

**T.C.  
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
FİZİK ANABİLİM DALI**

**GÜNEŞ SAATLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN  
Afşar KABAŞ**

**DANIŞMAN  
Prof.Dr. Osman DEMİRCAN**

**ÇANAKKALE - 2004**

**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,**

**Bu araştırma, jürimiz tarafından Fizik Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.**

**Başkan :** .....

**Üye :** .....

**Üye :** .....

**Kod No :** .....

**Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.**

**Enstitü Müdürü**

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZ</b> .....	<b>I</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>II</b>
<b>ÇİZELGELER</b> .....	<b>III</b>
<b>ŞEKİLLER</b> .....	<b>IV</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GÜNEŞ SAATLERİ</b> .....	<b>2</b>
2.1. Güneş Saatlerinin Genel Tarihçesi .....	2
2.2. Güneş Saati Tipleri .....	8
2.2.1. Yatay Kadranlı Güneş Saati .....	8
2.2.2. Güney Yönelimli Dikey Kadranlı Güneş Saati .....	9
2.2.3. Batı Yönelimli Dikey Kadranlı Güneş Saati .....	10
2.2.4. Doğu Yönelimli Dikey Kadranlı Güneş Saati .....	11
2.2.5. Kuzey Yönelimli Dikey Kadranlı Güneş Saati .....	12
2.2.6. Gelişigüzel Yönelimli Dikey Kadranlı Güneş Saati .....	12
2.2.7. Gelişigüzel Yönelimli Eğik Kadranlı Güneş Saati .....	13
2.2.8. Ekvatorial Kadranlı Güneş Saati .....	14
2.2.9. Meridyen Güneş Saati .....	14
2.2.10. Kutup Güneş Saati .....	15
2.3. Günümüzde Kullanılan Bazı Güneş Saatleri .....	16
<b>3. GÜNEŞ'E AİT EKVATORAL KOORDİNATLARIN HESABI</b> ...	<b>20</b>
3.1. 1 Ocak 2000 (12 <sup>sa</sup> UT)'den İtibaren Geçen Gün Sayısı ile Jülyen Yüzyılı Sayısı .....	20
3.2. Yıldız Zamanı Hesabı .....	20
3.3. Güneş'in Koordinatları .....	21

<b>4. GÜNEŞ'İN GÖRÜNEN HAREKETİ .....</b>	<b>23</b>
<b>5. BELLİ TIPTEN DÜZLEM KADRANLI BİR GÜNEŞ SAATİ ..</b>	<b>25</b>
5.1. Gölge Doğrultusu .....	26
5.2. Gölge Boyu .....	28
<b>6. ÇÖZÜMLER .....</b>	<b>33</b>
<b>7. BİR UYGULAMA .....</b>	<b>42</b>
7.1. Tasarım ve Çözüm .....	42
7.2. Güneş Saatinin Kullanımı .....	47
<b>8. SONUÇ .....</b>	<b>51</b>
<b>9. ÖZET .....</b>	<b>52</b>
<b>10. SUMMARY .....</b>	<b>53</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>54</b>
<b>TEŞEKKÜR .....</b>	<b>55</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>56</b>

## ÖZ

Bu tez, özel olarak yerleştirilmiş bir çubuğun Güneş'ten kaynaklı gölgesinin düzlem üzerindeki hareketini incelemeyi amaçlar.

Bu nedenle bu çalışmada önce belirli zaman aralıkları için gölge doğrultuları ve gölge boyutları hesaplanmıştır. Ardından Güneş saatini oluşturmak için bu hesaplardan analitik çözümler elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Gölge, Güneş, Gölge Doğrultusu, Gölge Boyutu, Güneş Saati.

## **ABSTRACT**

This thesis aims to investigate the movement on the plane of the shadow caused by Sun of a stick which is specially placed.

Hence, in this study, first shadow directions and shadow lengths were calculated for the intervals. Following this, analytic solutions were obtained from these calculations to set up the sundial.

**Key Words:** Shadow, Sun, Shadow Direction, Shadow Length, Sundial.

## ÇİZELGELER

<b>ÇİZELGE NO</b>	<b>ÇİZELGE ADI</b>	<b>SAYFA NO</b>
Çizelge 6.1	e = 40° enleminde, değişen saat açıları ile değişen kadran eğimleri için birim uzunluklu bir milin gölge doğrultuları ve belli zamanlardaki gölge uzunlukları .....	<b>34</b>
Çizelge 7.1.1	Çanakkale’de mil uzunluğu 35 cm olan yatay bir Güneş saati için saat sabah 4:40 ile öğle 12:00 arası gölge doğrultuları ve gölge boyları .....	<b>43</b>
Çizelge 7.1.2	Çanakkale’de mil uzunluğu 35 cm olan yatay bir Güneş saati için saat öğle 12:00 ile akşam 19:20 arası gölge doğrultuları ve gölge boyları .....	<b>44</b>
Çizelge 7.2.1	Kol saatine dönüşüm için, Çanakkale’deki Güneş saatinin gösterdiği saate belli günler ve belli aylarda eklenmesi gereken A düzeltme terimleri .....	<b>49</b>

## ŞEKİLLER

ŞEKİL NO	ŞEKİL ADI	SAYFA NO
Şekil 2.1.1	Mısır'da yer alan bir obelisk .....	3
Şekil 2.1.2	T biçimli taşınabilir bir Güneş saati .....	4
Şekil 2.1.3	Taşınabilir tipteki Güneş saatleri .....	5
Şekil 2.1.4	Taşınabilir tipteki Güneş saatleri .....	5
Şekil 2.1.5	Safranbolu Güneş saati .....	6
Şekil 2.1.6	Ufki Güneş saati ve dikey kadranlı bir Güneş saati .....	7
Şekil 2.1.7	Yarım küre biçimli bir Güneş saatinin temsili resmi .....	7
Şekil 2.2.1	Yatay kadranlı bir Güneş saati .....	9
Şekil 2.2.2	Güney yönelimli dikey kadranlı bir Güneş saati .....	10
Şekil 2.2.3	Batı yönelimli dikey kadranlı bir Güneş saati .....	10
Şekil 2.2.4	Doğu yönelimli dikey kadranlı bir Güneş saati .....	11
Şekil 2.2.5	Kuzey yönelimli dikey kadranlı bir Güneş saati .....	12
Şekil 2.2.6	Gelişigüzel yönelimli dikey kadranlı bir Güneş saati .....	13
Şekil 2.2.7	Gelişigüzel yönelimli eğik kadranlı bir Güneş saati .....	13
Şekil 2.2.8	Ekvatorial kadranlı bir Güneş saati .....	14
Şekil 2.2.9	Meridyen Güneş saati .....	15
Şekil 2.2.10	Kutup Güneş saati .....	15
Şekil 2.3.1	İstanbul Üniversitesi'ndeki kutup Güneş saati .....	16
Şekil 2.3.2	Japonya Ulusal Gözlemevindeki kutup Güneş saati .....	17
Şekil 2.3.3	İngiltere'deki yatay kadranlı bir Güneş saati .....	17
Şekil 2.3.4	İngiltere'deki küre kadranlı bir Güneş saati .....	18
Şekil 2.3.5	Amerika'daki kırık bir kutup Güneş saati .....	18
Şekil 2.3.6	Çek Cum.'nde Güney yönelimli dikey bir Güneş saati .....	19
Şekil 2.3.7	Çek Cum.'nde gelişigüzel yönelimli dikey bir Güneş saati .....	19
Şekil 4.1	Güneş'in görünen hareketi .....	23
Şekil 5.1	Saat koordinat sisteminde ufukla i açısı yapan Güneş saati .....	26
Şekil 5.1.1	PK <sup>9</sup> S <sup>9</sup> dik açılı küresel üçgeni .....	27
Şekil 5.2.1	Mil ve gölge düzlemi (Güneş saati) .....	30



## ŞEKİLLER (devam)

ŞEKİL NO	ŞEKİL ADI	SAYFA NO
Şekil 5.2.2	LMO düzlemsel üçgeni .....	30
Şekil 5.2.3	PSZ <sup>9</sup> küresel üçgeni .....	31
Şekil 6.1	$i = 0^\circ$ için çözüm .....	35
Şekil 6.2	$i = 15^\circ$ için çözüm .....	36
Şekil 6.3	$i = 30^\circ$ için çözüm .....	37
Şekil 6.4	$i = 45^\circ$ için çözüm .....	38
Şekil 6.5	$i = 60^\circ$ için çözüm .....	39
Şekil 6.6	$i = 75^\circ$ için çözüm .....	40
Şekil 6.7	$i = 90^\circ$ için çözüm .....	41
Şekil 7.1.1	Çanakkale'deki Güneş saatlerinin çözüm grafiği .....	45
Şekil 7.1.2	Çanakkale'deki Güneş saatlerinin kadranı .....	46
Şekil 7.2.1	Çanakkale kordon boyundaki Güneş saati .....	48
Şekil 7.2.2	Çanakkale kordon boyundaki Güneş saati (başka açıdan) .....	49
Şekil 7.2.3	Çanakkale kordon boyundaki Güneş saati (başka açıdan) .....	50
Şekil 7.2.4	ÇOMÜ Gözlemevi'ndeki Güneş saatinin yerleştirilmesi .....	50

## 1. GİRİŞ

Güneş saatleri, Güneş'in oluşturduğu bir gölge yardımıyla gün içerisindeki saati gösteren astronomik düzeneklerdir. Genellikle gölge oluşturan bir mil ve bu gölgenin üzerinde gezindiği bir kadrandan oluşurlar. Aslında sadece gün içerisindeki saati veren düzenekler olarak düşünölmeleri yanlış olabilir. Uygun bir şekilde tasarlandığında Güneş'in sürekli değişen bazı gök koordinatlarını da gösterebilmektedirler. Geçmişteki eski astronomlardan pek çoğu Güneş saatini bir ölçüm aleti olarak kullanmıştır. Bu sebeple bu düzenekleri bir saatten çok astronomik bir ölçüm aleti olarak düşünmek doğru olacaktır.

Güneş saatleri, kadranlarının pozisyonuna ve şekline göre çok çeşitli tiplerde tasarlanabilmektedir. Düzlem kadranlı Güneş saati ya da küre kesiti kadranlı Güneş saati gibi. Günümüzde yapılan modern Güneş saatlerinin bazılarında artık sanatsal bir tasarım da katılmaktadır. Bu anlamda Güneş saatleri, bilimselliği ve sanatsallığı bünyesinde birleştirebilen nadir eserler olarak ta düşünölebilir.

Çalışma mantığı açısından bakıldığında Güneş saatleri Güneş'ten kaynaklı gölgelerin zaman karşılığını gösteren ölçüm aletleri olarak görölebilir. Güneşli günlerde oluşan gölgelerin saatler ve mevsimler geçtikçe doğrultu ve uzunluk değiştirdikleri herkesçe bilinir. Ters mantıkla hareket ederek var olan bir gölgeden gün içerisindeki saat ve yıl içerisindeki ay ve gün belirlenebilmektedir. Bu zaman değerlerini gösteren aslında kadran üzerine çizilmiş olan çizgilerdir. Gölge o an hangi çizgiyi gösteriyorsa söz konusu zaman o çizginin ifade ettiği zaman olur. Kadran üzerindeki bu çizgilerin belirlenmesi karmaşık bir takım astronomik ve matematik hesaplara bağlıdır.

Bu tez çalışmasında, Güneş'in görünür hareketinden yararlanılarak, özel olarak yerleştirilmiş  $l$  uzunluklu bir çubuğun değişen zaman aralıklarında düzlem üstündeki gölge boyutları ve doğrultuları küresel trigonometri ve düzlemsel geometri yardımıyla kuramsal olarak incelenecek ve düzlem kadranlı bir grup Güneş saati için çözümler elde edilmeye çalışılacaktır.

## 2. GÜNEŞ SAATLERİ

Zamanı ölçmek için ilk çabalar Güneş saatleri ile başlamıştır. Bu ilk saatler, yüzyıllar boyunca zamanın ölçülmesi için kullanılan en yaygın araçlar olmuştur. Güneş saatleri, özel olarak hazırlanmış bir milin gölgesinin, Güneş'in görünen hareketine uygun olarak yine özel olarak hazırlanmış mermer, taş veya madeni bir zemin (kadran) üzerindeki hareketine göre zamanın ölçülmesine yarayan araçlardır. Saat, Güneş'in oluşturduğu gölgeyi ölçer. Bu yüzden Güneş saatleri ancak bol güneşli ülkelerde ve gündüzleri kullanılabilir.

### 2.1 Güneş Saatlerinin Genel Tarihçesi

Güneş saatlerinin, Akdeniz Havzası, Mısır ve Mezopotamya gibi Güneş ışığının bol görüldüğü orta kuşaktan çıkıp geliştiği düşünülmektedir.

M.Ö. 3500'lerde yapılmaya başlanan ve ilk zaman ölçme araçları olarak ta düşünülebilecek obeliskler, uzun, yukarı doğru incelen dörtgen bir yapıdan oluşmaktaydılar (Şekil 2.1.1). Bu yapının üst sivrisi kare biçimindeki düzlemin ortasında değil kenara kaymış olarak konumlandırılmıştı (Arit,1997). Hareket eden gölge, zamanı gösteriyordu. Yılın değişik zamanlarında gölge uzunlukları işaretlenip en uzun ve en kısa olanları bulunuyor ve böylece yılın en uzun ve en kısa günleri belirleniyordu.

Eski Mısırlılar tarafından M.Ö.1500 yıllarında kullanılan Güneş saatleri, gelişimlerini tamamen dini sebeplerden sağlamışlardı. Mısır dilinde saat anlamına gelen 'wnwt' aynı zamanda Mısır'lı rahiplerin yaptığı dini tören anlamına da geliyordu (Arit,1997). Gündüz saatleri, Güneş tanrısı Ra'nın ilerleyişine göre ölçülüyordu ve rahipler Güneş'in yolunu izlemek için değişik şekillerde yapılmış Güneş saatleri kullanıyorlardı.



**Şekil 2.1.1** Mısır'daki Karnak tapınağında yer alan bir obelisk.

Sümerler, Eski Çinliler, Babilliler ve Arapların da gelişmiş tekniklerle Güneş saati yaptıkları bilinmektedir.

Güneş saati tasarımındaki en büyük gelişme, gündüz saatlerini eşit dilimlere ayırabilmeyi sağlayan yarım küre şekilli kadrandır (Şekil 2.1.7). M.Ö. 300 yıllarında astronom Berossus'un bulduğu bu tip saatlerde yarımküre içbükey olarak yerleştiriliyordu. Her herhangi bir günde gölgenin yarımküre üzerinde izlediği yol, Güneş'in gökyüzünde izlediği yörüngenin kopyası oluyordu. 12 eşit bölüme ayrılmış yarımküre üzerinde yörüngeler çizilip, her mevsimle ilişkili saat başları birer eğri ile birleştiriliyordu. Bu gelişmeyle birlikte, gölge verecek olan milin kutup yıldızını gösterecek şekilde (Kuzey enlemler için) yerleştirilmesi gerektiği ortaya çıktı. Bu durum Güneş saatinin yanılığını yok ediyordu.

Ortaya çıkan bu önemli bilgiyle birlikte eski Yunanlılar ve Romalılar Güneş saatlerini daha da geliştirdiler. Romalı Mimar Vitruvius'un belirttiğine göre, Roma'da çok yaygın olarak kullanılan saatlerin 13 değişik türü bulunmaktaydı (Arit,1997).

Berossus'un getirdiği yeniliklerden biri de coğrafik konuma göre ayarlanabilen ve bu yüzden de taşınabilir boyutlarda tasarlanan taşınabilir Güneş saatleridir (Şekil 2.1.4). Taşınabilir Güneş saatleri özellikle 1700'lü yıllarda yaygın olarak kullanıldı. Aslında taşınabilen Güneş saatleri ilk olarak M.Ö. 1500'lerde kullanılmaya başlanmıştı (Arit,1997). Ancak bunlar Berossus'un yeniliğine sahip değildi ve üzerlerinde konum ayarları yapılamıyordu (Şekil 2.1.2 ve Şekil 2.1.3). Belli bir coğrafik konum için tasarlanırlardı. Sadece boyutları küçük olduğu için taşınabilme özellikleri vardı.T biçiminde birbirine bağlanmış iki çubuktan oluşan bu saatlerde, kısa çubuğun gölgesi uzun sapın üzerindeki numaralara düşüyordu. Sabahları doğuya doğru, öğleden sonraları ise batıya doğru tutulan saatte, 1'den 10'a kadar sayılar kullanılıyordu. Bu alet, günü 10 parçaya ve sabah ile akşam olmak üzere iki ' alaca karanlık saatler' ine bölüyordu. T biçimindeki Güneş saatlerinde, günün ilk ve son saatlerinde gölgenin sonsuza kadar uzaması ve kadran üzerinde izlenememesi sorun yaratıyordu.



