

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

TARİHİ GÜNEŞ SAATLERİ VE ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

TEZ - 400
BİTİRME ÇALIŞMASI

SELİM YAZICI
II ÖĞRETİM

2021

TRABZON

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

TARİHİ GÜNEŞ SAATLERİ VE ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

SELİM YAZICI
II ÖĞRETİM

Danışman: Doç. Dr. ÖMER NECATİ CORA

Bölüm Başkanı: Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

2021

TRABZON

ÖNSÖZ

Lisans çalışmalarım sırasında yardım eden, bilgi ve tecrübelerini paylaşan hocam, Sayın Doç. Dr. Ömer Necati CORA' ya teşekkür ederim.

Ayrıca, çalışmalarımda bana destek olan, sabır gösteren ve her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.

ÖZET

Bu tez çalışmasında, güneş saatleri ve çalışma prensipleri incelenmiştir. Güneş saatleri incelenerek hesaplamaları ve kullanım şekilleri anlatılmaktadır.

Tezin ilk bölümünde; güneş saatleri tarihçesi anlatılmaktadır. Sonraki bölümde, ülke bazlı ve malzeme bazlı olarak güneş saati örnekleri belirtilmektedir. Özellikle Fatih Cami'de bulunan güneş saati incelenmiştir. Son bölümde ise; boylam düzeltmeleri ve yapım, okunma yöntemleri anlatılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Güneş saati, kadran, düşey, yatay, doğusal, batısal, kutup

SUMMARY

In this thesis, sundials and working principles were examined. Sundials are examined and their calculations and usage patterns are explained.

In the first part of the thesis; The history of sundials is explained. In the next section, examples of sundials are given by country and by material. Especially the sundial in Fatih Mosque was examined. In the last part; longitude corrections and construction and reading methods are explained.

Keywords: Sundial, dial, vertical, horizontal, eastern, western, pole

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
ÖZET.....	IV
SUMMARY.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XIV
1. GİRİŞ.....	1
1.1 GÜNEŞ SAATİ TARİHİ.....	2
2. GÜNEŞ SAATİ ÖRNEKLERİ.....	9
2.1 Fatih Camii Güneş Saati.....	9
2.1.1 Büyük Saat.....	11
2.1.2 Küçük Saat.....	13
2.2 İlk Güneş Saati Örnekleri.....	14

2.3 İslam Medeniyetlerindeki Güneş Saati Örnekleri.....	20
2.4 Dünyadan Güneş Saati Örnekleri.....	25
2.5 Materyallerine Göre Güneş Saati Örnekleri.....	27
2.5.1 Mermer ile Yapılan Güneş Saati Örnekleri.....	27
2.5.2 Kireçtaşı ile Yapılan Güneş Saati Örnekleri.....	28
2.5.3 Taş ile Yapılan Güneş Saati Örnekleri.....	29
2.5.4 Diğer Materyaller ile Yapılan Güneş Saati Örnekleri.....	30
3. GÜNEŞ SAATİ OKUMA YÖNTEMLERİ.....	33
3.1 Zaman Denklemi Düzeltmesi (E(T)).....	33
3.2 Boylam Düzeltmesi.....	34
4. GÜNEŞ SAATİ HESAPLANMASI VE ÇEŞİTLERİ.....	36
4.1 Ekvatorial Güneş Saati.....	37
4.2 Yatay Güneş Saati.....	39
4.2.1 Yatay Güneş Saatinin Geometrik Çizimi.....	43
4.3 Düşey Güneş Saati.....	45
4.3.1 Güneysel Güneş Saatlerinin Çizimi.....	45
4.3.1.1 Yapım Yöntemi.....	46
4.3.1.2 Üçgenlerden Yararlanarak Düşey Güneş Saatinin Çizilmesi.....	47

4.3.2 Doğusal ya da Batısal Güneş Saati Çizimi.....	49
4.3.2.1 Saat Çizgileri Arasındaki Uzunlukların Hesap Yöntemi.....	50
4.3.3 Çarpık Güneş Saati.....	51
4.3.3.1 Çarpık Güneş Saati Çizim Yöntemi.....	52
4.4 Meridyen Güneş Saati.....	53
4.5 Kutup Güneş Saati.....	54
5. SONUÇ.....	55
6.REFERANS.....	56

