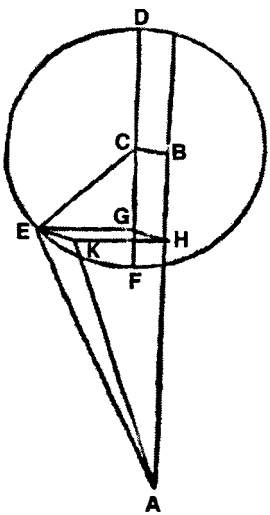
yordu. Buna karşılık yörünge çemberlerine ait eğimin eşit ve her daim aynı olduğunu düşünüp düşünmedikleri tam belli değildir; kullandıkları rakamlar, orantılı dakikaların 1/6'sının Venüs'ün, 3/4'ünün ise Merkür'ün sapması olarak alındığını gösteriyor. Temel olarak aldıkları dakikalara ait oranın gerektirdiği gibi, eğim açısı her daim aynı kalmadıkça bu durum geçerli değildir. Buna karşılık açı aynı kalırsa; optikte olduğu gibi bir ışık kırılmasıyla meydana geldiğini söylemediğiniz sürece, gezegenlerin ortak kesitten aynı enleme nasıl ansızın geri sıçradığını anlamanız da mümkün olmayacaktır. Fakat biz burada birden değil de doğası gereğince zaman içinde ölçülen hareket üzerinde duruyoruz. Buna göre açıkladığımız böylesi bir sallantının, dairenin parçalarının ziyadesiyle farklı yönlerde hareket etmesini sağladığını bilmeliyiz. Bu durum kaçınılmaz olarak rakamların Merkür için 1/5° farklı olmasını gerektiriyor.



Hipotezimize uygun olarak bu enlem değişkense ve tümüyle basit yapılı olmasa da görünüşte bir hata da ortaya çıkarmıyorsa, bütün farklar için de görülebileceği gibi duru-

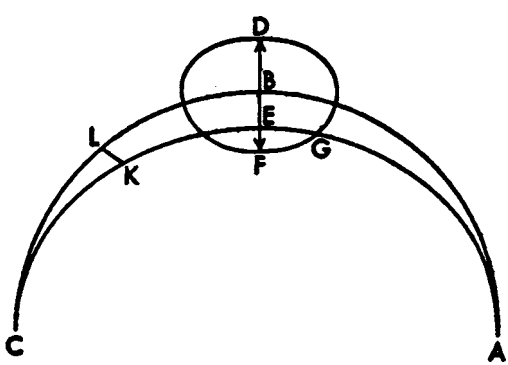
mun aşağıdaki gibi olması pek şaşırtıcı olmamalıdır: Ekliptiğe dik bir düzlemde ABC, iki düzlemin ortak kesiti olsun; ortak kesitte A, Dünya'nın merkezi; eğik çemberin kutuplarından geçen B, Dünya'dan en büyük ve en küçük mesafede, CDF çemberinin merkezi olsun. Yörünge çemberinin merkezi yerötede ya da yerberideyken, yani AB çizgisindeyken; yörünge çemberine paralel çizilen çembere uygun olarak en büyük sapma gezegenin bulunduğu yerde olur; DF, yörünge çemberinin çapı olan CBE'ye paralel çizilen çaptır. DF ve CBE, CDF düzlemine dik çizilen düzlemlerin ortak kesiti olarak alınır. Bu durumda DF, paralel çemberin merkezi olacak G noktasında ikiye bölünsün; buna, BG, AG, AD ve AF de eklensin. Venüs'ün en büyük sapmasında olduğu gibi BAG açısının 10′ olduğunu kabul edelim. Buna göre ABG üçgeninde B açısı 90° olur ve kenarların oranını da elde ederiz: AB'nin BG'ye oranı, 10.000'in 29'a oranına eşittir. Fakat ABC çizgisi 17.193 birime eşitken geri kalan AE çizgisi 2807 birim; CD'nin iki katını ayıran kirişin yarısı da EF'nin iki katını ayıran kirişin yarısına, yani BG'ye eşittir. Buna göre CAD açısı 6′, EAF açısı yaklaşık 15′dır. O halde BAG açısının CAD açısından farkı 4′, EAF açısının BAG açısından farkı ise 5′dır; bu farklar küçüklüklerinden ötürü göz ardı edilebilir. O halde Dünya yerötede ya da yerberide konumlandırıldığında, Venüs'ün görünen sapması, bulunduğu yörüngenin herhangi bir noktasında üç aşağı beş yukarı 10′ civarında olacaktır. Fakat Merkür söz konusu olduğunda, BAG açısı 45′ ve AB'nin BG'ye oranı, 10.000'in 131'e oranına eşit, ABC 13.573 birim ve çıkarmayla AE 6827 birimken; CAD açısı 33′, EAF açısı ise yaklaşık 70′dır. Buna göre CAD açısının 12′lık eksikliği, EAF açısının ise 15′lık fazlalığı vardır. Fakat bu farklar, Merkür görüş açımıza girmeden, Güneş ışıklarıyla neredeyse ortadan kaybolur; bu nedenle eskiler sadece gezegenin görünüşü ve basit sapması üzerinde durmuştur. Fakat biri gezegen Güneş'in ışık-