**Şekil 2.1.2** Konum ayarı yapılamayan ve M.Ö. 1500'lerde kullanılan T biçimli taşınabilir bir Güneş saati (Arit,1997).

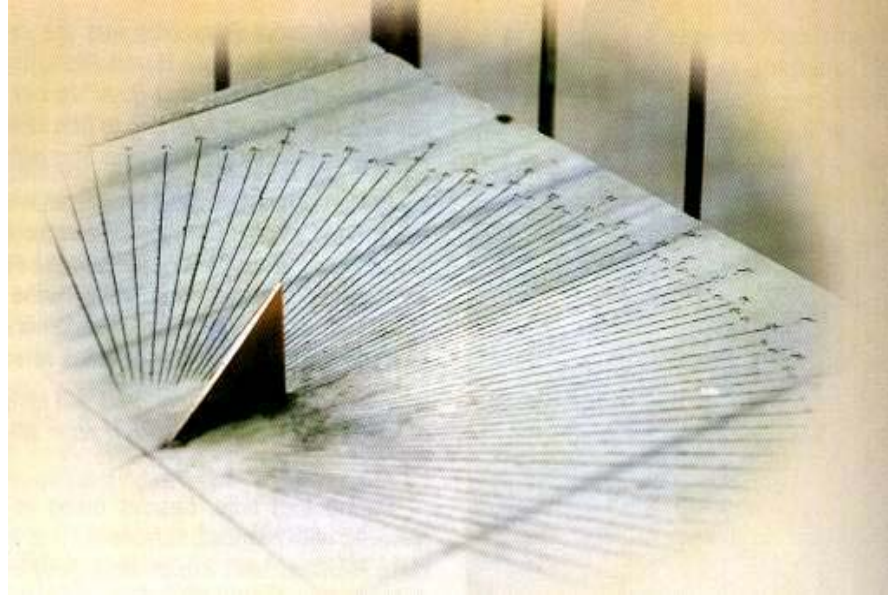


Şekil 2.1.3 1400'lü yıllarda kullanılan ve üzerlerinde konum ayarı yapılamayan taşınabilir tipteki Güneş saatleri.



Şekil 2.1.4 1700'lü yıllarda kullanılan ve üzerlerinde konum ayarı yapılabilen taşınabilir tipteki Güneş saatleri.

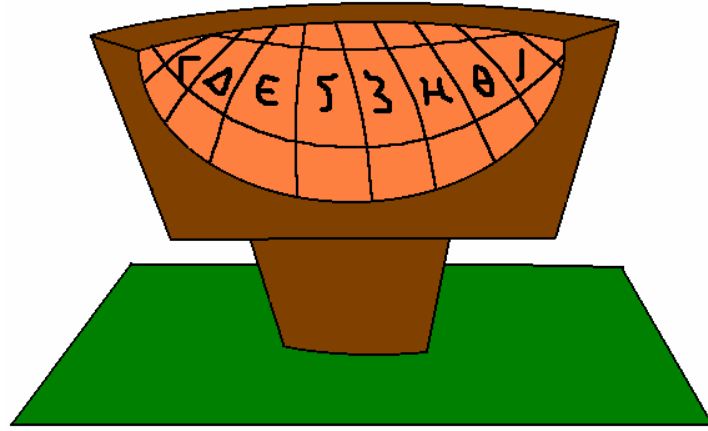
En ayrıntılı ve en hassas olarak üretilen Güneş saatleri İslâm ülkelerindeki Güneş saatleridir. İslamiyetteki ibadetlerin vakitle sıkı sıkıya bağlı olması, Güneş saatlerini namaz vakitlerine göre ayarlama zorunluluğu getirmiştir. Öğle namazı bir cismin gölgesinin en kısa olmasıyla başlar, gölge o cismin iki misli olduğunda da ikinci namazı başlamış olur. Bu iş için caminin avlusuna bir çubuk yerleştirilir. Cismin gölgesinin mevsimlere göre tespit edilmesi ve namaz vakitlerinin buna göre işaretlenmesiyle gelişmiş bir yatay Güneş saati elde edilir (Şekil 2.1.5). Bilinen en eski İslam Güneş saati 868-901 yılları arasında Mısır'da hüküm süren Tolunoğlu Ahmed'in Fustat'ta yaptırdığı camide bulunmaktadır (Arıt,1997).



**Şekil 2.1.5** Safranbolu'da bir cami avlusunda bulunan bu Güneş saati yatay kadranlı bir Güneş saatidir. 19. yy ortalarında yapıldığı sanılmaktadır (Çam,1990).



**Şekil 2.1.6** Amasya orduevi bahçesinde sergilenen ufki Güneş saati. Sultan Bayezid Camii'nde namaz vakitlerinin ayarlanması için kullanılmıştır (Çam,1990). Sağda görülen ise dikey kadranlı bir Osmanlı Güneş saati.



**Şekil 2.1.7** M.Ö. 2. yy zamanına (Helenistik çağ) ait, Güney Anadolu'da Selefkiye'de bulunup sonradan İstanbul Arkeoloji Müzesine taşınmış olan Güneş saatinin temsili resmi. Yarım küre biçimindeki saatte sabahtan akşama kadar süren vakit 12 eşit dilime ayrılmıştır. Üzerinde sayı yerine Hellenitik harfler kullanılmıştır (Arıt,1997).



Orta çağ öncesinden farklı olarak Orta çağ Avrupa'sında pek ilerleme kaydedemeyen Güneş saatleri, ancak 1500-1800 yılları arasında hem çeşit hem de kullanılabilirlik açısından gelişme göstermiştir. Güneş saatleri Rönesans Avrupa'sında en parlak dönemlerini yaşamıştır. Bu vakitte Güneş saati yapımı bir sanat haline gelmiş ve Güneş saati yapanlar sınırlarını ve yapım tekniklerini korumuş, her şekil ve pozisyonda Güneş saatleri geliştirmişlerdir.

Anadolu Selçuklularda ve Osmanlılarda da gelişimini sürdüren Güneş saatleri, Amerika, Avrupa ve Asya'daki kullanım yaygınlığını 1800'lü yılların sonlarına kadar devam ettirmiştir. 1900'lerde Güneş saatlerinin kullanımı giderek azalmaya başlamış ve sonunda hakimiyetlerini tamamen mekanik sarkaçlı saatlere bırakmışlardır.

## **2.2 Güneş Saati Tipleri**

Güneş saatinin kadranı, bir çubuğun gölgesinin gün boyunca üzerinde gezindiği bir yüzeydir. Çubuk Yer'in dönme eksenine paralel olarak kutup noktasına (Kuzey enlemlerde Kuzey Gök Kutbuna, Güney enlemlerde Güney Gök Kutbuna) yönelmiş olmalıdır. Böyle bir Güneş saatinin kadran yüzeyi düzlem olabileceği gibi düzlem olmayan bir yüzey de olabilir. Burada tiplerine göre incelenecek Güneş saatleri düzlem kadranlı Güneş saatleridir.

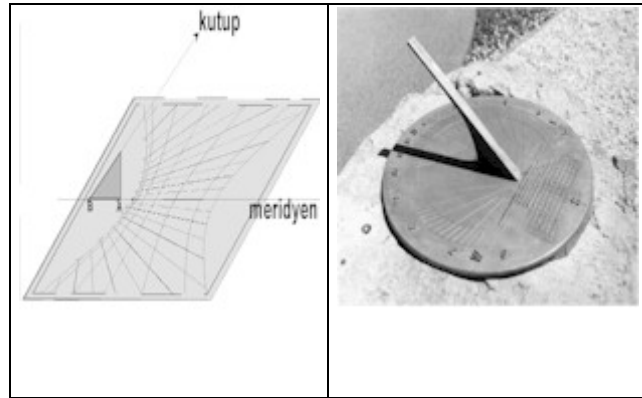
### **2.2.1 Yatay Kadranlı Güneş Saati**

Yatay kadranlı Güneş saatlerinin kadranları ufuk düzlemine paralel olarak yerleştirilir. Bir ucu saatin yüzeyine tutturulmuş olan çubuğun diğer ucu Kuzey enlemler için Kuzey Gök kutbunu, Güney enlemler için ise Güney Gök Kutbunu gösterecek şekildedir. Çubuğun saatin yüzeyine göre eğimi saatin yerleşim yerinin enlemi kadardır. Bu sebeple kutuplarda çubuk dik, ekvator da ise saatin yüzeyine paraleldir.

Yatay kadranlı Güneş saatleri ile sabahtan akşama kadar olan zamanlar okunabilmektedir. Kuzey yarım kürede yüksek enlemlerdeki bölgelerde yaz boyunca bize günün 24 saatini verebilirler.

Dönenceler arasındaki bir bölge için (Tropikal kuşak), Güneş'in deklinasyonu (dikaçıklığı) enlem değerinden daha büyük olabilir. Bu durumda, Güneş Zeniti aşar ve ters yönde gölge oluşturur. Böyle bir bölge için deklinasyon çizgileri çubuğun her iki tarafına da çizilmelidir.

Yatay kadranlı Güneş saatleri genellikle bahçelerde ve meydanlarda küçük kolonlar üzerinde veya zeminde, dairesel, kare, dikdörtgen veya çokgen biçimli kadranlarıyla dikkat çekerler.

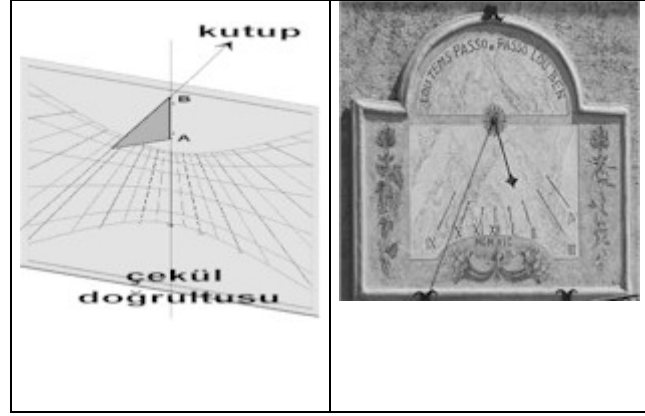


**Şekil 2.2.1** Yatay kadranlı bir Güneş saatinin şematik gösterimi ve yatay kadranlı bir Güneş saati.

### 2.2.2 Güney Yönelimli Dikey Kadranlı Güneş Saati

Güney yönelimli dikey kadranlı Güneş saatlerinin kadranları ufuk düzlemine dik olarak yerleştirilir. Bir ucu saatin yüzeyine tutturulmuş olan çubuğun diğer ucu Kuzey enlemler için Güney Gök kutbunu, Güney enlemler için ise Kuzey Gök Kutbunu gösterecek şekildedir. Yani aslında çubuğun uç noktası yere doğru yönelmiştir ve kadranın kullanılan yüzeyi Kuzey enlemler için tam Güneye, Güney enlemler için ise tam Kuzeye bakacak şekilde yerleştirilir.

Güney yönelimli dikey kadranlı Güneş saati en yaygın kullanılan Güneş saatlerindedir ve genellikle binaların cephelerinde görülürler. Bu saatler genellikle dörtgen biçimli kadranlara sahiptir.

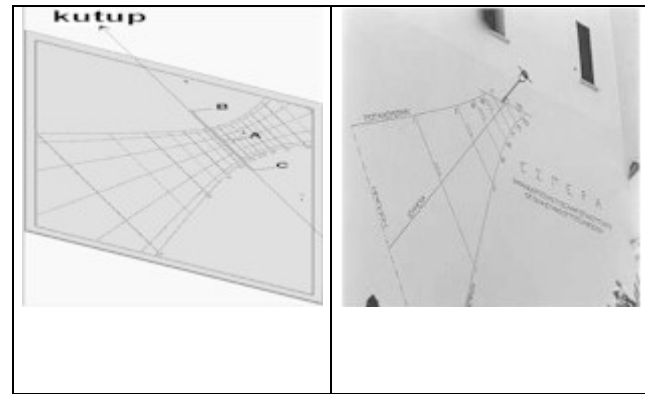


**Şekil 2.2.2** Bu tipteki dikey kadranlı bir Güneş Saatinin şematik gösterimi ve gerçek bir modeli.

### 2.2.3 Batı Yönelimli Dikey Kadranlı Güneş Saati

Batı yönelimli dikey kadranlı Güneş saatinin kullanılan kadran yüzeyi tam Batıya bakacak şekildedir ve kadran düzlemi ufuk düzlemine diktir. Bu saat türlerinde gölgesini izlediğimiz çubuk saatin kadranına paralel bir şekilde ve saatin kadranından belli bir yükseklikte durmaktadır. Çubuğun uç noktaları gök kutuplarını gösterir vaziyettedir.

Bu saat sadece yerel öğle saatinden (Güneş saatleri gerçek Güneş zamanını gösterir) Güneş batımına kadar olan saatleri verir. Öğle zamanında gölge kadrana vuramaz.



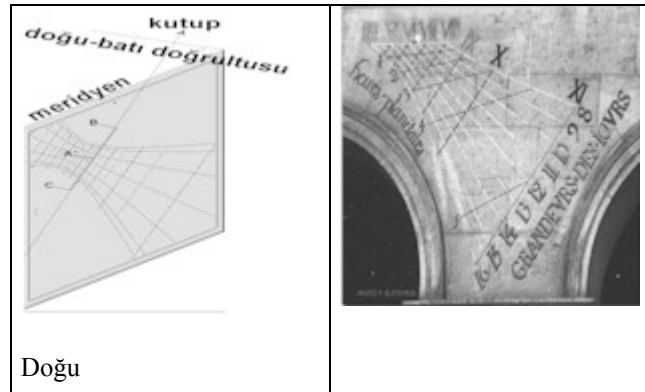
**Şekil 2.2.3** Batı yönelimli dikey Kadranlı bir Güneş Saatinin şematik gösterimi ve Batı yönelimli dikey kadranlı bir Güneş saati.

Güney yarım kürede Batı yönelimli dikey kadranlı Güneş saatlerinin kadranı Kuzey yarım küre için yapılmış Doğu yönelimli dikey kadranlı Güneş saatlerinin kadranına benzer. Bu Güneş saatleri Batıya bakan bir duvar üzerine kurulur ve genellikle binaların cephelerinde görülürler.

#### 2.2.4 Doğu Yönelimli Dikey Kadranlı Güneş Saati

Doğu yönelimli dikey kadranlı Güneş saatinin kullanılan kadran yüzeyi tam Doğuya bakacak şekildedir ve kadran düzlemi ufuk düzlemine diktir. Bu saat türlerinde gölgesini izlediğimiz çubuk saatin kadranına paralel bir şekilde ve saatin kadranından belli bir yükseklikte durmaktadır. Çubuğun uç noktaları gök kutuplarını gösterir vaziyettedir.

Bu saat sadece Güneşin doğuşundan (Güneş saatleri gerçek Güneş zamanını gösterir) yerel öğle saatine kadar olan zamanı okumamıza olanak verir. Öğle zamanında gölge kadrana vuramaz.



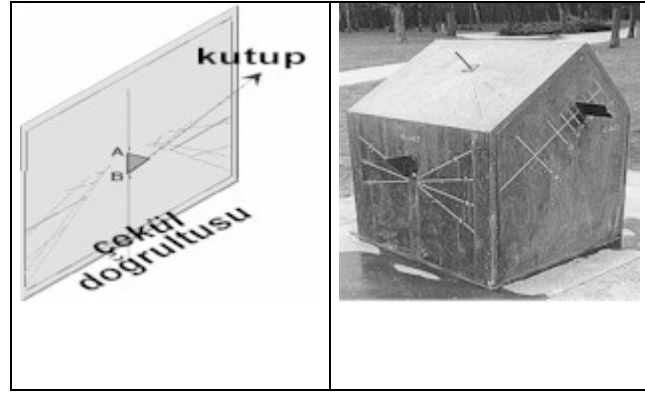
**Şekil 2.2.4** Doğu yönelimli dikey Kadranlı bir Güneş Saatinin şematik gösterimi ve Doğu yönelimli dikey kadranlı bir Güneş saati.

Güney yarım kürede Doğu yönelimli dikey kadranlı Güneş saatlerinin kadranı Kuzey yarım küre için yapılmış Batı yönelimli dikey kadranlı Güneş saatlerinin kadranına benzer. Bu Güneş saatleri Doğuya bakan bir duvar üzerine kurulur ve genellikle binaların cephelerinde görülürler.

### 2.2.5 Kuzey Yönelimli Dikey Kadranlı Güneş Saati

Kuzey yönelimli dikey kadranlı Güneş saatlerinin kadranları ufuk düzlemine dik olarak yerleştirilir. Bir ucu saatin yüzeyine tutturulmuş olan çubuğun diğer ucu Kuzey enlemler için Kuzey Gök kutbunu, Güney enlemler için ise Güney Gök Kutbunu gösterecek şekildedir. Kadranın kullanılan yüzeyi Kuzey enlemler için tam Kuzeye, Güney enlemler için ise tam Güneye bakacak şekilde yerleştirilir.

Kadran üzerinde sabahın erken saatleri ile akşam üstüne doğru olan zamanları okumak mümkün olmaktadır.