SİMGELER VE KISALTMALAR

MÖ: Milattan Önce

MS: Milattan Sonra

DK: Dakika

SN: Saniye

SA: Saat

YY: Yüzyıl

İÖ: İslamiyet'ten Önce

İS: İslamiyet'ten Sonra

Tan: Tanjant

Cot: Kotanjant

Cos: Kosinüs

Sin: Sinüs

°: Derece

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.Tuthmosis döneminde Güneş saati.....	3
Şekil 2: Yarım küre güneş saati.....	4
Şekil 3: 2020 yılında, Denizli’de Laodikea Antik Kenti’nde bulunan en az 2000 yıllık olduğu düşünülen güneş saati.....	4
Şekil 4: Rüzgâr Kulesi.....	5
Şekil 5: Side- Koniksel Güneş Saati (Side Arkeoloji Müzesi, Antalya).....	6
Şekil 6: Edirnekapı Şehitliği’ndeki yatay güneş saati alt kısmı – İstanbul.....	7
Şekil 7: Kubbetü’s-sahra’nın dikey güneş saati.....	8
Şekil 8: Silindir Güneş Saati.....	8
Şekil 9: Fatih Cami güneş saati görünümü.....	10
Şekil 10: Fatih Camii Krokisi.....	11
Şekil 11: Fatih Camii Büyük ve Küçük Güneş Saati.....	12
Şekil 12: Yerel saatte küçük Güneş Saatinin 14:10 ‘da ki durumu.....	13
Şekil 13: Fatih Cami Güneş saatinin 14:10 ‘da ki durumu.....	13
Şekil 14: Mısırın krallar vadisindeki güneş saati.....	14
Şekil 15: III.Amenophis döneminde ki güneş saati.....	15

Şekil 16: L' Şeklindeki güneş saatleriyle ilgili epigrafik metin.....	15
Şekil 17: M.Ö. 664-332 arasındaki güneş saati.....	16
Şekil 18: M.Ö. 16 -11 yüzyıllık dönemdeki mısırdaki bulunan güneş saati.....	16
Şekil 19: Hemicyclium biçimindeki güneş saati.....	17
Şekil 20: Hemicyclium güneş saati.....	18
Şekil 21: Efes arkeoloji müzesindeki güneş saati.....	18
Şekil 22: Scaphe güneş saati.....	19
Şekil 23: Clemens Sels Müzesinde Scaphe güneş saati örneği.....	19
Şekil 24: El-Jazzar Camii Osmanlı döneminde Güneş Saati.....	20
Şekil 25: Cuma Camii Güneş Saati.....	21
Şekil 26: Al-Nasir Muhammed Camii 14. Yüzyılın başlarında Güneş Saati.....	21
Şekil 27: Kairouan Ulu Camii Güneş Saati.....	22
Şekil 28: Mihrimah Sultan Camii Güneş Saati.....	22
Şekil 29: İran Yatay Kadran ve Kible göstergesi.....	23
Şekil 30: Sultan Moulay İsmail Türbesindeki güneş saati.....	23
Şekil 31: Kasbah şehrinde güneş kadranı.....	24
Şekil 32: Sidi Ali Ennouri Türbesinde güneş saati.....	24
Şekil 33: Topkapı Sarayı'nda güneş saati.....	25
Şekil 34: Yatay güneş saati.....	25
Şekil 35: Yatay güneş saati.....	26
Şekil 36: Dikey güneş saati.....	26

Şekil 37: Dëćín Kalesinde yatay güneş saati.....	27
Şekil 38: Küresel güneş saati.....	27
Şekil 39: Koni güneş saati.....	28
Şekil 40: Küresel mermerden yapılmış güneş saati.....	28
Şekil 41: Kireçtaşı Küre güneş saati.....	29
Şekil 42: Kireçtaşı Düzlem güneş saati.....	29
Şekil 43: Taş Küre Güneş Saati.....	30
Şekil 44: Taş Koni Güneş Saati.....	30
Şekil 45: Tufa benzeri materyalden yapılmış güneş saati.....	31
Şekil 46: Traverten materyalde yapılmış Koni şeklinde güneş saati.	31
Şekil 47: Kumtaşı materyalde yapılmış Koni şeklinde güneş saati.....	32
Şekil 48: Kil materyalde yapılmış güneş saati.....	32
Şekil 49: Pişmiş Toprak materyalde yapılmış güneş saati.....	33
Şekil 50: Zaman denklemi grafiğı.....	34
Şekil 51: Zaman denklemi eğrisi.....	34
Şekil 52: Evren Ekseni.....	37
Şekil 53: Saat yüzeyinde merkez olarak seçilen m noktası etrafında çizilen daire.....	38
Şekil 54: Ekvatorial güneş saatinin 24 saat çizgisinin tümü.....	39
Şekil 55: Evren eksenini.....	40
Şekil 56: A-E kirişi çizimi.....	42
Şekil 57: A-E giriş uzunluğu çizimi.....	43