ları altında saklandığında geçişlerinin kesin oranını en az çabayla incelemek ister diye, aşağıda bunun nasıl olacağını göstereceğiz. Örnek olarak Merkür'ü alacağız; zira o Venüs'ten daha dikkate değer bir sapma sunmaktadır. Bunun için A'daki Dünya, gezegenin yörünge çemberine ait yerötede ya da yerberideyken AB, gezegenin yörünge çemberinin ve ekliptiğin ortak kesitindeki düz çizgi olsun.



Buna göre eğiklikle ilgili olarak yaptığımız gibi, en büyük ve en küçük mesafe arasındaki orta mesafe olarak AB'yi aynı şekilde 10.000 birim alalım. Buna göre CB mesafesinde dış merkezli yörünge çemberine paralel olan DEF çemberi C merkezi etrafında çizilsin; gezegen bu paralel çemberde, bu andaki en büyük sapmasındaymış gibi anlaşılır. Kaçınılmaz olarak AB'ye paralel olan DCF bu çemberin çapı olsun; DCF ve AB aynı düzlemde gezegenin yörünge çemberine dik olsun. Buna göre gezegenin sapmasını araştırırken kullanacağımız EF yayı 45° olsun. EG, CF'ye; EK ve GH yörünge çemberinin esas düzlemine dik olarak çizilsin. Dik paralelkenar HK, AE, AK ve EC'nin eklenme-

siyle tamamlansın. Buna göre Merkür'ün en büyük sapmasında, AB 10.000 birimken, BC 131 birimdir. CE 3573 birim olup EGC dik üçgeninin açıları bulunmuş olur; buradan hareketle EG kenarı, KH kenarına, o da 2526 birime eşittir. BH, EG'ye, o da CG'ye eşit olduğundan AH, BA'nın BH'den farkına, yani 7474 birime eşittir. Bu durumda AHK üçgeninde H açısı 90° olup H açısını oluşturan kenarlar da bulunur: AK kenarı 7889 birimdir. Buna karşılık KE kenarı, CB kenarına, o da GH kenarına, yani 131 birime eşittir. Buna göre AKE üçgeninde K dik açısını oluşturan iki kenar, yani AK ve KE kenarları bulununca; önerilen EF yayıyla aradığımız sapmaya karşılık gelen ve gözlenen açıdan çok az farklı olan KAE açısı da bulunur. Benzer yaklaşımı Venüs ve diğer gezegenler için de sergileyeceğiz ve bulgularımızı ilişikteki tabloya işleyeceğiz. Bu açıklama yapıldıktan sonra, bu sınırlar arasındaki sapmalara denk gelen orantılı dakikaları inceleyeceğiz. Buna göre ABC, Venüs ya da Merkür'ün dış merkezli yörünge çemberi; A ve C enlemdeki bu hareketin düğümleri; B ise en büyük sapma sınırı olsun. B merkezi ve içinden geçen DBF çapıyla birlikte DFG küçük çemberi çizilsin; sapma hareketinin sallantısı, çap boyunca gerçekleşir.



Öyle ki Dünya gezegenin dış merkezli yörünge çemberinin yerötesinde ya da yerberisindeyken gezegenin kendisi en büyük sapmasında, yani bu anda gezegeni taşıyan çemberin küçük çembere dokunduğu F noktasındadır. Buna göre Dünya bir noktada gezegenin dış merkezli çemberinin yerötesinden ya da yerberisinden kaldırılsın; bu harekete uygun olarak benzer FG yayı küçük çember üzerinde alınsın. Gezegeni taşıyan, ayrıca küçük çemberi ve E noktasında DF çapını kesecek olan AGC çemberi çizilsin; gezegenin bu çemberde, yani hipoteze göre FG yayına benzer olan EK yayıyla uyumlu olarak K noktasında bulunduğu kabul edilsin; KL, ABC çizgisine dik olarak çizilsin. Burada problemimiz FG, EK ve BE sayesinde KL'nin büyüklüğünü, yani gezegenin ABC çemberinden mesafesini bulmaktır. Bunun için FG yayı sayesinde EG yayı, dairesel ya da dışbükey çizgiden neredeyse hiç farklı olmayan bir düz çizgi olarak; benzer şekilde EF birim olarak, ayrıca BF ile birlikte kalan BE de bulunacaktır. Buna göre BF'nin BE'ye oranı, CE'nin iki katını ayıran kirişin CK'nin iki katını ayıran kirişe oranına, o da BE'nin KL'ye oranına eşittir. Buna uygun olarak BF'yi ve CE çemberinin yarıçapını aynı, yani 60 olarak düşünürsek; bunlardan BE'yi elde edeceğimiz sayıyı buluruz. Bu sayıyı kendisiyle çarpıp çıkan sonucu 60'a bölersek EK yayıyla orantılı dakikaları, yani KL'yi elde eder ve bu sayıları yine aşağıdaki tablonun beşinci, yani sonuncu sütununa ekleriz.