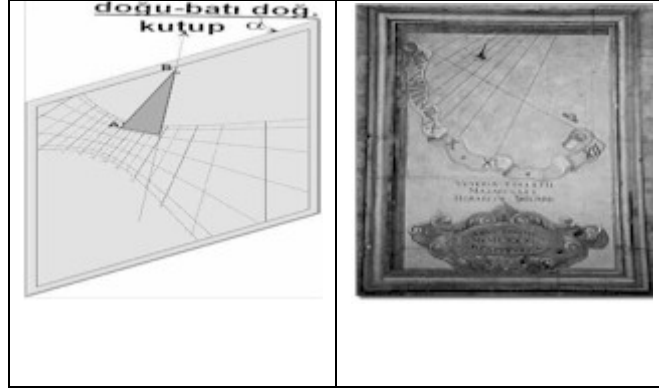


**Şekil 2.2.5** Bu tipteki dikey kadranlı bir Güneş Saatinin şematik gösterimi ve gerçek bir modeli.

### 2.2.6 Gelişigüzel Yönelimli Dikey Kadranlı Güneş Saati

Gelişigüzel yönelimli dikey kadranlı Güneş saatlerinin kadranları ufuk düzlemine dik olarak yerleştirilir. Diğer Güneş saatlerinde olduğu gibi burada da gölge yapacak olan çubuğun doğrultusu gök kutuplarını birleştiren doğrultudur. Kadranın yüzeyi gelişigüzel (rastgele) bir yöne bakar.

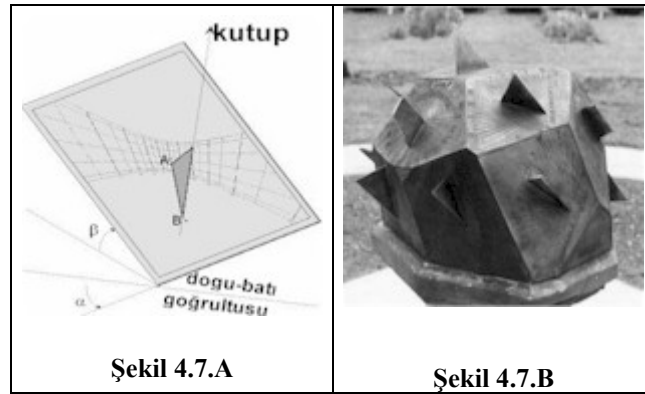
Bütün dikey duvarlar için uygun bir yerleşimi vardır.



**Şekil 2.2.6** Gelişigüzel yönelimli dikey kadranlı bir Güneş Saatinin şematik gösterimi ve gerçek bir modeli.

### 2.2.7 Gelişigüzel Yönelimli Eğik Kadranlı Güneş Saati

Gelişigüzel yönelimli eğik kadranlı Güneş saatlerinin kadranları ufuk düzlemi ile belli bir açı yapar. Bu açı  $0^\circ$  ile  $90^\circ$  arasındadır. Diğer Güneş saatlerinde olduğu gibi burada da gölge yapacak olan çubuğun doğrultusu gök kutuplarını birleştiren doğrultudur. Kadranın ufuk düzlemiyle olan ara kesit doğrusu ise gelişigüzel (rastgele) bir doğrultudadır.

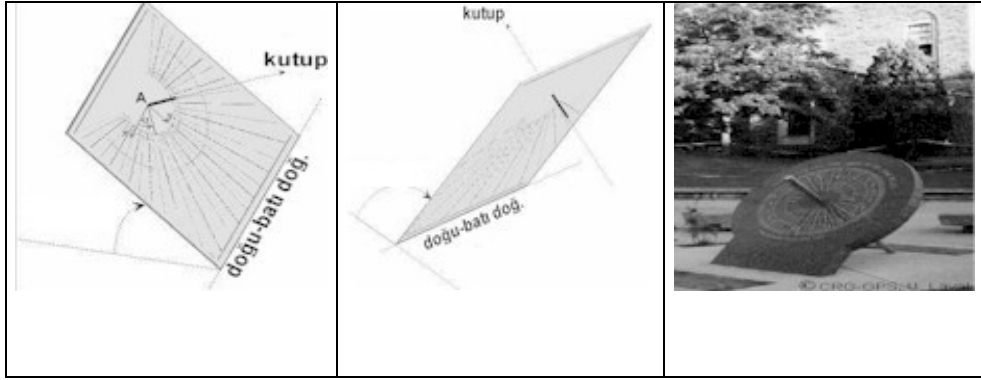


**Şekil 2.2.7** Gelişigüzel yönelimli eğik kadranlı bir Güneş Saatinin şematik gösterimi ve üzerinde bu tipteki Güneş saatlerinden çokça örnek içeren bir model.

### 2.2.8 Ekvatorial Kadranlı Güneş Saati

Ekvatorial kadranlı Güneş saatlerinin kadranı Gök ekvatorunun düzlemine paraleldir. Çubuk kadrana diktir ve kutupları birleştiren doğru boyunca uzanır. Saat çizgileri  $15^\circ$  aralıklarla düzenli olarak çizilmiştir ve deklinasyon çizgileri daireseldir.

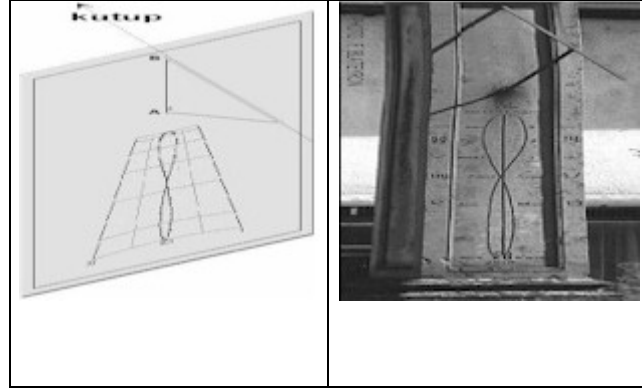
Bu Güneş saatleri mevsimlidir çünkü Güneş gök ekvatorunun üzerindeyken gölge kadranın üst yüzünde oluşur. Yılın geri kalanında ise gölge alt yüzeyde gezinir. Bu tür Güneş saatlerinin saat çizgileri hesaplama yapılmadan çizilebilmektedir.



**Şekil 2.2.8** Ekvatorial kadranlı Güneş saatinin üst ve alt kadran yüzeylerinin şematik gösterimi ve Ekvatorial kadranlı bir Güneş saati.

### 2.2.9 Meridyen Güneş Saati

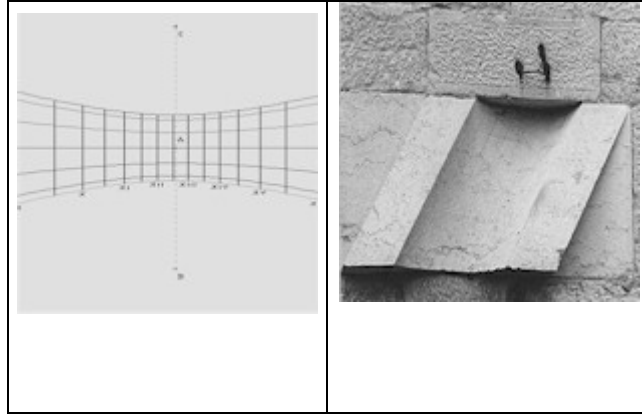
Meridyen Güneş saati aslında Güney yönelimli dikey kadranlı bir Güneş saatidir. Amacı öğlen boyunca saati tam olarak vermektir. Bu Güneş saatinin kadrana 11 ve 13 saatleri arasında her beş dakikalık aralıkları gösteren saat çizgileri yerleştirilmiş ve ayrıca 12 çizgisi üzerine de mekanik saatleri kontrol etmek ve düzeltmek için yerel ortalama Güneş zamanını veren analemma eğrisi çizilmiştir. Bu saatler 19.yy boyunca kullanılmışlardır.



**Şekil 2.2.9** Meridyen Güneş saatinin şematik gösterimi ve bir meridyen Güneş saati.

### 2.2.10 Kutup Güneş Saati

Kutup Güneş saatinde kadran gök ekvatoruna dik konumlandırılmıştır. Çubuk kadrana paralel olarak kadrandan belli bir yükseklikte durur ve diğer Güneş saatlerinde olduğu gibi burada da kutupları birleştiren doğru boyunca uzanır. Saat çizgileri birbirlerine paraleldir ve onlar da kutupları birleştiren doğru boyunca uzanmıştır.



**Şekil 2.2.10** Kutup Güneş saatinin şematik gösterimi ve bir Kutup Güneş saati.



### 2.3 Günümüzde Kullanılan Bazı Güneş Saatleri

Eski zamanlarda sıklıkla kullanılan Güneş saatleri teknolojinin ilerlemesiyle o yaygın kullanım alanını giderek kaybetmiştir. Artık günümüzde çok nadiren karşımıza çıkmaktadırlar. Büyük bir çoğunluğu tarihi eser kimliği kazanmış vaziyettedir ve günümüze gelinceye kadar ki bu süreç içerisinde çeşitli sebeplerden ötürü fonksiyonları bozulmuştur. Ancak bazı ülkeler, eski kültürlerin ortak miraslarından biri olarak tanımlayabileceğimiz bu Güneş saatlerini günümüzde de yaşatabilmek için gerçekten hatırı sayılır çabalar içerisinde girmişlerdir. Parklarına, bahçelerine, çeşitli meydan ve kampüslerine Güneş saatleri inşa etmişlerdir. Günümüzde yapılan Güneş saatleri modern Güneş saatleri olarak bilinir. Ülkemizde modern Güneş saatleri yok denecek kadar azdır. Kendi bilim ve sanat tarihimiz içerisinde de mühim bir yer edinmiş olan Güneş saatlerini bu günün Türkiye’inde tekrar canlandırmaya çalışmak, sadece kültürel bir değerimize sahip çıkmak adına değil aynı zamanda günümüz toplumunu bilimsel yönden bilinçlendirmek adına da atılmış bir adım olacağından ötürü önemlidir.

Bu bölümde, günümüzdeki Güneş saatlerinin bazılarına ait bir kaç resim yer almaktadır.



**Şekil 2.3.1** İstanbul Üniversitesi’nde yer alan kutup Güneş saati. Dikkat edilirse kadransilindiriktir.



**Şekil 2.3.2** Japonya Ulusal Gözlemevinde yer alan değişik görümlü bir kutup Güneş saati. Kadran burada da silindirik bir yapıdadır.



**Şekil 2.3.3** İngiltere'deki bir parkta yer alan yatay kadranlı bir Güneş saati. Kadran bir düzlemdir.



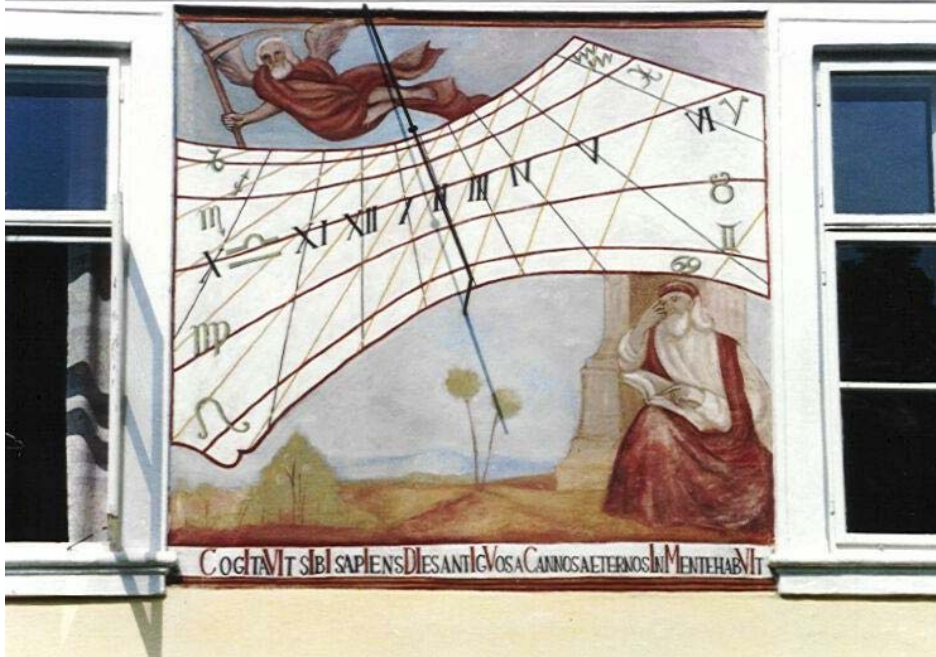
Şekil 2.3.4 Yine İngiltere’de yer alan bir Güneş saati. Kadran bir küre kesitidir.



Şekil 2.3.5 Amerika’da bir parkta yer alan silindirik kadranlı kırık bir kutup Güneş saati.



Şekil 2.3.6 Çek Cumhuriyeti'nde yer alan Güney yönelimli dikey kadranlı bir Güneş saati. Kadran, ufuk düzlemine dik bir düzlemdir.



Şekil 2.3.7 Yine Çek Cumhuriyeti'nde Gelişigüzel Yönelimli Dikey Kadranlı bir Güneş Saati, kadran burada da ufka dik bir düzlemdir.

### 3. GÜNEŞ'E AİT EKVATORAL KOORDİNATLARIN HESABI

Bu bölümde, Güneş'e ait ekvatorial koordinatların yani rektesansiyon (sağ açıklık) ve deklinasyonun (dik açıklık) ( $;\delta$ ) hesaplanmasına ilişkin bir dizi formül verilecektir. Bu formüller 200 yıllık bir zaman aralığı (1 Mart 1900 - 1 Şubat 2100) için geçerli olup formüllerden bulunacak olan koordinatlar ancak  $60.01$  yöresinde hatalı olmaktadır. Bu hata aralığı pek çok çalışma için boşlanabilir niteliktedir.

#### 3.1 1 Ocak 2000 (12<sup>sa</sup> UT)'den İtibaren Geçen Gün Sayısı ile Jülyen Yüzyılı Sayısı

1 Ocak 2000 (12<sup>sa</sup> UT)'den itibaren 1 Mart 1900 – 1 Şubat 2100 tarihleri arasında verilen bir tarihe (D (gün numarası, ayın günü) / M (ay numarası, yılın ayı) / Y (yıl)) kadar geçen gün sayısı,

$$d_0 = 367Y - \text{INT}\left\{\left(\frac{7}{4}\right)[Y + \text{INT}\left(\frac{M+9}{12}\right)]\right\} + \text{INT}\left(\frac{275M}{9}\right) + D - 730531.5 \quad (3.1.1)$$

olarak verilir. INT( ) ifadesi, parantez içerisinde yer alan terimin (sayının) tam kısmı demektir.

Bu durumda 1 Ocak 2000 (12<sup>sa</sup> UT)'den itibaren 1 Mart 1900 – 1 Şubat 2100 tarihleri arasında verilen bir tarihe kadar geçen Jülyen yüzyılı sayısı ise,

$$T_0 = d_0 / 36525 \quad \dots\dots\dots(3.1.2)$$

biçimindedir.

#### 3.2 Yıldız Zamanı Hesabı

1 Mart 1900 – 1 Şubat 2100 tarihleri arasında verilen bir tarih için Greenwich'te gece yarısındaki (24<sup>sa</sup> UT) yıldız zamanı aşağıda gösterildiği gibidir.

$$S_0 = 6^{\text{sa}}.6974 + 2400^{\text{sa}}.0513 T_0 \quad \dots\dots\dots(3.2.1)$$

1 Mart 1900 – 1 Şubat 2100 tarihleri arasında verilen bir tarih ve o tarihe ilişkin bir saat ( $t_{UT}$ ) için ise Greenwich'teki yıldız zamanı,

$$S_G = S_0 + (366.2422/365.2422) t_{UT} \dots\dots\dots(3.2.2)$$

şeklindedir.

Bu durumda 1 Mart 1900 – 1 Şubat 2100 tarihleri arasında verilen bir tarih ve o tarihe ilişkin bir saat (  $t_{UT}$  ) için yerel yıldız zamanı (  $L$ , sözkonusu yerin saat cinsinden coğrafik boylamı olmak üzere ),

$$S = S_G + L \dots\dots\dots(3.2.3)$$

olur.

### 3.3 Güneş'in Koordinatları

1 Ocak 2000 (12<sup>sa</sup> UT)'den itibaren 1 Mart 1900 – 1 Şubat 2100 tarihleri arasında verilen bir tarihe ve o tarihe ilişkin saate (  $t_{UT}$  ) kadar geçen gün sayısı aşağıda gösterildiği gibidir.

$$d = d_0 + t_{UT} / 24 \dots\dots\dots(3.3.1)$$

Bu durumda 1 Ocak 2000 (12<sup>sa</sup> UT)'den itibaren 1 Mart 1900 – 1 Şubat 2100 tarihleri arasında verilen bir tarihe ve o tarihe ilişkin saate (  $t_{UT}$  ) kadar geçen Jülyen yüzyılı sayısı ise,

$$T = d / 36525 \dots\dots\dots(3.3.2)$$

olacaktır.

Güneş'in ortalama ekliptikel boylamı (  $L_0$  ) ile ortalama anomalisi (  $M_0$  ) aşağıda yer alan formüllerde sırasıyla gösterilmiştir.

$$L_0 = 280^\circ.466 + 36000^\circ.770 T \dots\dots\dots(3.3.3)$$

$$M_0 = 357^\circ.529 + 35999^\circ.050 T \dots\dots\dots(3.3.4)$$

Yer yörüngesinin dış merkezliliğinden ötürü varlığına ihtiyaç duyulan ve merkezin denklemi olarak isimlendirilen formül,

$$C = (1^\circ.915 - 0^\circ.005 T) \sin M_0 + 0^\circ.020 \sin 2M_0 \dots\dots\dots(3.3.5)$$

olarak verilir.