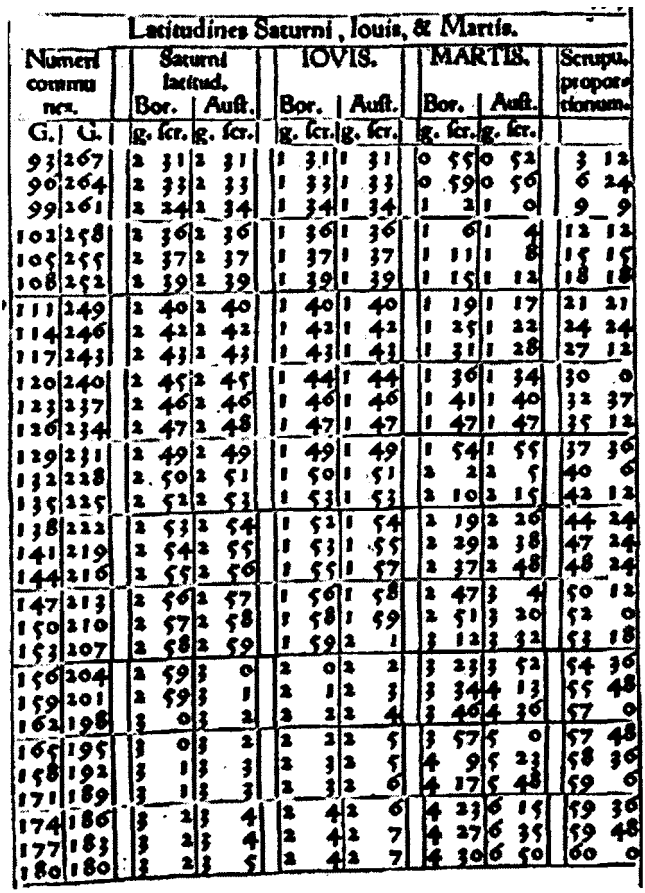
9. Beş Gezici Yıldızın Enlemlerinin Hesaplanması Üzerine

Şimdi bu tablolar sayesinde beş gezici yıldızın enlemlerini hesaplama yöntemi söz konusudur. Satürn, Jüpiter ve Mars için, genel sayılardan dış merkezli çemberin farklı ya da düzeltilmiş ayrıklığını alacağız: Mars için neyse onu; Jüpiter için 20° çıkarılmış, Satürn içinse 50° eklenmiş halini kullanacağız. Son sütunda bulunan orantılı dakikalarla

Latitudines Saturni, Iouis, & Martis.

NVMEri communes.		SATVRNI latitud.				IOVIS.				MARTIS.				Scrupu. proportionum.	
		Bor.		Auſt.		Bor.		Auſt.		Bor.		Auſt.			
G.	G.	g.	ſcr.	g.	ſcr.	g.	ſcr.	g.	ſcr.	g.	ſcr.	g.	ſcr.		
3	357	2	3	2	2	1	6	1	5	0	6	0	5	59	48
6	354	2	4	2	2	1	7	1	5	0	7	0	5	59	36
9	351	2	4	2	3	1	7	1	5	0	9	0	6	59	0
12	348	2	5	2	3	1	8	1	6	0	9	0	6	58	30
15	345	2	5	2	3	1	8	1	6	0	10	0	8	57	48
18	342	2	6	2	3	1	8	1	6	0	11	0	8	57	0
21	339	2	6	2	4	1	9	1	7	0	12	0	9	56	48
24	336	2	7	2	4	1	9	1	7	0	13	0	9	54	30
27	333	2	8	2	5	1	10	1	8	0	14	0	10	53	18
30	330	2	8	2	5	1	10	1	8	0	14	0	11	52	0
33	327	2	9	2	6	1	11	1	9	0	15	0	11	50	12
36	324	2	10	2	7	1	11	1	9	0	16	0	12	48	24
39	321	2	10	2	7	1	12	1	10	0	17	0	12	46	24
42	318	2	11	2	8	1	12	1	10	0	18	0	13	44	24
45	315	2	11	2	9	1	13	1	11	0	19	0	15	42	12
48	312	2	12	2	10	1	13	1	11	0	20	0	16	40	0
51	309	2	13	2	11	1	14	1	12	0	22	0	18	37	36
54	306	2	14	2	12	1	14	1	13	0	23	0	20	35	12
57	303	2	15	2	13	1	15	1	14	0	25	0	22	32	36
60	300	2	16	2	15	1	16	1	16	0	27	0	24	30	0
63	297	2	17	2	16	1	17	1	17	0	29	0	25	27	12
66	294	2	18	2	18	1	18	1	18	0	31	0	27	24	24
69	291	2	20	2	19	1	19	1	19	0	33	0	29	21	24
72	288	2	21	2	21	1	21	1	21	0	35	0	31	18	24
75	285	2	22	2	22	1	22	1	22	0	37	0	34	15	24
78	282	2	24	2	24	1	24	1	24	0	40	0	37	12	24
81	279	2	25	2	26	1	25	1	25	0	42	0	39	9	24
84	276	2	27	2	27	1	27	1	27	0	45	0	42	6	24
87	273	2	28	2	28	1	28	1	28	0	48	0	45	3	12
90	270	2	30	2	30	1	30	1	30	0	51	0	49	0	0