Bu durumda Güneş'in gerçek ekliptikel boylamı açılı derecesi cinsinden,

$$L_S = L_0 + C \dots\dots\dots(3.3.6)$$

olur.

Ekliptiğin eğimini ( $\epsilon$ ) veren formül ise,

$$\epsilon = 23^\circ.439 - 0^\circ.013 T \dots\dots\dots(3.3.7)$$

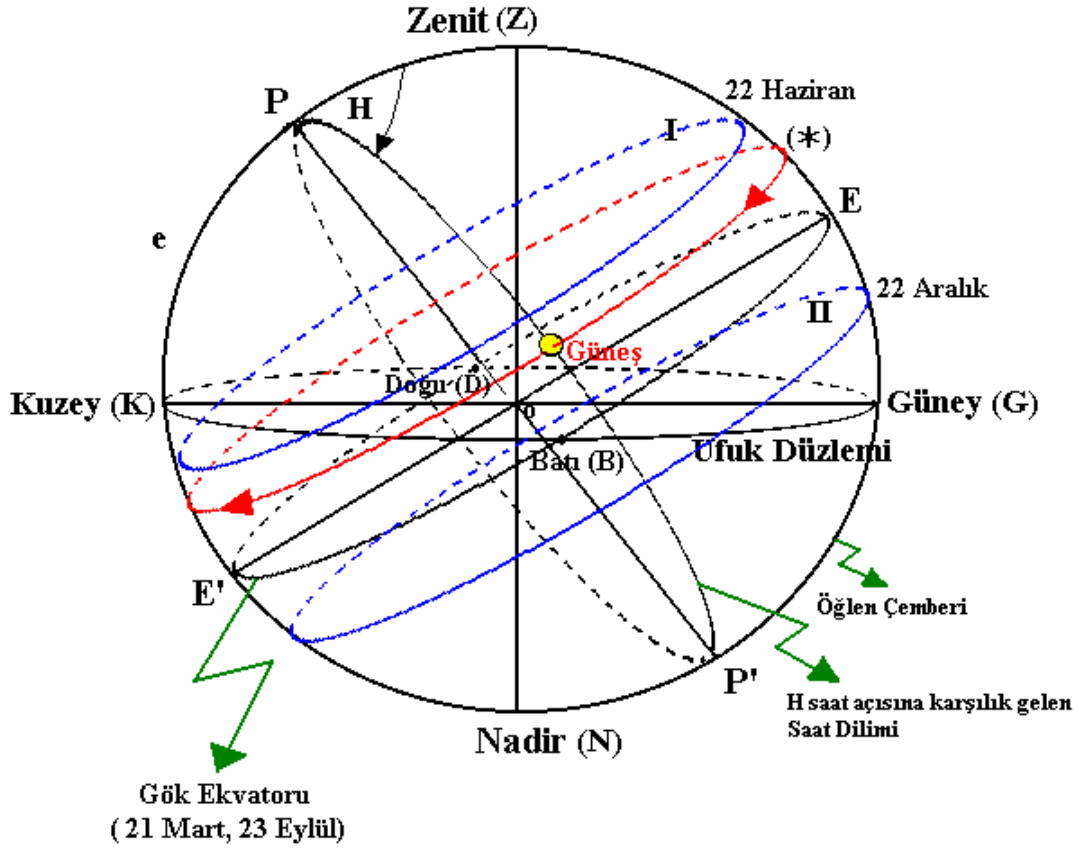
biçimindedir.

Son olarak aşağıdaki formüller yardımıyla Güneş'e ait ekvatorial koordinatlar ( $;$ ,  $\delta$ ) açılı derecesi cinsinden bulunabilir.

$$\tan ; = \tan L_S \cos \epsilon \dots\dots\dots(3.3.8)$$

$$\sin \delta = \sin ; \sin \epsilon \dots\dots\dots(3.3.9)$$

#### 4. GÜNEŞ'İN GÖRÜNEN HAREKETİ



Şekil 4.1 Güneş'in görünen hareketi.

Şekil 4.1'de gök küresinde Güneş'in görünen hareketi ve "saat koordinat sistemi" gösterilmiştir. Şekilde yer alan iki ana düzlem, ufuk ve ekvator düzlemleridir. Gök ekvatoru Yer'in ekvator düzleminin gök küresiyle olan arakesitidir. P ve P<sup>9</sup> noktalarından geçen eksenin (Yer'in dönme eksenini) P noktası Kuzey kutup noktasının gök küresi üzerindeki izdüşümü olup gökyüzünde kutup yıldızı yakınlarında yer alır. Dikkat edilecek olursa dört ana yön ufuk düzlemi üzerinde gösterilmiştir. Z (Zenit, gözlemcinin tepe noktası) ile P'yi birleştiren yay ufuk düzlemini kesecek şekilde uzatılırsa bu kesim noktası Kuzey (K) noktasını verir. PZP<sup>9</sup> yayı öğlen çemberi olarak adlandırılmıştır. KP yayı gözlem yerinin e enlemini verir.



Günlük hareketlerine bakılacak olursa Güneş te dahil bütün gök cisimleri gök ekvatoruna paralel konumlanmış çemberler üzerinde Batı yönüne doğru hareket etmektedirler. Güneş günlük hareketini 21 Mart ve 23 Eylül tarihlerinde (ekinoks zamanları) gök ekvatoru üzerinde yaparken, 22 Haziran ve 22 Aralık tarihlerindeyse (gündönümü zamanları) sırasıyla I ve II nolu çemberler üzerinde gerçekleştirir. Başka bir tarihte ise I ve II nolu çemberler arasında yer alan ve o tarihe karşılık gelen bir çember üzerinde bulunacak (\* ile simgelenmiş çember gibi) ve günlük hareketini o çember üzerinde tamamlayacaktır. Bütün bu çemberlerin ekseni  $PP^9$  eksenidir (Yer'in dönme eksenidir). Bu hareketi sırasında Güneş belli saatlerde gök küresi üzerindeki belli saat dilimlerinin üzerinde yer alır.

## 5. BELLİ TİPTEN DÜZLEM KADRANLI BİR GÜNEŞ SAATI

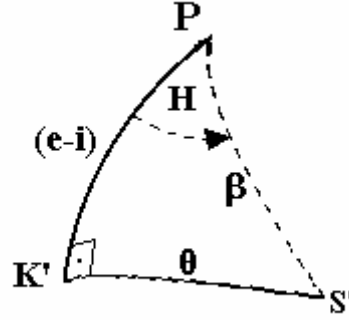
Bu bölümde kadran düzlemi ufuk düzlemiyle  $i$  eğim açısı ( $0^\circ \leq i \leq 90^\circ$ ,  $i = 0^\circ$  iken kadran ufuk düzlemiyle çakışık,  $i = 90^\circ$  iken kadran ufka dik düşünülecektir) yapan bir Güneş saati için çözüm yapılacaktır. Güneş saati için çözüm yapmak demek, milin kadran üzerindeki gölge doğrultusunu ve gölge boyunu hesaplamak demektir. Ayrıca söz konusu çözüm,  $i$  eğim açısı  $0^\circ$  ile  $90^\circ$  arasında değişirken kadranın normal doğrultusunun da (Şekil 5.1'deki  $Z^9$  noktası) öğlen çemberi üzerinde sırasıyla  $Z$  (zenit) ve  $G$  (Güney) noktaları arasında yer değiştiriyor olduğu varsayılarak elde edilecektir. Ayrıca çok küçük bir etki olduğu için atmosferin kırma etkisi de hesaba katılmayacaktır.

Güneş yıl boyunca gök ekvatoruna paralel çember aileleri üzerinde hareket etmektedir. Bu tez çalışmasında düzlem kadranlı bir güneş saati için hesap yapılırken bu hareketin kadran düzlemi üzerindeki karşılığı incelenmiştir.

Şekil 5.1'de Yer'in dönme eksenine paralel  $l$  uzunluğundaki bir mil, bir ucundan  $O$  noktası üzerine tutturulmuştur. Her hangi bir zaman için bu milin Güneş'ten kaynaklı gölgesinin gölge düzlemi (güneş saati kadranı) üzerindeki yönelimini ve gölge boyunu hesaplamak, küresel trigonometri ve düzlemsel geometri kullanmayı ve ayrıca Güneş'in günlük ve yıllık hareketlerini de iyi bilmeyi gerektirmektedir.



Şekil 5.1'deki küre üzerinde görülen  $PK^{\circ}S^{\circ}$  üçgeni dik açılı bir küresel üçgendir. Çünkü öğlen çemberinin düzlemi gölge düzlemine diktir.  $PK^{\circ}S^{\circ}$  üçgeni Şekil 5.1.1'de daha ayrıntılı gösterilmiştir.



**Şekil 5.1.1**  $PK^{\circ}S^{\circ}$  dik açılı küresel üçgeni

Küresel trigonometri kurallarından yola çıkarak bu üçgen için,

$$\cos(90-(e-i)) = \cot H \cdot \cot(90-\theta) \dots\dots\dots(5.1.1)$$

yazılabilir. Buradan  $\theta$  yayı çekilecek olursa,

$$\theta = \arctan(\sin(e-i) \cdot \tan H) \dots\dots\dots(5.1.2)$$

bulunur. Ayrıca yine aynı üçgen için,

$$\cos H = \cot \beta \cdot \cot(90-(e-i)) \dots\dots\dots(5.1.3)$$

yazılabilir. Buradan  $\beta$  yayı (=  $PS^{\circ}$  yayı) çekilecek olursa,

$$\beta = \arctan(\tan(e-i)/\cos H) \dots\dots\dots(5.1.4)$$

bulunur.

(5.1.2) formülünden görüldüğü kadarıyla milin gölge doğrultusu  $\theta$ , gözlemcinin Yer üzerindeki coğrafik enlemine ( $e$ ), kadranının eğimine ( $i$ ) ve Güneş'in öğlen çemberinden olan batı yönlü açısına (saat açısına,  $H$ ) bağlıdır. Bu sayede Güneş'e ait belli saat açıları (belli  $H$  değerleri) ve her hangi bir  $e$  enlemi için az önce yukarıda özelliklerini tanımladığımız milin,  $i$  eğim açısına sahip kadran üzerindeki gölge doğrultusu kuramsal olarak bulunabilmektedir. Başka bir deyişle, her hangi bir yerel gerçek güneş zamanı için söz konusu milin gölge doğrultusu olan  $\theta$  yayı,  $e$  ve  $i$  bilinenleri yardımıyla (5.1.2) formülünden hesaplanabilmektedir.

Güneş'in gök ekvatorundan olan açısız dik uzaklığına dik açıklık ya da deklinasyon (şekildeki  $\delta$  yayı) adı verilir. Bu durumda  $P$ 'yi Güneş'e birleştiren  $PS$  yayı ( $90 - \delta$ ) olacaktır.

## 5.2 Gölge Boyu

Milin gölgesi gün boyunca doğrultu değiştirirken bir taraftan da gölgenin uç noktası o güne bağlı olarak sabahdan akşama kadar belli bir rotada hareket eder. Bu rotanın biçimi ve konumu yıl içerisindeki günlerin ve  $i$  eğiminin değişimine bağlıdır. Bir başka deyişle  $i$  eğimli bir kadran için rota, sadece Güneş'e ait deklinasyona yani  $\delta$ 'ya bağlı bir biçime ve bir konuma sahiptir. Çünkü Güneş'in deklinasyonu yıldızlardan farklı olarak yıl içerisinde günler değiştikçe değişir. Güneşe ait her deklinasyon değeri yıl içerisinde farklı iki tarihe karşılık gelir (gündönümleri hariç çünkü gündönümü zamanlarındaki deklinasyon değeri tek bir tarihe - ki o da gündönümü tarihidir - karşılık gelir). Kısacası gölge ucunun izlediği rota (deklinasyon eğrisi) o günün yıl içerisindeki tarihi ile ilgili bir bilgi içermektedir. Bu da Güneş saatinin aynı zamanda bir takvim olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Belli deklinasyon değerleri için bu deklinasyon çizgileri (gölge ucunun izlediği rota) kuramsal olarak belirlenebilmektedir. Böylelikle gölge ucunun konumuna bakılarak gölge ucunun üzerinde bulunduğu deklinasyon çizgisinden günün tarihi tahmin edilebilir.

**e:** coğrafik enlem,

**H:** Güneş'in saat açısı,

**l:** milin boyu,

$\delta$ : Güneş'in deklinasyonu,

$i$ : kadranın eğimi

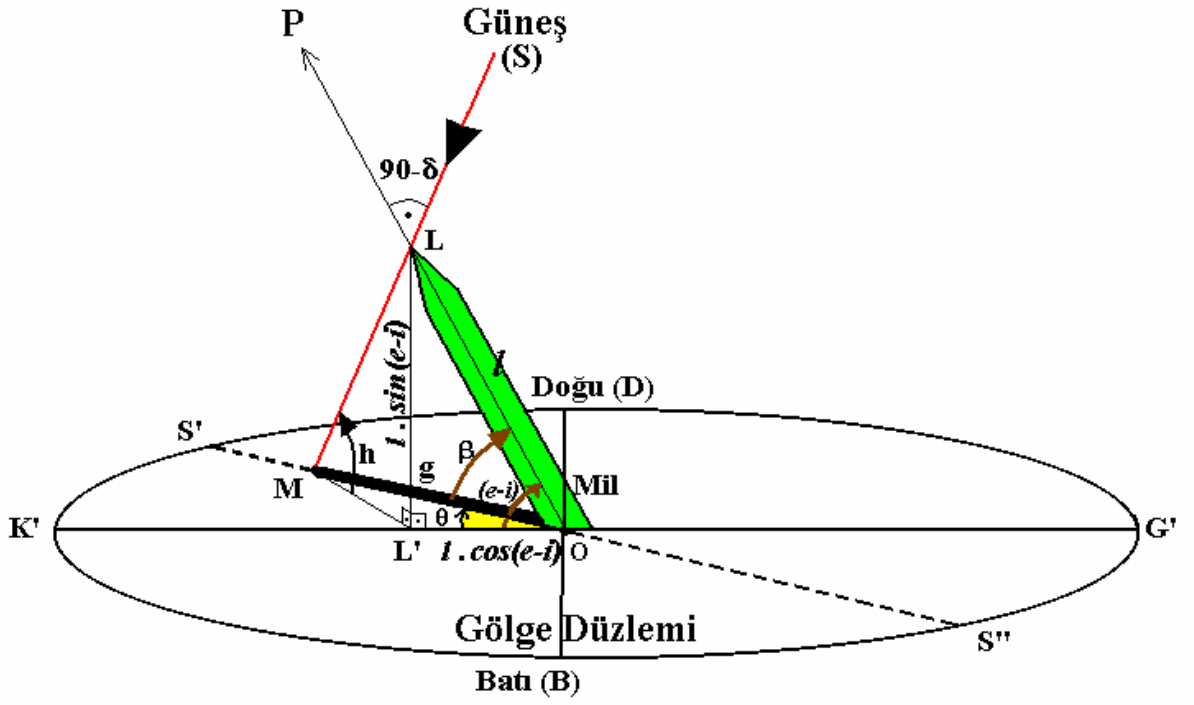
olmak üzere  $g$  gölge uzunluğu düzlem ve küresel geometri yardımıyla bulunabilmektedir. Problemin çözümü için, milin gölge düzlemiyle (kadranla) kesiştiği  $O$  noktası orijin,  $O$ 'yu Doğu'ya ( $D$ 'ye) birleştiren eksen  $x$ ,  $O$ 'yu  $K^9$  ne birleştiren eksen  $y$  olarak alınmış ve gölge düzleminde iki boyutlu bir koordinat sistemi elde edilmiştir. Gölge yönelimini veren  $\theta$  yayı ile gölgenin boyunu (gölge ucunun kadran üzerinde  $O$  noktasından olan uzaklığını) veren  $g$ , gölge ucunun bu koordinat sistemindeki kutupsal koordinatlarıdır.  $e$  enleminde yer alan  $l$  uzunluğundaki bir mile (bu mil başta özellikleri açıkça anlatılan mildir) ait her hangi bir deklinasyon çizgisi (ki bu çizgi  $i$  eğimli kadran üzerindedir), o deklinasyona ( $\delta$ ) karşılık belirlenmiş farklı  $H$  değerleri için kutupsal koordinatlarını ( $g, \theta$ ) hesapladığımız noktaların birleştirilmesiyle elde edilecektir.

(5.1.2) formülüyle  $\theta$  yayının ifadesine ulaşılmıştır. Şimdi de gölge boyu olan  $g$  için bir formül bulunacaktır:

Bilinenler:  $e, H, l, \delta, i$

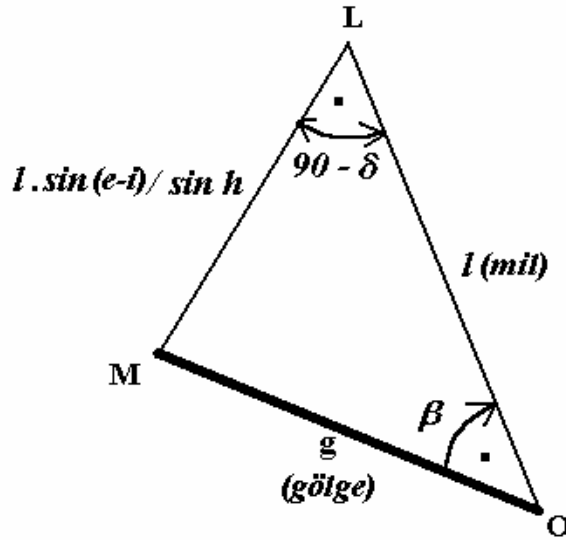
Ulaşılmak İstenen:  $g$  (gölge boyu)

Aşağıda Şekil 5.1'den ayrıntılı bir detay olan Şekil 5.2.1 yer almaktadır. Bu şekil  $l$  uzunluklu milin ve bu mile ait gölge düzleminin Güneş'e göre birliktelikli durumunu göstermektedir. Şekildeki  $h$ , Güneş'in gölge düzlemine göre açıl yüksekliğidir. Ayrıca  $P\hat{O}K'$  ya da diğer bir deyişle  $PK^9$  yayı ( $e-i$ ) farkına,  $P\hat{L}S$  ise  $PS$  yayına yani  $(90- \delta)$  farkına eşittir.



Şekil 5.2.1 Mil ve gölge düzlemi (Güneş saati)

Şekil 5.2.1'de yer alan LMO üçgeni Şekil 5.2.2'de daha ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.2.2 LMO düzlemsel üçgeni

Şekil 5.2.2'deki LMO üçgenine sinüs teoremi uygulanırsa,

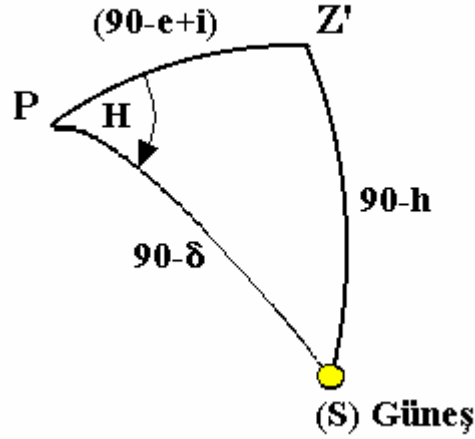
$$LM / \sin \beta = OM / \sin (90 - \delta) \quad \dots\dots\dots(5.2.1)$$

olur ve buradan da,

$$l \cdot \sin (e-i) \cdot \cos \delta = g \cdot \sin h \cdot \sin \beta \quad \dots\dots\dots(5.2.2)$$

elde edilir.

Şekil 5.1'de yer alan PSZ<sup>9</sup> küresel üçgeni Şekil 5.2.3'te daha ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir.



Şekil 5.2.3 PSZ<sup>9</sup> küresel üçgeni

Şekil 5.2.3'teki PSZ<sup>9</sup> küresel üçgenine küresel trigonometride kullanılan kosinüs kenar teoremi SZ<sup>9</sup> yayı için uygulanacak olursa,

$$\cos(90-h)=\cos(90-e+i) \cdot \cos (90 - \delta) + \sin (90-e+i) \cdot \sin (90 - \delta) \cdot \cos H \quad \dots\dots\dots(5.2.3)$$

elde edilir. Buradan da sin h ifadesi için,



$$\sin h = \sin(e-i) \cdot \sin \delta + \cos(e-i) \cdot \cos \delta \cdot \cos H \quad \dots\dots\dots(5.2.4)$$

bulunacaktır. (5.2.4)'teki  $\sin h$  değeri ile (5.1.4)'teki  $\beta$  değeri, (5.2.2) formülünde yerine yerleştirilip  $g$  çekilirse,

$$g = l \cdot \sin(e-i) \cdot \cos \delta / [\sin[\arctan(\tan(e-i)/\cos H)] \cdot (\sin(e-i) \cdot \sin \delta + \cos(e-i) \cdot \cos \delta \cdot \cos H)] \quad (5.2.5)$$

formülü bulunur.

Buna göre  $e$ ,  $l$  ve  $i$  bilinenleri yardımıyla herhangi bir  $\delta$  değeri için farklı  $H$  değerlerine ait gölge ucunun kutupsal koordinatları olan  $(g, \theta)$ 'lar bulunabilir ve bu noktalar birleştirildiğinde o deklinasyon ( $\delta$ ) değeri için yani o “gün” için deklinasyon çizgisi belirlenmiş olur. Bu durumda gölge boyu—deklinasyon—tarih bağıntısı kullanılarak gölge boyundan tarih tahmin edilebilir.

## 6. ÇÖZÜMLER

Enlemi  $e = 40^\circ$  olan bir gözlem yerinde,  $6^{\text{sa}}_18^{\text{sa}}$  ( $90^\circ_90^\circ$ ) arasında 1 saatlik ( $15^\circ$  lik) aralıklarla değişen H saat açıları ile  $0^\circ_90^\circ$  arasında  $10^\circ$  artımlarla değişen i kadran eğimleri için denklem (5.1.2)'den birim uzunluklu bir milin  $\theta$  gölge doğrultuları ve denklem (5.2.5)'ten de gündönümü zamanları (22 Haziran ( $\delta=23^\circ.5$ ), 22 Aralık ( $\delta=-23^\circ.5$ )) ile ekinoks zamanlarındaki (21 Mart ve 23 Eylül ( $\delta=0^\circ$ )) g gölge uzunlukları hesaplanmış, sonuçta elde edilen değerler Çizelge 6.1'de gösterilmiştir (- ile gösterilen bölümlerde gölge ya sonsuzda oluşmaktadır ya da yoktur).

Çizelge 6.1'deki ( $g, \theta$ ) kutupsal koordinatları, gölge düzlemi üzerinde yer alan ve daha önce Bölüm 5.2'de tanımlanmış olan x-y ( $D-K^9$ ) koordinat sistemi için aşağıda verilen (6.1) ve (6.2) dönüşüm formülleriyle kartezyen koordinatlara dönüştürülmüş ve elde edilen grafikler ( bu grafiklerde ek olarak  $\theta$  doğrultuları da bulunmaktadır) Çizelge 6.1'in hemen sonrasında gösterilmiştir.

$$x=g. \sin \theta \dots\dots\dots(6.1)$$

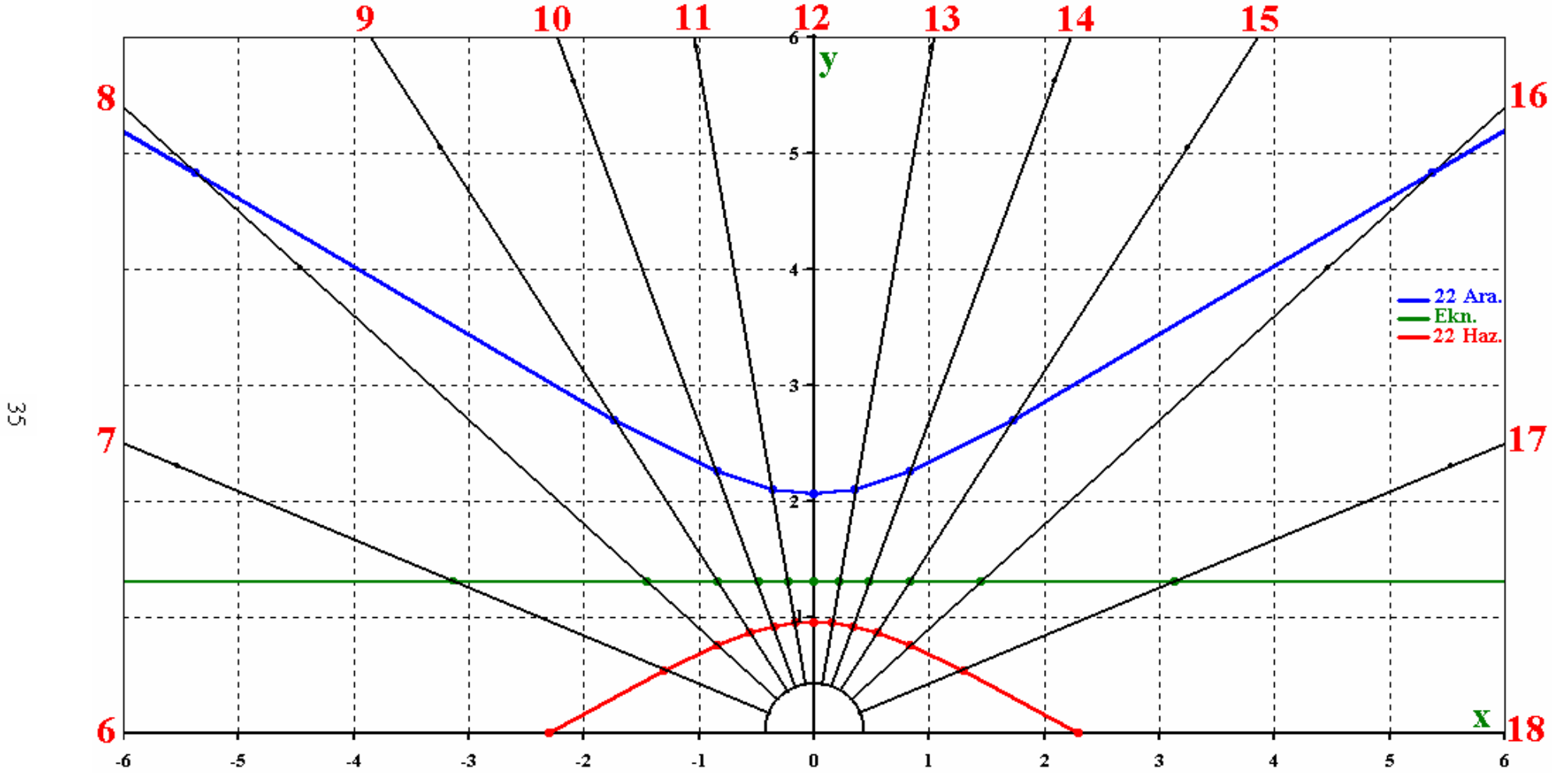
$$y=g. \cos \theta \dots\dots\dots(6.2)$$

x ve y, yukarıdaki formüllerden de anlaşılacağı üzere birim mil uzunluğu (1) cinsindedir.

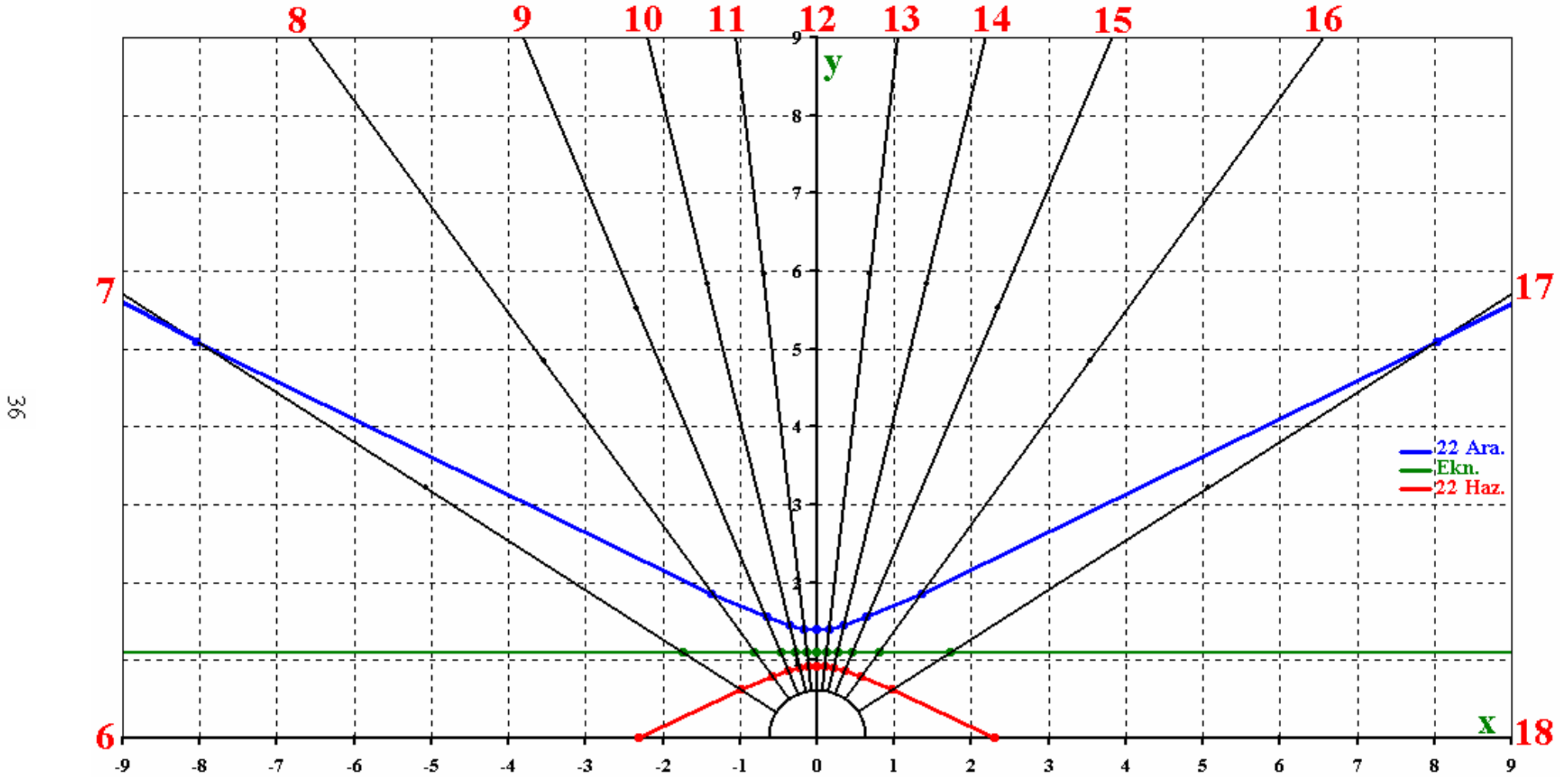
e = 40°		i = 0°				i = 15°				i = 30°				i = 45°				i = 60°				i = 75°				i = 90°			
		g (*)			$\theta^\circ$	g (*)			$\theta^\circ$	g (*)			$\theta^\circ$	g (*)			$\theta^\circ$	g (*)			$\theta^\circ$	g (*)			$\theta^\circ$				
Saatler	H(°)	22 A.	Ekn.	22 H.	$\theta^\circ$	22 A.	Ekn.	22 H.	$\theta^\circ$	22 A.	Ekn.	22 H.	$\theta^\circ$	22 A.	Ekn.	22 H.	$\theta^\circ$	22 A.	Ekn.	22 H.	$\theta^\circ$	22 A.	Ekn.	22 H.	$\theta^\circ$	22 A.	Ekn.	22 H.	$\theta^\circ$
6	-90	-	-	2.3	-90.0	-	-	2.3	-90.0	-	-	2.3	-90.0	2.3	-	-	-90.0	2.3	-	-	-90.0	2.3	-	-	-90.0	2.3	-	-	-90.0
7	-75	-	3.4	1.4	-67.4	9.5	2.1	1.2	-57.6	1.7	1.2	0.9	-32.9	0.9	1.1	1.2	-162.0	1.1	1.7	4.4	-128.1	1.3	2.9	-	-115.0	1.6	4.7	-	-109.3
8	-60	7.2	2.0	1.1	-48.1	2.3	1.4	1.0	-36.2	1.3	1.1	0.9	-16.7	0.9	1.0	1.1	-171.4	0.9	1.2	1.8	-149.4	1.1	1.7	4.4	-135.2	1.3	2.6	-	-127.0
9	-45	3.2	1.6	1.0	-32.7	1.7	1.2	0.9	-22.9	1.2	1.0	0.9	-9.9	1.0	1.0	1.1	-175.0	0.9	1.1	1.4	-161.1	1.0	1.4	2.5	-150.2	1.1	2.0	7.3	-142.5
10	-30	2.4	1.4	1.0	-20.4	1.5	1.1	0.9	-13.7	1.1	1.0	0.9	-5.7	1.0	1.0	1.1	-177.1	0.9	1.1	1.3	-168.8	1.0	1.3	2.0	-161.7	1.1	1.7	4.2	-156.1
11	-15	2.1	1.3	1.0	-9.8	1.4	1.1	0.9	-6.5	1.1	1.0	0.9	-2.7	1.0	1.0	1.0	-178.7	0.9	1.1	1.3	-174.8	0.9	1.2	1.8	-171.3	1.0	1.6	3.4	-168.4
12	0	2.1	1.3	1.0	0.0	1.4	1.1	0.9	0.0	1.1	1.0	0.9	0.0	1.0	1.0	1.0	7180	0.9	1.1	1.3	7180	0.9	1.2	1.8	7180	1.0	1.6	3.2	7180
13	15	2.1	1.3	1.0	9.8	1.4	1.1	0.9	6.5	1.1	1.0	0.9	2.7	1.0	1.0	1.0	178.7	0.9	1.1	1.3	174.8	0.9	1.2	1.8	171.3	1.0	1.6	3.4	168.4
14	30	2.4	1.4	1.0	20.4	1.5	1.1	0.9	13.7	1.1	1.0	0.9	5.7	1.0	1.0	1.1	177.1	0.9	1.1	1.3	168.8	1.0	1.3	2.0	161.7	1.1	1.7	4.2	156.1
15	45	3.2	1.6	1.0	32.7	1.7	1.2	0.9	22.9	1.2	1.0	0.9	9.9	1.0	1.0	1.1	175.0	0.9	1.1	1.4	161.1	1.0	1.4	2.5	150.2	1.1	2.0	7.3	142.5
16	60	7.2	2.0	1.1	48.1	2.3	1.4	1.0	36.2	1.3	1.1	0.9	16.7	0.9	1.0	1.1	171.4	0.9	1.2	1.8	149.4	1.1	1.7	4.4	135.2	1.3	2.6	-	127.0
17	75	-	3.4	1.4	67.4	9.5	2.1	1.2	57.6	1.7	1.2	0.9	32.9	0.9	1.1	1.2	162.0	1.1	1.7	4.4	128.1	1.3	2.9	-	115.0	1.6	4.7	-	109.3
18	90	-	-	2.3	90.0	-	-	2.3	90.0	-	-	2.3	90.0	2.3	-	-	90.0	2.3	-	-	90.0	2.3	-	-	90.0	2.3	-	-	90.0