Latitudines Saturni, Iovis et Martis: Satürn'ün, Jüpiter'in ve Mars'ın enlemleri
NVMEri communes: Genel sayılar
SATVRNI latitud.: Satürn enlemi
IOVIS.: Jüpiter'in
MARTIS.: Mars'ın
Scrupu. proportionum: Orantılı dakikalar
Bor.: Kuzey
Aust.: Güney
G.: Derece
scr.: Dakika



Latitudines Saturni, Iouis, & Martis.

Numeri communes.		Saturni latitud. Bor.		Saturni latitud. Auſt.		IOVIS. Bor.		IOVIS. Auſt.		MARTIS. Bor.		MARTIS. Auſt.		Scrupu. proportionum.
G.	G.	g.	ſcr.	g.	ſcr.	g.	ſcr.	g.	ſcr.	g.	ſcr.	g.	ſcr.	
93	267	2	31	2	31	1	31	1	31	0	55	0	52	3 12
90	264	2	33	2	33	1	33	1	33	0	59	0	56	6 24
99	261	2	24	2	34	1	34	1	34	1	2	1	0	9 9
102	258	2	36	2	36	1	36	1	36	1	6	1	4	12 12
105	255	2	37	2	37	1	37	1	37	1	11	1	8	15 15
108	252	2	39	2	39	1	39	1	39	1	15	1	12	18 18
111	249	2	40	2	40	1	40	1	40	1	19	1	17	21 21
114	246	2	42	2	42	1	42	1	42	1	25	1	22	24 24
117	243	2	43	2	43	1	43	1	43	1	31	1	28	27 12
120	240	2	45	2	45	1	44	1	44	1	36	1	34	30 0
123	237	2	46	2	46	1	46	1	46	1	41	1	40	32 37
126	234	2	47	2	48	1	47	1	47	1	47	1	47	35 12
129	231	2	49	2	49	1	49	1	49	1	54	1	55	37 36
132	228	2	50	2	51	1	50	1	51	2	2	2	5	40 6
135	225	2	52	2	53	1	53	1	53	2	10	2	15	42 12
138	222	2	53	2	54	1	52	1	54	2	19	2	26	44 24
141	219	2	54	2	55	1	53	1	55	2	29	2	38	47 24
144	216	2	55	2	56	1	55	1	57	2	37	2	48	48 24
147	213	2	56	2	57	1	56	1	58	2	47	3	4	50 12
150	210	2	57	2	58	1	58	1	59	2	51	3	20	52 0
153	207	2	58	2	59	1	59	2	1	3	12	3	32	53 18
156	204	2	59	3	0	2	0	2	2	3	23	3	52	54 36
159	201	2	59	3	1	2	1	2	3	3	34	4	13	55 48
162	198	3	0	3	2	2	2	2	4	3	46	4	36	57 0
165	195	3	0	3	2	2	2	2	5	3	57	5	0	57 48
168	192	3	1	3	3	2	3	2	5	4	9	5	23	58 36
171	189	3	1	3	3	2	3	2	6	4	17	5	48	59 6
174	186	3	2	3	4	2	4	2	6	4	23	6	15	59 36
177	183	3	2	3	4	2	4	2	7	4	27	6	35	59 48
180	180	3	2	3	5	2	4	2	7	4	30	6	50	60 0

Latitudines Saturni, Iovis et Martis: Satürn'ün, Jüpiter'in ve Mars'ın enlemleri
Numeri communes: Genel sayılar
Saturni latitud.: Satürn enlemi
IOVIS.: Jüpiter'in
MARTIS.: Mars'ın
Scrupu. proportionum: Orantılı dakikalar
Bor.: Kuzey
Aust.: Güney
G.: Derece
scr.: Dakika

Latitudines Veneris & Mercurij.