Çizelge 6.1

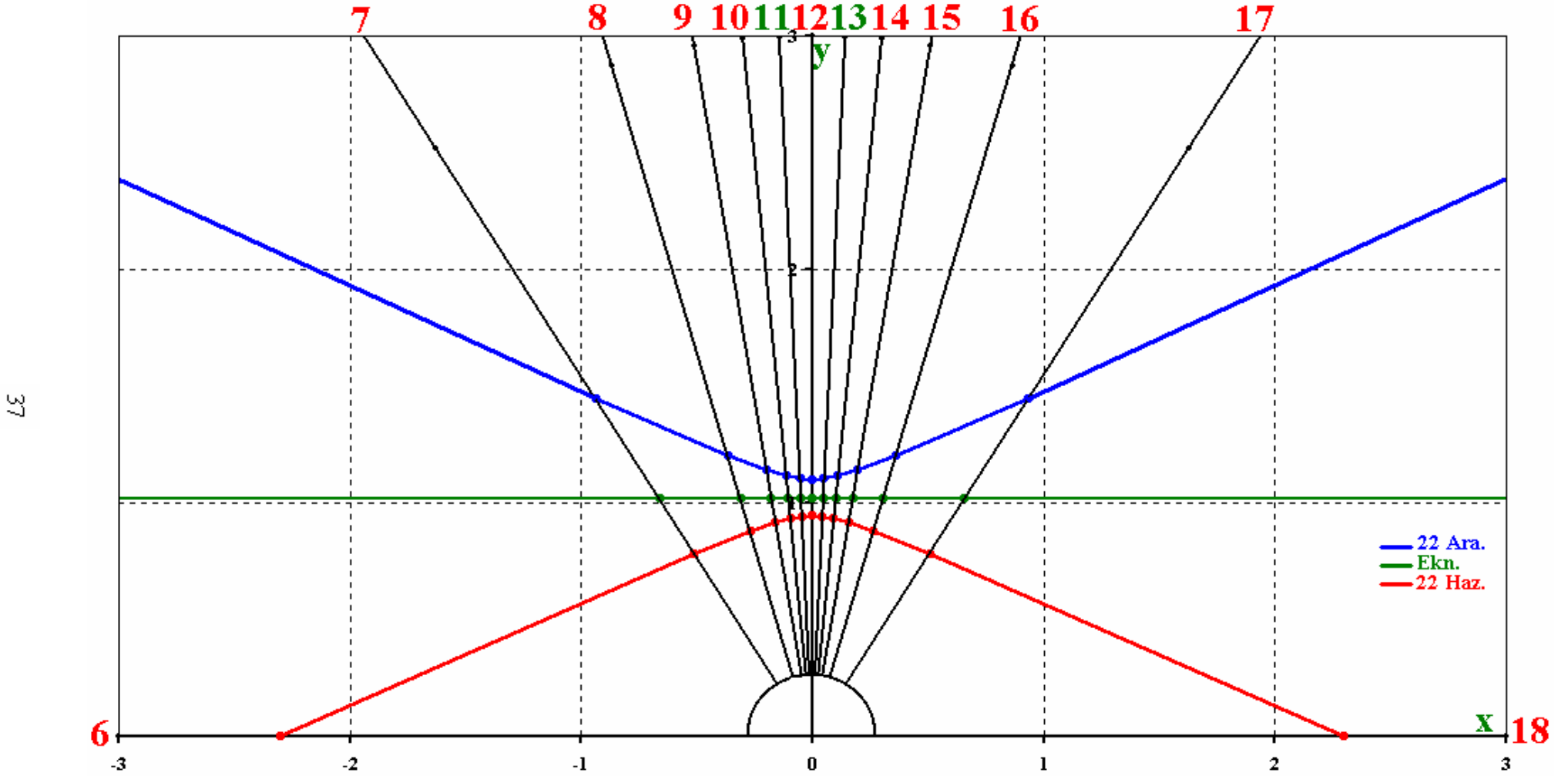
(\*) : Birim mil uzunluğu (1) cinsinden.



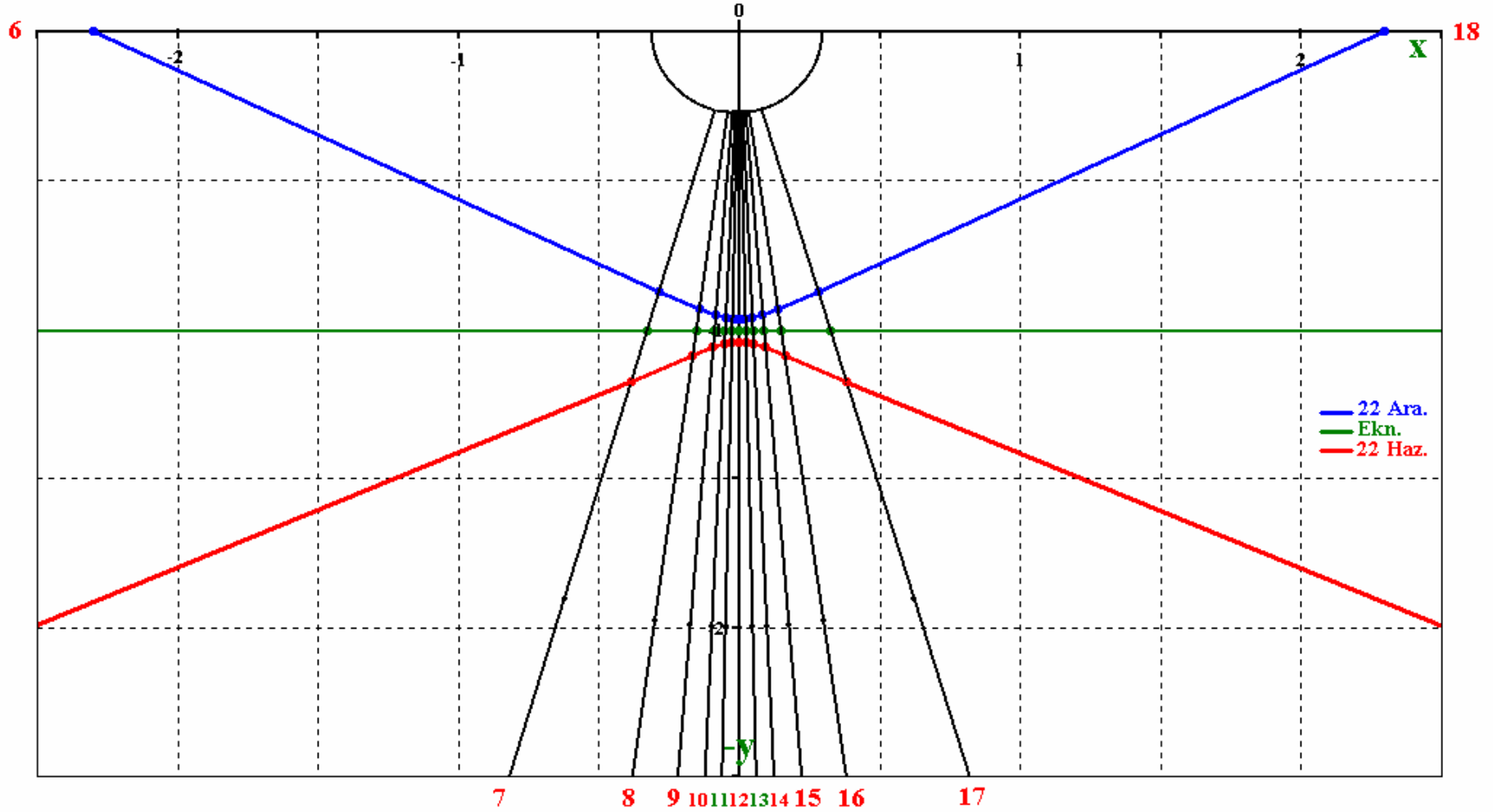
**Şekil 6.1**  $i = 0^\circ$  için çözüm. Burada birim uzunluklu milin bir ucu orijinde olup diğer ucu da Kuzey Gök Kutbu (P) doğrultusundadır. Mil, şekilde gösterilmemiştir. Eğri çizgiler, 22 Haziran, ekinoks ve 22 Aralık tarihleri için deklinasyon çizgileridir.



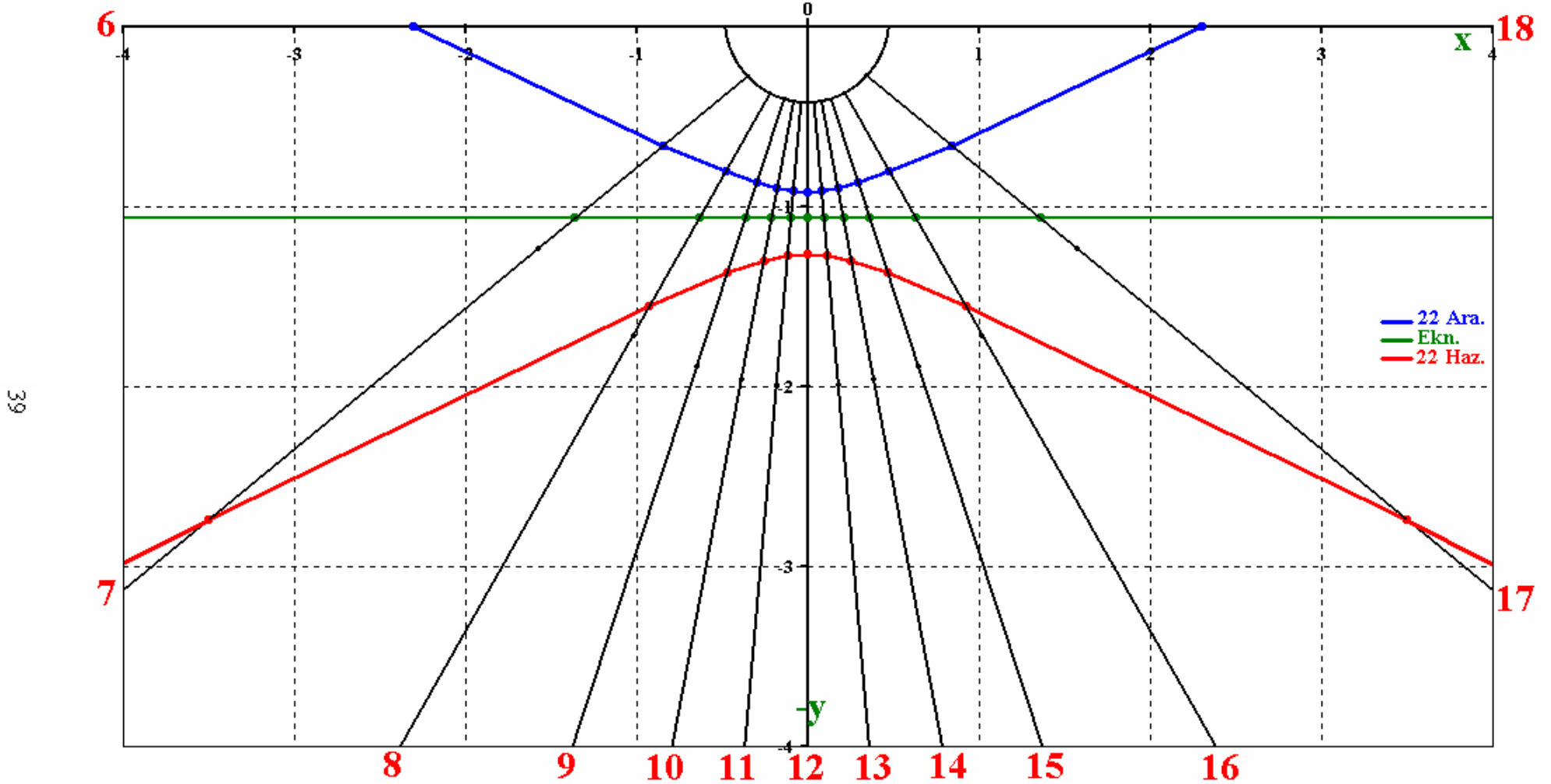
Şekil 6.2  $i = 15^\circ$  için çözüm. Burada birim uzunluklu milin bir ucu orijinde olup diğer ucu da Kuzey Gök Kutbu (P) doğrultusundadır. Mil, şekilde gösterilmemiştir. Eğri çizgiler, 22 Haziran, ekinoks ve 22 Aralık tarihleri için deklinasyon çizgileridir.



Şekil 6.3  $i = 30^\circ$  için çözüm. Burada birim uzunluklu milin bir ucu orijinde olup diğer ucu da Kuzey Gök Kutbu (P) doğrultusundadır. Mil, şekilde gösterilmemiştir. Eğri çizgiler, 22 Haziran, ekinoks ve 22 Aralık tarihleri için deklinasyon çizgileridir.

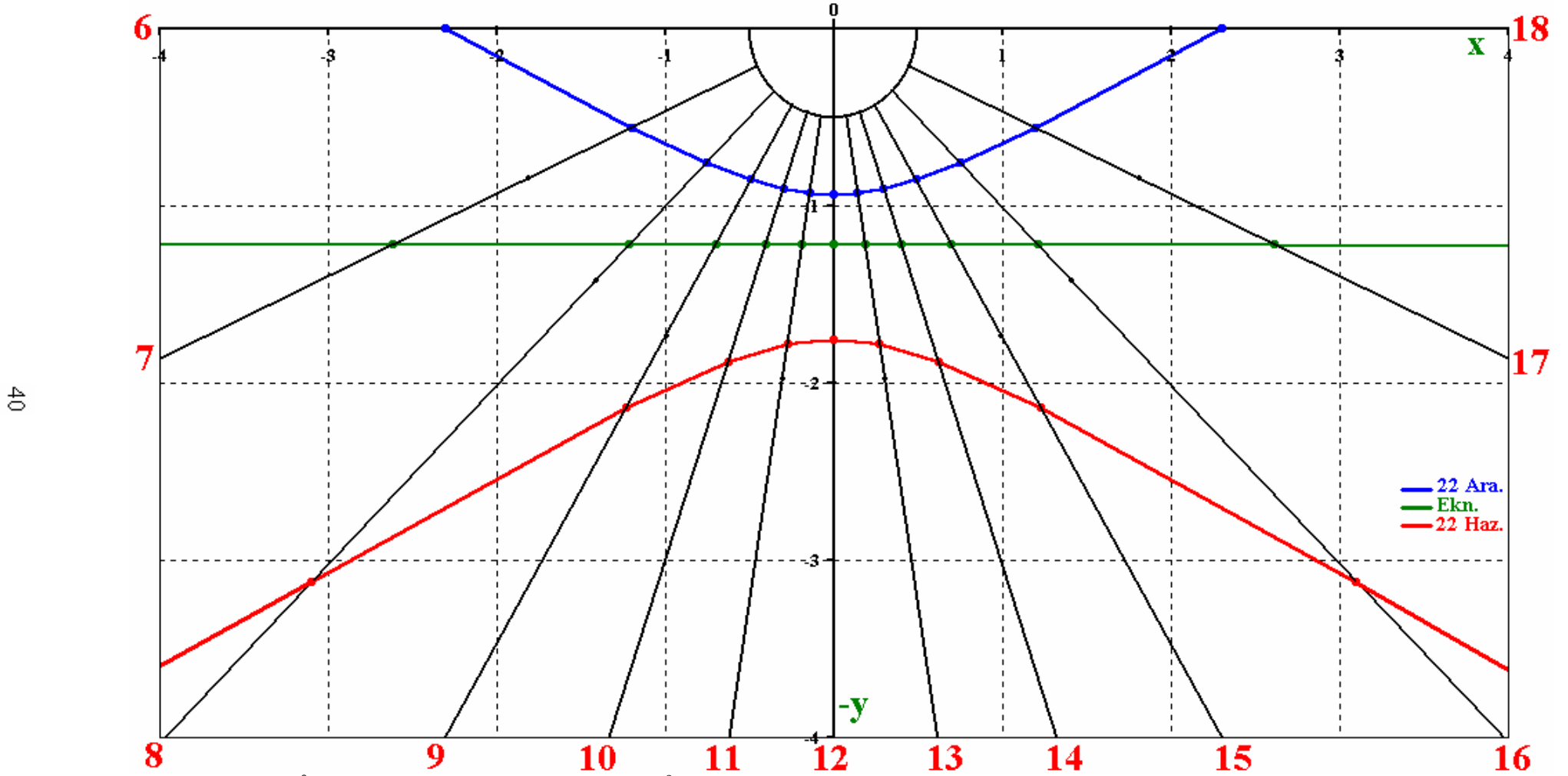


**Şekil 6.4**  $i = 45^\circ$  için çözüm ( $-y$ , Şekil 5.2.1'deki  $G^9$  doğrultusudur). Burada birim uzunluklu milin bir ucu orijinde olup diğer ucu da Güney Gök Kutbu ( $P^9$ ) doğrultusundadır. Mil, şekilde gösterilmemiştir. Eğri çizgiler, 22 Haziran, ekinoks ve 22 Aralık tarihleri için deklinasyon çizgileridir.

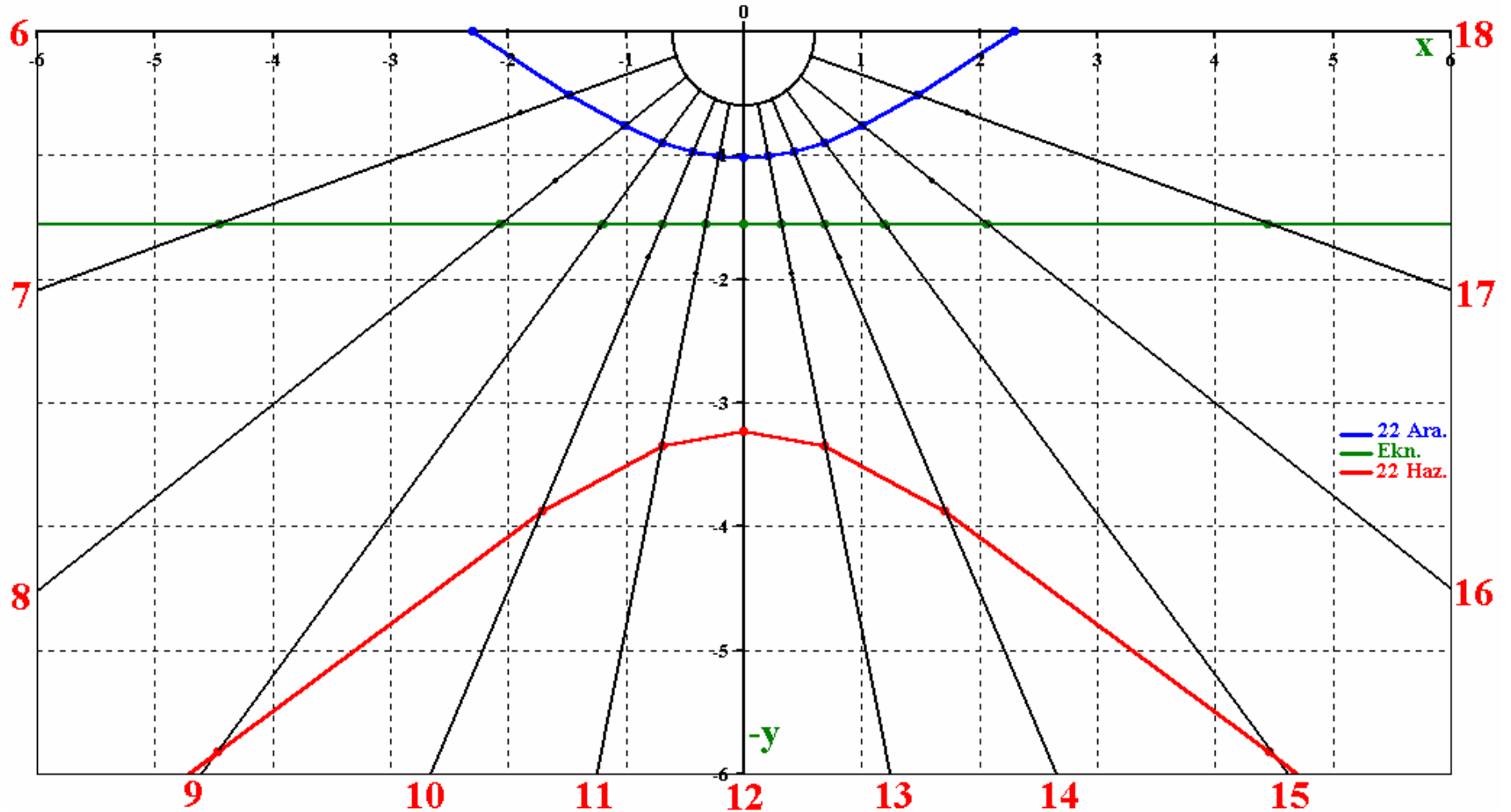


**Şekil 6.5**  $i = 60^\circ$  için çözüm (-y, Şekil 5.2.1'deki  $G^9$  doğrultusudur). Burada birim uzunluklu milin bir ucu orijinde olup diğer ucu da Güney Gök Kutbu ( $P^9$ ) doğrultusundadır. Mil, şekilde gösterilmemiştir. Eğri çizgiler, 22 Haziran, ekinoks ve 22 Aralık tarihleri için deklinasyon çizgileridir.





**Şekil 6.6**  $i = 75^\circ$  için çözüm ( $-y$ , Şekil 5.2.1'deki  $G^9$  doğrultusudur). Burada birim uzunluklu milin bir ucu orijinde olup diğer ucu da Güney Gök Kutbu ( $P^9$ ) doğrultusundadır. Mil, şekilde gösterilmemiştir. Eğri çizgiler, 22 Haziran, ekinoks ve 22 Aralık tarihleri için deklinasyon çizgileridir.



**Şekil 6.7**  $i = 90^\circ$  için çözüm ( $-y$ , Şekil 5.2.1'deki  $G^9$  doğrultusudur). Burada birim uzunluklu milin bir ucu orijinde olup diğer ucu da Güney Gök Kutbu ( $P^9$ ) doğrultusundadır. Mil, şekilde gösterilmemiştir. Eğri çizgiler, 22 Haziran, ekinoks ve 22 Aralık tarihleri için deklinasyon çizgileridir. Bu çözüm Güney yönelimli dikey kadranlı Güneş saatinin çözümüdür.

## 7. BİR UYGULAMA

Bu tez çalışmasında bir uygulama olarak Çanakkale şehri için yatay kadranlı bir Güneş saatinin hesapları yapılmış ve çözüm grafikleri elde edilmiştir. Şekil 6.1’de görülen çözüm, bu uygulamada biraz daha detaylı hale getirilmiştir.

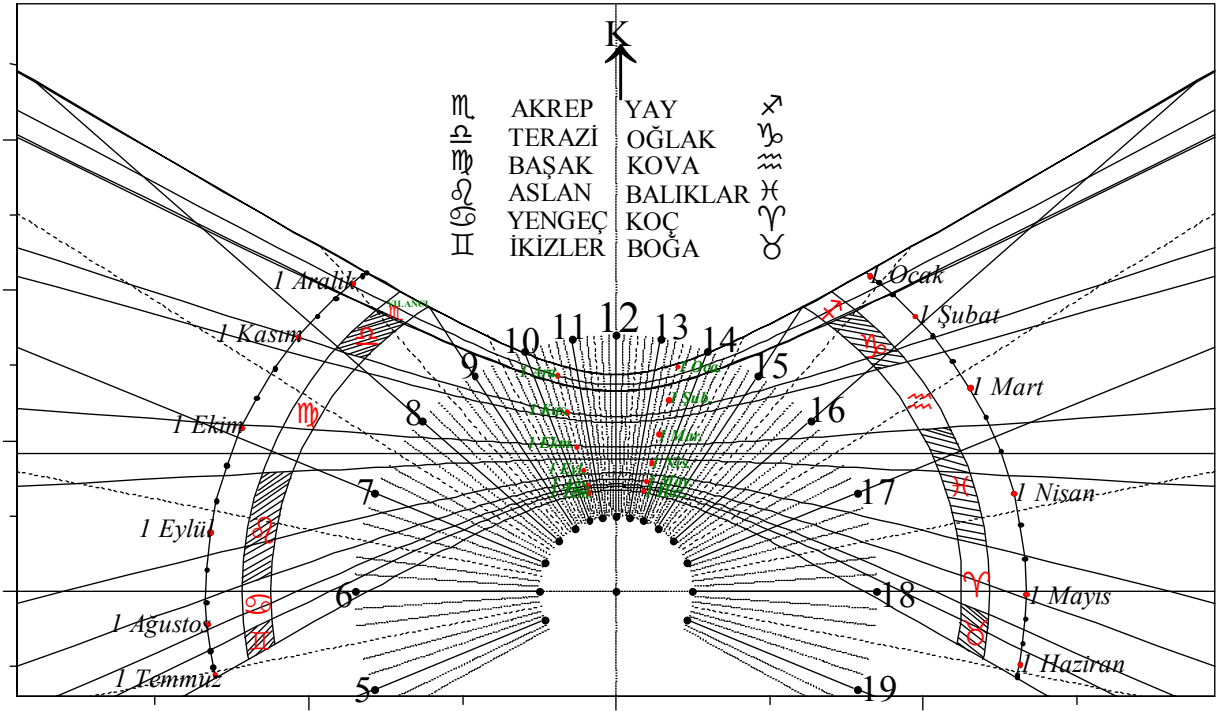
### 7.1 Tasarım ve Çözüm

Enlemi  $e = 40^\circ$  olan Çanakkale için,  $7^{sa}20^{dk} - 16^{sa}40^{dk}$  ( $110^\circ - 110^\circ$ ), bu aralıklar en uzun günün yaşandığı sırada Güneş’in Çanakkale’deki batma ve doğma saat açılarıdır. (5.2.4) formülünden H’in çekilmesiyle hesaplanırlar) arasında 10 dakikalık ( $2.5^\circ$  lik) aralıklarla değişen H saat açıları kullanılarak, denklem (5.1.2)’den  $\theta$  gölge doğrultuları ve denklem (5.2.5)’ten de  $l = 35$  cm uzunluklu bir milin gündönümü ( $\delta=623^\circ.44$ ), ekinoks ( $\delta=0^\circ$ ) ve Güneş’in burç değiştirme zamanlarındaki (Güneş’in burç değiştirme zamanları Çizelge 7.1.1 ve Çizelge 7.1.2’de gösterilen  $\delta$  değerlerine ( $\delta=-23^\circ.44$  ve  $\delta=0^\circ.00$  hariç) karşılık gelir) g gölge uzunlukları boyutları 390cm3230cm olarak düşünülen yatay bir kadran ( $i=0^\circ$ ) üzerinde hesaplanmış, sonuçta elde edilen değerler Çizelge 7.1.1 ve Çizelge 7.1.2’de gösterilmiştir (- ile gösterilen bölümlerde gölge ya kadran sınırlarının dışındadır ya da oralarda gölge yoktur).

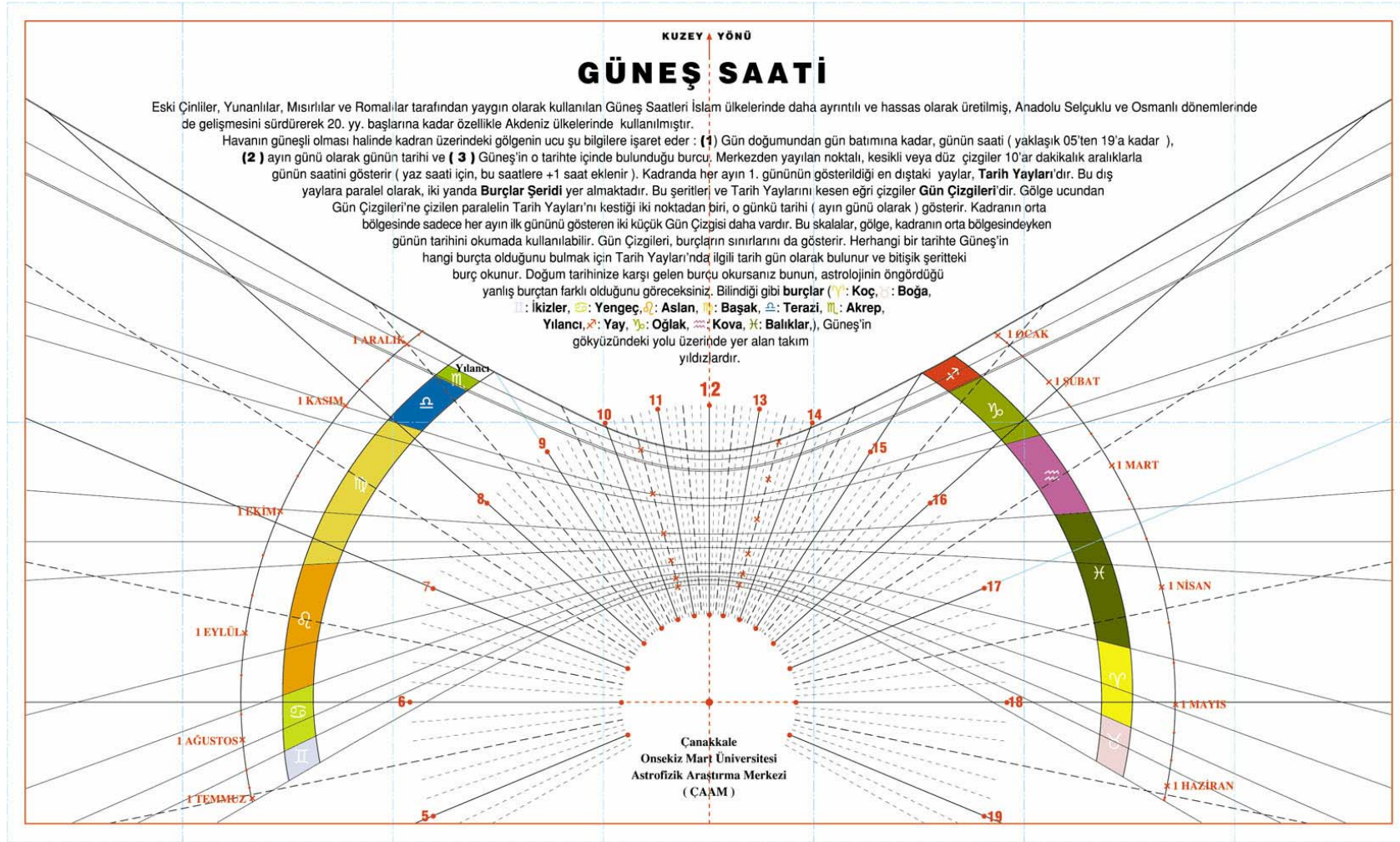
Çizelge 7.1.1 ve Çizelge 7.1.2’deki ( $g, \theta$ ) kutupsal koordinatları, gölge düzlemi üzerinde yer alan ve daha önce Bölüm 5.2’de tanımlanmış olan x-y ( $(D-K^9)$ ,  $K^9$  noktası yatay kadranda coğrafik Kuzey noktasıyla (K) çakışıktır) koordinat sistemi için daha önce yukarıda verilmiş olan (6.1) ve (6.2) dönüşüm formülleriyle kartezyen koordinatlara (cm biriminde) dönüştürülmüş ve elde edilen çözüm grafiği Çizelge 7.1.2’nin hemen sonrasında Şekil 7.1.1 olarak gösterilmiştir. Bu grafikte ek olarak  $\theta$  doğrultuları, Güneş’in hangi zamanda hangi burçta olduğunu bildiren bir gösterge (burç şeridi) ve üzerinde ayların 1., 10. ve 20. günlerinin işaretlenmiş olduğu biri büyük biri küçük iki cetvel (tarih yayları) bulunmaktadır. Küçük cetvelde ayların sadece 1. günleri gösterilmiştir.







**Şekil 7.1.1** Yukarıdaki çerçevenin boyutları 390cm3230cm olarak düşünülmüştür. Merkez noktası (iç çemberin merkezi) Bölüm 5.2’de tanımlanmış olan x-y koordinat sisteminin orijindir, Kuzey (K) doğrultusundaki eksen dik eksen (y), saat 18 (ya da Doğu) doğrultusundaki eksen ise yatay eksen olan x eksenidir. Orijinden radyal olarak dışarı doğru yayılan düz çizgiler saat çizgileridir ( $\theta$  gölge doğrultularıdır) ve her ardışık çizginin arası 10 zaman dakikasdır. Eğrisel görünen çizgiler ise deklinasyon çizgileridir. Bu deklinasyon çizgileri burçların sınırlarına denk gelen değerler oldukları için gösterdikleri tarihin (ay ve gün) yanında aynı zamanda Güneş’in hangi burçta olduğunu da göstermektedirler. Bir taralı bir beyaz olarak gösterilen şerit (burç şeridi), Güneş’in o anda hangi burçta yer aldığını deklinasyon çizgileri yardımıyla gösterir. En sağdaki ve en soldaki çember parçaları (tarih yayları) ise tarih (ay ve gün) okumada yardımcı olan birer cetveldir, şeklin orta bölgelerinde de diğerine göre daha küçük benzer bir cetvel yer almaktadır. Büyük cetvel üzerinde ayların 1., 10. ve 20. günleri, küçük cetvelde ise ayların sadece ilk günleri işaretlenmiştir. Bu cetveller (tarih yayları) üzerinde yer alan tarih noktaları, o tarihlere ilişkin deklinasyon çizgilerinin (bu deklinasyon çizgileri gösterilmemiştir) tarih yaylarını kestiği noktalarlardır.