NVMEri communes.		VENERIS Decli.		VENERIS Obliq.		MERCVRI Declit.		MERCVRI Obliq.		Veneris declinatio		Mercurij declinatio		Scrupu. proportionem.	
G.	G.	g.	scr.	g.	scr.	g.	scr.	g.	scr.	g.	scr.	g.	scr.		
3	357	1	2	0	4	0	7	1	45	0	5	0	33	59	36
6	354	1	2	0	8	0	7	1	45	0	11	0	33	59	12
9	351	1	1	0	12	0	7	1	45	0	16	0	33	58	25
12	348	1	1	0	16	0	7	1	44	0	22	0	33	57	14
15	345	1	0	0	21	0	7	1	44	0	27	0	33	55	41
18	342	1	0	0	25	0	7	1	43	0	33	0	33	54	9
21	339	0	59	0	29	0	7	1	42	0	38	0	33	52	12
24	336	0	59	0	33	0	7	1	40	0	44	0	34	49	43
27	333	0	58	0	37	0	7	1	38	0	49	0	34	47	21
30	330	0	57	0	41	0	8	1	36	0	55	0	34	45	4
33	327	0	56	0	45	0	8	1	34	1	0	0	34	42	0
36	324	0	55	0	49	0	8	1	30	1	6	0	34	39	15
39	321	0	53	0	53	0	8	1	27	1	11	0	35	35	53
42	318	0	51	0	57	0	8	1	23	1	16	0	35	32	51
45	315	0	49	1	1	0	8	1	19	1	21	0	35	29	41
48	312	0	46	1	5	0	8	1	15	1	26	0	36	26	40
51	309	0	44	1	9	0	8	1	11	1	31	0	36	23	34
54	306	0	41	1	13	0	8	1	8	1	35	0	36	20	39
57	303	0	38	1	17	0	8	1	4	1	40	0	37	17	40
60	300	0	35	1	20	0	8	0	59	1	44	0	38	15	0
63	297	0	32	1	24	0	8	0	54	1	48	0	38	12	20
66	294	0	29	1	28	0	9	0	49	1	52	0	39	9	55
69	291	0	26	1	32	0	9	0	44	1	56	0	39	7	38
72	288	0	23	1	35	0	9	0	38	2	0	0	40	5	39
75	285	0	20	1	38	0	9	0	32	2	3	0	41	3	57
78	282	0	16	1	42	0	9	0	26	2	7	0	42	2	34
81	279	0	12	1	46	0	9	0	21	2	10	0	42	1	28
84	276	0	8	1	50	0	10	0	16	2	14	0	43	0	40
87	273	0	4	1	54	0	10	0	8	2	17	0	44	0	10
90	270	0	0	1	57	0	10	0	0	2	20	0	45	0	0

Latitudines Saturni, Iovis et Martis: Satürn'ün, Jüpiter'in ve Mars'ın enlemleri
NVMEri communes: Genel sayılar
SATVRNI latitud.: Satürn enlemi
IOVIS.: Jüpiter'in
MARTIS.: Mars'ın
Scrupu. proportionum: Orantılı dakikalar
Bor.: Kuzey
Aust.: Güney
G.: Derece
scr.: Dakika

Latitudines, Veneris & Mercurij.

Numeri communes.		VENERIS Declif.		Obliq.		MERCVRII Declif.		Obliq.		Veneris deviatio		Mercur. deviatio		Scrupu. propor. deviat.
G.	G.	g.	scr.	g.	scr.	g.	scr.	g.	scr.	g.	scr.	g.	scr.	
93	267	0	5	2	0	0	10	0	8	2	23	0	45	0 10
96	264	0	10	2	3	0	10	0	15	2	25	0	46	0 40
99	261	0	15	2	6	0	10	0	23	2	27	0	47	1 28
102	258	0	20	2	9	0	11	0	31	2	28	0	48	2 34
105	255	0	26	2	12	0	11	0	40	2	29	0	48	3 57
108	252	0	32	2	15	0	11	0	48	2	29	0	49	5 39
111	249	0	38	2	17	0	11	0	57	2	30	0	50	7 38
114	246	0	44	2	20	0	11	1	6	2	30	0	51	9 55
117	243	0	50	2	22	0	11	1	16	2	30	0	51	12 20
120	240	0	59	2	24	0	12	1	25	2	29	0	52	15 0
123	237	1	8	2	26	0	12	1	35	2	28	0	53	17 40
126	234	1	18	2	27	0	12	1	45	2	26	0	54	20 39
129	231	1	28	2	29	0	12	1	55	2	23	0	55	23 34
132	228	1	38	2	30	0	12	2	6	2	20	0	56	26 40
135	225	1	48	2	30	0	13	2	16	2	16	0	57	29 41
138	222	1	59	2	30	0	13	2	27	2	11	0	57	32 51
141	219	2	11	2	29	0	13	2	37	2	6	0	58	35 53
144	216	2	25	2	28	0	13	2	47	2	0	0	59	39 25
147	213	2	43	2	26	0	13	2	57	1	53	1	0	42 0
150	210	3	3	2	22	0	13	3	7	1	46	1	1	45 4
153	207	3	23	2	18	0	13	3	17	1	38	1	2	47 21
156	204	3	44	2	12	0	14	3	26	1	29	1	3	49 45
159	201	4	5	2	4	0	14	3	34	1	20	1	4	52 12
162	198	4	26	1	55	0	14	3	42	1	10	1	5	54 9
165	195	4	49	1	42	0	14	3	48	0	59	1	6	55 41
168	192	5	13	1	27	0	14	3	54	0	48	1	7	57 14
171	189	5	36	1	9	0	14	3	58	0	36	1	7	58 25
174	186	5	52	0	48	0	14	4	2	0	24	1	8	59 12
177	183	6	7	0	25	0	14	4	4	0	12	1	9	59 36
180	180	6	22	0	0	0	14	4	5	0	0	1	10	60 0

Latitudines, Veneris & Mercurii: Venüs ve Merkür enlemleri
Numeri communes: Genel sayılar
VENERIS.: VENÜS'ÜN
MERCVRII.: MERKÜR'ÜN
Veneris deviatio: Venüs sapması
Mercur. deviatio: Merkür sapması
Scrupu. propor. deviat.: Orantılı dakikalar sapması
G.: Derece
scr.: Dakika

60'lık bölümde ortaya çıkan sayıları alacağız. Benzer şekilde paralaksın düzeltilmiş ayrıklığıyla her gezegenin enleme karşılık gelen kendi sayısını saptayacağız: İlk ve kuzey enlemi, orantılı dakikalar sütunun ilk yarısındaysa, yani dış merkezli çemberin ayrıklığı 90°den küçükse ya da 270°den büyükse; ikinci ve güney enlemi, orantılı dakikalar sütunun ikinci yarısındaysa, yani dış merkezli çemberin ayrıklığı, tabloya da girildiği gibi, 90°den büyükse ya da 270°den küçükse. Buna göre bu enlemlerden birini 60'ya uyarlarsak, sonuç düşünülen çemberlerin türüne göre ekliptiğin kuzey ya da güney mesafesi olacaktır. Fakat Venüs ve Merkür'le ilgili olarak evvela farklı paralaks ayrıklığı sayesinde uzanımın, eğikliğin ve sapmanın beliren ve tek tek açıklanan üç enlemi elde edilmelidir; Merkür için sapmanın 1/10'u çıkarılmazsa, dış merkezli çemberin ayrıklığı ve ona denk gelen sayı tablonun ilk sütununda bulunursa ya da aynı oran eklenirse, ikinci sütunda bunlardan kalan ya da bunların toplamı gözler önüne serilmiş olur. Bu enlemlerin isimlerinin kuzey mi yoksa güney mi olacağı da belirlenmeli. Paralaksın düzeltilmiş ayrıklığı yeröteye ait yarım çemberdeyse, yani 90°den küçükse ya da 270°den büyükse ve dış merkezli çemberin ayrıklığı da bir yarım çemberden küçükse; yine paralaks ayrıklığı yerberi yayındaysa, yani 90°den büyük, 270°den küçükse ve dış merkezli çemberin ayrıklığı yarım çemberden büyükse Venüs'ün yükselimi kuzey, Merkür'ünki güney olacaktır. Fakat paralaks ayrıklığı yerberi yayındaysa ve dış merkezli çemberin ayrıklığı bir yarım çemberden küçükse ya da paralaks ayrıklığı yeröte yayındaysa ve dış merkezli çemberin ayrıklığı bir yarım çemberden büyükse, tam ters şekilde Venüs'ün yükselimi güney, Merkür'ünki kuzey olacaktır. Fakat eğiklik söz konusu olduğunda, paralaks ayrıklığı bir yarım çemberden küçükse ve dış merkezli çemberin ayrıklığı yeröteye aitse ya da paralaks ayrıklığı bir yarım daireden büyükse ve dış merkezli çemberin ayrık-

lığı yerberiye aitse; Venüs'ün eğikliği kuzeye doğru, Merkür'ünkiyse güneye doğru olacaktır. Fakat Venüs sapması her daim kuzeyde, Merkür sapması ise güneydedir. Dış merkezli çemberin düzeltilmiş ayrıklığına karşılık gelen orantılı dakikalar, her ne kadar yüksekteki üç gezegene atfedilseler de, beş gezegen için de ortak olacak şekilde alınmalıdır. Bunlar eğikliğe ve ardından sapmaya da uygulanır. Daha sonra dış merkezli çemberin aynı ayrıklığına 90°yi eklediğimizde bir kez daha toplamı elde eder, ona karşılık gelen ortak orantılı dakikaları bularak bunları uzanım enlemine uygularız. Bütün bunlar bu şekilde ortaya konduktan sonra, aktarılan üç enlemden her birini orantılı dakikalara ayarlarız; sonuç, konum ve zaman için düzeltilmiş enlem olur; böylece sonunda iki gezegene ait üç enlemin toplamını elde ederiz. Bütün enlemler tek bir ölçüye aitse, bir araya getirilir; değilse, aynı ölçüye sahip iki tanesi toplanır; buna göre toplamın onlardan farklı üçüncü enlemden daha büyük ya da daha küçük olmasına göre bir çıkarma işlemi gerçekleşir; kalan da aranan büyük enlem olur.