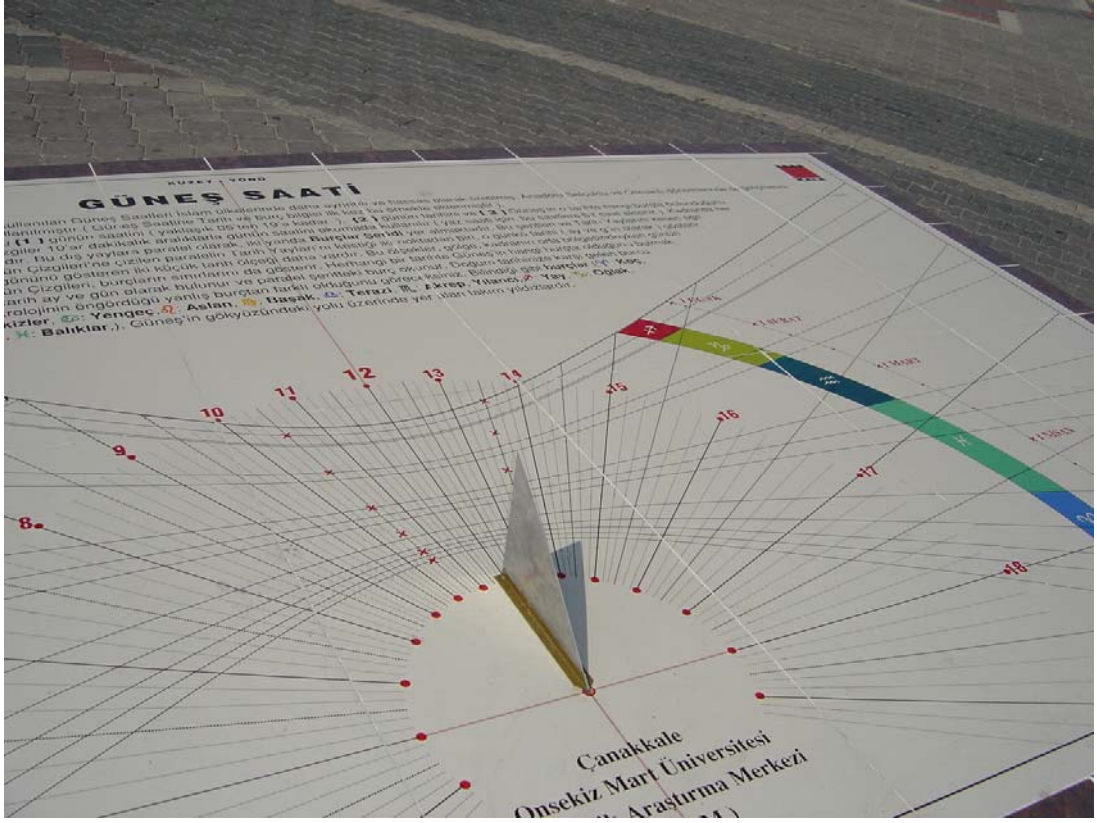
Şekil 7.1.2 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Astrofizik Araştırma Merkezindeki ve Çanakkale şehri kordon boyundaki Güneş saatinin kadranı.

## 7.2 Güneş Saatinin Kullanımı

Havanın güneşli olması halinde milin kadran üzerindeki gölgesinin ucu günün saatini (yaklaşık 05'ten 19'a kadar), ay ve gün olarak tarihi ve Güneş'in o tarihte hangi burçta bulunduğunu gösterir. Merkezden yayılan noktalı, kesikli veya düz çizgiler 10'ar dakikalık aralıklarla günün saatini okumada kullanılır. Kadranda her ayın 1., 10. ve 20. günlerinin gösterildiği yaylar, tarih yaylarıdır. Bu dış yaylara paralel olarak, iki yanda burçlar şeridi yer almaktadır. Bu şeritleri ve tarih yaylarını kesen eğrisel çizgiler o günkü tarihi okumak için kullanılır. Gölge ucundan bu çizgilere çizilen paralelin tarih yaylarını kestiği iki noktadan biri o günkü tarihi (ay ve gün olarak) gösterir. Kadranın orta bölgesinde her ayın ilk gününü gösteren iki küçük tarih ölçeği (tarih yayı) daha vardır. Bu ölçek gölge, kadranın orta bölgesindeyken günün tarihini okumada kullanılabilir. Herhangi bir tarihte Güneş'in hangi burçta olduğunu bulmak için öncelikle tarih yaylarında ilgili tarih ay ve gün olarak bulunur. Sonra bulunan bu noktadan bitişikte yer alan burç şeridine doğru ve eğrisel çizgilere paralel olarak gidildiğinde Güneş'in o anda içinde bulunduğu burç görülecektir. Burçlar Güneş'in gökyüzündeki yolu üzerinde yer alan takımyıldızlardır: ♈: Koç, ♉: Boğa, ♊: İkizler, ♋: Yengeç, ♌: Aslan, ♍: Başak, ♎: Terazi, ♏: Akrep, ♐: Yılancı, ♑: Yay, ♒: Oğlak, ♓: Kova, ♈: Balıklar.

Güneş saatine tarih (ay ve gün olarak) ve burç bilgisi ilk kez bu çalışmada eklenmiş ve Güneş saatlerinin aynı zamanda bir takvim olarak da kullanılabileceği gösterilmiştir.





**Şekil 7.2.1** Çanakkale şehri kordon boyundaki Güneş saati. Burada gölge veren nesne dik üçgen biçiminde metal bir levhadır. Bu dik üçgenin hipotenüsü önceki bölümlerde özelliklerini tanımladığımız  $l$  uzunluklu mildir.

Güneş saatinin gösterdiği Gerçek Güneş zamanından kol saatine geçiş yapabilmek için Güneş saatinin gösterdiği saate  $A$  gibi bir düzeltme terimi eklenmelidir.

$$A = \Delta\lambda - E(t) \dots\dots\dots(7.2.1)$$

Burada  $\Delta\lambda$ , Türkiye bölge boylamı ( $2^{\text{sa}} 00^{\text{dk}} 00^{\text{s}}$  Doğu) ile Çanakkale şehrinin boylamı ( $1^{\text{sa}} 45^{\text{dk}} 54^{\text{s}}$  Doğu) arasındaki farktır ve değeri  $14^{\text{dk}} 06^{\text{s}}$  dir.  $E(t)$  ise zaman denklemi olarak bilinen bir fonksiyondur. Her güne ilişkin  $E(t)$  değerleri önceden hesaplanmakta ve yıllık olarak hazırlanan astronomik almanaklarda çizelgeler halinde sunulmaktadır. Aşağıda yer alan Çizelge 7.2.1 güncel (2004 yılına ait)  $E(t)$  değerleri kullanılarak oluşturulmuştur. Bu çizelge her ayın 1.-10., 10.-20. ve 20.-30. günleri için Güneş saatinin gösterdiği saate eklenmesi gereken  $A$  düzeltme terimlerini göstermektedir. Çizelge 7.2.1 Çanakkale şehri için geçerlidir.

	A		
	Ayın 01.-10. Günleri	Ayın 10.-20. Günleri	Ayın 20.-30. Günleri
<b>OCAK</b>	19 <sup>dk</sup> 09 <sup>s</sup>	23 <sup>dk</sup> 16 <sup>s</sup>	26 <sup>dk</sup> 18 <sup>s</sup>
<b>ŞUBAT</b>	28 <sup>dk</sup> 07 <sup>s</sup>	28 <sup>dk</sup> 22 <sup>s</sup>	27 <sup>dk</sup> 24 <sup>s</sup>
<b>MART</b>	25 <sup>dk</sup> 51 <sup>s</sup>	23 <sup>dk</sup> 19 <sup>s</sup>	20 <sup>dk</sup> 22 <sup>s</sup>
<b>NİSAN</b>	17 <sup>dk</sup> 03 <sup>s</sup>	13 <sup>dk</sup> 52 <sup>s</sup>	12 <sup>dk</sup> 10 <sup>s</sup>
<b>MAYIS</b>	10 <sup>dk</sup> 48 <sup>s</sup>	10 <sup>dk</sup> 22 <sup>s</sup>	10 <sup>dk</sup> 50 <sup>s</sup>
<b>HAZİRAN</b>	12 <sup>dk</sup> 20 <sup>s</sup>	14 <sup>dk</sup> 16 <sup>s</sup>	16 <sup>dk</sup> 26 <sup>s</sup>
<b>TEMMUZ</b>	18 <sup>dk</sup> 25 <sup>s</sup>	19 <sup>dk</sup> 52 <sup>s</sup>	20 <sup>dk</sup> 30 <sup>s</sup>
<b>AĞUSTOS</b>	20 <sup>dk</sup> 05 <sup>s</sup>	18 <sup>dk</sup> 39 <sup>s</sup>	16 <sup>dk</sup> 20 <sup>s</sup>
<b>EYLÜL</b>	13 <sup>dk</sup> 01 <sup>s</sup>	09 <sup>dk</sup> 34 <sup>s</sup>	06 <sup>dk</sup> 02 <sup>s</sup>
<b>EKİM</b>	02 <sup>dk</sup> 46 <sup>s</sup>	00 <sup>dk</sup> 05 <sup>s</sup>	-01 <sup>dk</sup> 41 <sup>s</sup>
<b>KASIM</b>	-02 <sup>dk</sup> 16 <sup>s</sup>	-01 <sup>dk</sup> 22 <sup>s</sup>	00 <sup>dk</sup> 55 <sup>s</sup>
<b>ARALIK</b>	04 <sup>dk</sup> 28 <sup>s</sup>	08 <sup>dk</sup> 57 <sup>s</sup>	13 <sup>dk</sup> 53 <sup>s</sup>

**Çizelge 7.2.1** Güneş saati Gerçek Güneş Zamanını (GGZ) göstermektedir. Kullandığımız saat Türkiye Bölge Zamanıdır (TBZ). GGZ'den TBZ'ye geçmek için GGZ'ye A eklenir. Yıl boyunca değişen A'nın değerleri bu çizelgede verilmiştir. Örneğin 25 Haziranda  $GGZ=13^{sa} 50^{dk} + 16.5^{dk}=14^{sa} 06.5^{dk}$  olur. Yaz saati uygulamalarında ise A düzeltme terimlerine 1 saat eklenir ve o şekilde kullanılır.



**Şekil 7.2.2** Çanakkale şehri kordon boyundaki Güneş saati (bir başka açıdan).



Şekil 7.2.3 Çanakkale şehri kordon boyundaki Güneş saati (diğer bir açıdan).



Şekil 7.2.4 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Astrofizik Araştırma Merkezindeki Güneş saatinin yerleştirilmesi (Haziran 2003)

## 8. SONUÇ

Zaman ölçümüne temel oluşturan Güneş, görünen hareketi ile yeryüzündeki gölgelerin konumlarını (doğrultularını) ve boyutlarını değiştirir. İçinde bulunduğumuz zaman, gölgelere bakılarak tahmin edilebildiği gibi Güneş'in görünen hareketi iyi biliniyorsa her hangi bir zamanda gölgelerin konum ve boyutları geometrik ve matematiksel bazı yöntemlerle de hesaplanabilmektedir.

Bu tez çalışmasında yapılan hesaplama, Güneş'in bilinen görünür hareketinden faydalanarak özel yerleştirilmiş  $l$  uzunluklu bir milin gölge düzlemi olarak tanımlanan düzlem üstündeki gölgesinin değişen zaman aralıklarındaki doğrultularını ve boyutlarını bulmaya yönelik olan hesaplamadır. Bu yönteme dayalı olarak oluşturulduktan sonra hatasız şekilde kurulan bir Güneş saati (Çanakkale'deki Güneş saatleri yaklaşık bu şekildedir) gözlemsel olarak incelendiğinde gölge doğrultularındaki hataların en fazla 61 zaman dakikası, gölge boyutlarındaki hataların ise yine en fazla 61 gün yöresinde olduğu görülür. Bu küçük yanılmanın atmosferin kırma etkisinden kaynaklandığı bilinmektedir.

## 9. ÖZET

Bu tez çalışmasında, Güneş'in görünür hareketinden yararlanılarak, özel olarak yerleştirilmiş  $l$  uzunluklu bir çubuğun çeşitli zaman aralıklarında düzlem üstündeki gölge boyutları ve doğrultuları küresel trigonometri ve düzlemsel geometri ile hesaplanmıştır.

Birinci bölümde Güneş saati kavramına ilişkin açıklamalar yapılmıştır. İkinci bölümde genel tarihçe, Güneş saati tipleri ve günümüzde kullanılan bazı Güneş saatlerine değinilmiştir. Üçüncü ve dördüncü bölümlerde Güneş'in ekvatorial koordinatları ile Güneş'in görünen hareketi sunulmuştur. Beşinci bölümde hesaplarda kullanılan formüllerin nasıl ortaya çıktığı gösterilmiştir. Altıncı bölümde hesaplar yapılmış ve sunulmuştur. Son olarak, Çanakkale şehri için yatay kadranlı bir Güneş saati tasarımı gösterilmiştir.

## 10. SUMMARY

In this thesis study, by the help of apparent motion of the Sun, shadow lengths and directions on the plane of a stick of  $l$  in length which is specially placed, were calculated at various intervals by through spherical trigonometry and Euclidean geometry.

In the first section, the explanations regarding sundial concept were made. In the second section, general history, sundial types and some of sundials used today were mentioned. In the third and fourth sections, equatorial coordinates and apparent motion of the Sun were presented. In the fifth section, how the formulas used in calculations emerged was shown. In the sixth section, the calculations were made and shown. Finally, a design of a horizontal planed sundial for the city of Çanakkale was demonstrated.

## KAYNAKLAR

1. KIZILIRMAK, A., 1998. Gök bilim Dersleri Cilt I (Küresel Gök bilim), Ege Üniversitesi Matbaası, Üçüncü Baskı, Bornova, İzmir
2. ÇAM, N., 1990, Osmanlı Güneş Saatleri, Kültür Bakanlığı, Ankara
3. The Astronomical Almanac, 2004. U.S. Naval Observatory, Washington and Royal Greenwich Observatory, London
4. TÜFEKÇİOĞLU, Z., 1974. Gök Mekanığı, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
5. ARIT, S., 1997. Saatin Öyküsü. Tübitak Bilim ve Teknik Derg., sayı353: 50-56
6. ÖCAL, Ö.Ö., 2001. Güneş Saatleri ve Temel Çalışma Prensipleri. Ankara Üniversitesi, (Lisans Diploma Çalışması)

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında yardımlarını esirgemeyen ve bu çalışmanın bir uygulaması niteliğindeki yatay kadranlı Güneş saatini hayata geçirebilmem için tüm desteğini ve gücünü ortaya koyan danışman hocam Prof.Dr. Osman DEMİRCAN'a en derin teşekkürlerimi sunarım.

Bununla birlikte, Güneş saatleri için kullanılan seramik malzemelerin oluşturulması ve yerleştirilmesi aşamasında yine desteği ve emeği geçen Çanakkale Belediye Başkanı Ülgür GÖKHAN'a, Çanakkale Seramik Fabrikaları Genel Müdürü Hasan SAZCI'ya, Çanakkale Seramik Fabrikası Çanakkale Şubesi Dizayn Geliştirme Müdürü Mecit ÖZLAV'a, Çanakkale Seramik Fabrikası Çanakkale Şubesi Kalebobur ARGE'de görevli Grafiker Hanife ÇUN'a, arkadaşlarım Uzm. Şeref DOĞAN'a ve Arş. Gör. S.Serkan Doğru'ya, Güneş saati millerinin yapımında ve montajında emek harcayan Yalçın AKAY'a ve ayrıca bu konuda emeği geçen herkese yine en içten teşekkürlerimi iletirim.



## **ÖZGEÇMİŞ**

**Adı Soyadı :** Afşar KABAŞ

**Doğum Yeri, Yılı :** İstanbul, 1975

**Adres :** Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü

### **Eğitim Durumu:**

1981-1986 : Atatürk İlkokulu – Erdek / BALIKESİR

1986-1989 : Erdek Ortaokulu – Erdek / BALIKESİR

1989-1992 : Kabataş Erkek Lisesi - İSTANBUL

1993-2001 : Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü - ANKARA

2001- : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik

Anabilim Dalı

**Staj-Kurslar** : --

### **Mesleki Deneyim:**

2002- : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik  
Bölümünde Araştırma Görevliliği