Altıncı ve sonuncu kitabın sonu.

Kaynakça

ARISTOTELES, *Gökyüzü Üzerine*, Çev. S. Babür, Dost Kitabevi Yayınları, Ankara 1997.

BARNES, J. – BRUNSCHWIG, J. – BURNYEAT, M. – SCHOFIELD, M. (ed.), *Science and Speculation: Studies in Hellenistic Theory and Practice*, Cambridge University Press, 2005.

BRINKMAN, J. A., *A Political History of Post-Kassite Babylonia, 1158-722 B.C,* Pontificium Institutum Biblicum, 1968.

BURDER, S., *Oriental Customs: An Illustration of the Sacred Scriptures by an Explanatory Application of the Customs and Manners of the Eastern Nations*, Vol. II, Fourth Edition, Longman Publications, London 1812.

BURKERT, W., *Lore and Science in Ancient Pythagoreanism*, (trans. E. L. Minar), Harvard University Press, 1972.

BURNET, J., *Greek Philosophy - Thales to Plato*, Read Books, 2008.

BURTT, E. A., *The Metaphysical Foundations of Modern Science*, Courier Dover Publications, 2003.

CHEJNE, A. G., *Historia de España Musulmana*, Guida Editori, 1980.

CLAGETT, P., *Greek Science in Antiquity*, Courier Dover Publications, 2001.

CLARCK, N. G., *The Western Esoteric Traditions: A Historical Introduction*, Oxford University Press US, 2008.

COHEN, I. B., *The Newtonian Revolution*, Cambridge University Press, 1983.

COPERNICUS, N., *On the Revolutions of Heavenly Spheres*, (trans. C. G. Wallis), Prometheus Books, New York 1995.

CROWE, M. J., *Theories of the World From Antiquity to the Copernican Revolution: Second Revised Edition*, Courier Dover Publications, 2001.

DINGLE, H., *The Scientific Adventure: Essays in the History and Philosophy of Science*, Ayer Publishing, 1970.

DREYER, J. L. E., *History of the Planetary Systems from Thales to Kepler*, Cosimo, Inc., 2007.

EISENSTEIN, E. L., *The Printing Press as an Agent of Change: Communications and Cultural Transformations in Early Modern Europe*, Cambridge University Press, 1979.

EVANS, J., *The History and Practice of Ancient Astronomy*, Oxford University Press US, 1998.

GINGERICH, O., *Kopernik'in Unutulmuş Kitabı*, Çev. E. Erbatur, Goa Yayınları, İstanbul 2006.

GLICK, T. - LIVESEY, S. J. – WALLIS, F. (ed.), *Medieval Science, Technology, and Medicine: An Encyclopedia*, Routledge, 2005.

GRAFTON, A., *Defenders of the Text: The Traditions of Scholarship in an Age of Science, 1450-1800*, Harvard University Press, 1991.

GRAFTON, A., *Joseph Scaliger: A Study in the History of Classical Scholarship*, Oxford University Press, 1993.

GRANT, E., *A Source Book in Medieval Science*, Harvard University Press, 1974.

GUTHRIE, W. K. C., *A History of Greek Philosophy, vol. I, The Earlier Presocratics and the Pythagoreans*, Cambridge University Press, 1979.

HEATH, T. L., *A History of Greek Mathematics: From Aristarchus to Diophantus, Vol. II.*, Courier Dover Publications, New York 1981.

HETHERINGTON, N. S., *Planetary Motions: A Historical Perspective*, Greenwood Publishing Group, 2006.

HUMBOLDT, A. V., *Kosmos: A General Survey of The Physical Phenomena of the Universe*, (trans. Augustin Prichard), Hippolyte Bailliere Publisher, London 1848.

JOANNIS KEPLERI ASTRONOMI OPERA OMNIA, (trans. & ed. C. Frisch), volumen I., Heyder & Zimmer, 1858.

KAHN, C. H., *Pythagoras and the Pythagoreans: A Brief History*, Hackett Publishing, 2001.

KIZILIRMAK, A., *Astronomi Dersleri: Cilt I. Küresel Astronomi ve Gök Mekaniği*, Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi No.11, Ege Üniv. Matbaası, İzmir 1964.

KIZILIRMAK, A., *Gökbilim Terimleri Sözlüğü*, Türk Dil Kurumu, 1969.

KNOX, D., "Ficino And Copernicus", *Marsilio Ficino: His Theology, His Philosophy, His Legacy* (ed. M. J. B. Allen - V. Rees - M. Davies), Brill Publications, 2002.

KOYRE, A., *Bilim Tarihi Yazıları*, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, Çev. K. Dinçer, 8. Basım 2008.

KUHN, T. S., *Kopernik Devrimi: Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezegen Astronomisi*, Çev. H. Turan – D. Bayrak – S. K. Çelik, İmge Kitabevi, 1. Baskı 2007.

LEWIS, G. C., *An Historical Survey of the Astronomy of the Ancients*, Parker, Son, and Bourn Publications, 1862.

LINDBERG, D. C. – WESTMAN, R. S., *Reappraisals of the Scientific Revolution*, Cambridge University Press, 1990.

MATTELART, A., *Gezegensel Ütopya Tarihi: Kehanetsel Kentten Küresel Topluma*, Çev. Ş. Çiltaş, Ayrıntı Yay., İstanbul 2005.

MOSLEY, A., *Bearing the Heavens: Tycho Brahe and the Astronomical Community of the Late Sixteenth Century*, Cambridge University Press, 2007.

NADDAF, G., *The Greek Concept of Nature*, Suny Press, 2005.

NEWMAN, J. R., *The World of Mathematics, vol I: Parts I-IV*, Courier Dover Publications, 2000.

OBERMAN, H. A., *The Dawn of the Reformation: Essays in Late Medieval and Early Reformation Though*, Wm. B. Eerdmans Publishing, 1992.

O'BRIEN, D., *Empedocles' Cosmic Cycle: A Reconstruction From the Fragments And Secondary Sources*, Cambridge University Press, 1969.

PULTAR, M., *Yıldız Adları Sözlüğü*, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 1. Baskı, İstanbul 2007.

ROSEN, E., *Copernicus and His Successors*, (ed. E. Hilfstein), Continuum International Publishing Group, 1995.

ROSEN, E., "The Authentic Title of Copernicus's Major Work", Journal of the History of Ideas, Vol. 4, No. 4 (Oct. 1943), s. 457-474, University of Pennsylvania Press.

ROSEN, E., *Three Copernican Treatises: The Commentariolus of Copernicus, The Letter Against Werner, The Narratio Prima of Rheticus*, Courier Dover Publications, 2004.

ROSEN, E., "Was Copernicus' Revolutions Approved by the Pope?", Journal of the History of Ideas, Vol. 36, No. 3 (Jul. - Sep., 1975), s. 531-542, University of Pennsylvania Press.

RUSSELL, B., *History of Western Philosophy*, Routledge Publications, London & New York 2004.

SCHMITT, C. M., *Cicero Scepticus: A Study of the Influence of the Academica in the Renaissance*, Springer Publications, 1972.

SMITH, W., *A Dictionary of Greek and Roman Biography and Mythology*, Vol. II., Little Brown, And Company Publish, Boston 1867.

SMITH, W., *A New Classical Dictionary of Greek and Roman Biography, Mythology, and Geography*, (Rev. C. Anthon), Harper & Brothers Publishers, New York 1851.

TAYLOR, C. C. W., *Oxford Studies in Ancient Philosophy: Volume XVI*, 1998, Oxford University Press, 1999.

TAYLOR, C. C. W., *The Atomists, Leucippus and Democritus: Fragments: A Text and Translation with a Commentary*, University of Toronto Press, 1999.

THORNDIKE, L., *History of Magic and Experimental Science*, Columbia University Press, New York and London, 2003.

TUPLIN, C. J. – RIHLL, T. E., *Science and Mathematics in Ancient Greek Culture*, Oxford University Press, 2002.

WRIGHT, M. R., *Cosmology in Antiquity*, Routledge, 1995.

YATES, F. A., *Giordano Bruno and the Hermetic Tradition*, Taylor & Francis, 1999.

YOUNG, T., *A Course of Lectures on Natural Philosophy and the Mechanical Arts*, Taylor and Walton Press, London 1845.

Nicolaus Copernicus (1473-1543), Polonya'da Torun'da doğdu. Teolojinin yanı sıra matematik ve astronomi ile ilgilendi. Bir süre İtalya'da tanınmış gökbilimcilerden ders aldı, Domenico Maria Novara da Ferrara ile çalıştı. Aristoteles'in ortaçağa egemen olan Evren ve Dünya görüşünün tersini savundu. En önemli eseri Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine *1543 yılında yayımlandı. Ptolemaeus'un Dünya merkezli modeline karşı Güneş merkezli yeni bir model sundu. Eskiçağ astronomi ve kozmoloji geleneğinin içinde yer alan Copernicus ileri sürdüğü görüşlerle modern astronominin kurucusu olarak kabul edildi.*

C. Cengiz Çevik (1983): İ.Ü. Edebiyat Fakültesi Latin Dili ve Edebiyatı bölümünden mezun oldu. Antik Roma'nın klasik Latincesi, Roma kültürü ve tarihi konularında çalışmalarını sürdürüyor. Ortaçağ ve Yeniçağ felsefecilerinden yeni Latince fragmanlar çeviriyor. Francis Bacon'ın Sermones Fideles Sive Interiora Rerum *ve* De Sapientia Veterum *adlı eserlerinin çevirileri üzerinde çalışıyor.*
Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine *ilk kez latince aslından eksiksiz olarak çevrildi.*



9 789944 888783

KDV dahil fiyatı
20 TL