Şekil 58: $k' - e$ düzleminin bir ekvatorial güneş saati.....	44
Şekil 59: Saat Çizgisi.....	45
Şekil 60: Düşey güneş saati çizimi.....	46
Şekil 61: Yatay güneş saati çizimi.....	47
Şekil 62: Güney dairesi yüzeyi üzerine bir düşey güneş saati çizimi.....	47
Şekil 63: Mermer levha üzerine doğusal ya da batısal bir güneş saati çizimi.....	50
Şekil 64: Saat Çizgileri Arasındaki Uzunlukların Hesap Yöntemi çizimi.....	51
Şekil 65: Çarpık Güneş Saati Çizimi.....	53
Şekil 66: Meridyen saatlerin yerleşim.....	54
Şekil 67: Meridyen kadran yapıları	54
Şekil 68: Kutup Güneş Saati Kadran Yapısı.....	55
Şekil 69: Kutup Güneş Saati Örneği.....	55

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1: 41° enlemi için çizilecek öğle başlangıçlı yatay güneş saatinin 5'er dakikalık saat çizgileri arasındaki açılar gösterir.....	41
Tablo 2: 41° enlemi için çizilecek öğle başlangıçlı yatay güneş saati için 5'er dakikalık saat çizgileri arasındaki açılara ilişkin giriş çizgisi.....	41
Tablo 3: 41° enleminde güney dairesi üstüne çakışan öğle başlangıçlı güneysel güneş saati için saat çizgileri arasındaki açılar gösterir.....	48
Tablo 4: 41° enleminde başlangıç güney dairesi üstüne çakışan öğle başlangıçlı güneysel güneş saatinin saat çizgilerine ilişkin giriş tablosu.....	49
Tablo 5: 41° enlemi için doğusal ve batısal güneş saatlerinin saat çizgileri arasında ondalık mesafeleri gösterir.....	52

1.GİRİŞ

İnsanlar tarih öncesi zamanlardan beri zamanı ölçmek için çeşitli araçlar kullanmıştır. İnsanlar güneşin her gün belirli saatlerde doğup battığını fark etmiştir. Bunu ölçmek için çeşitli aletler kullanılmıştır.

Tarihte ilk bulunan saatler MÖ 4000'lerde Mısır döneminde bulunan güneş saatidir. Mısırlılar dik duran bir cisim kullanarak oluşan gölge yardımıyla zamanı ölçmeye çalışmıştır. Ancak bu saatin bazı dezavantajı bulunmaktaydı, güneş olmadığı zaman çalışmaması günün belirli bir zamanını ölçmeye yaramaktadır. Tarih boyunca çeşitli saatler kullanılmıştır. Bunların bazıları; güneş saati, kum saati, köstekli saatler, mekanik saatler, elektronik saatlerdir, Atom saati. 1524 tarihi kurmalı saatlerin yapıldığı ilk tarih olarak tarihe geçti. Alman kilit ustası Peter Henlien, tarihte bilinen ilk kurmalı saati üretti. 1550'lerde ise dünyada mekanik saatlerin sayısı büyük bir artışa geçmişti, kurmalı saatler yerini mekanik saatlere bırakmıştı. Üretilen saatlerin büyük kısmı Alman ve Fransız üretimiydi. 1575'te İsveç ve İngiliz üreticiler ortaya çıktı. Ancak o zamanlarda saatler bir aksesuar aleti olarak görülüyordu. Yani saatler, saat anlamıyla gelişmesi dışında bir moda girişimiydi. 1656'da ilk sarkaçlı saat üretildi. 1761'de John Harrison'ın yaptığı saat o zamana kadar yapılmış saatler içerisinde şaşım oranı en düşük olan saatti. Günde sadece 0,02 saniye şaşıyordu, bu saatin yapımcısı John Harrison'a para ödülü verildi. Ödül, 10 milyon dolar değerinde idi. 1800'de ilk kez bir cep kronometresi yapıldı, yani saniye ilk kez cebe girdi. 1850'de Amerika'da ilk kez büyük çapta bir saat fabrikası açıldı ve ilk kez seri üretim başladı. 1952'de ilk kez pilli saatler üretilmeye başlandı, bu saatler "mucizevi" şekilde pil ile çalışıyor ve hiçbir kurmalı saatin ulaşamadığı sağlamlık ve dakikliğe ulaşıyordu. 1970'te ise tarihin ilk elektronik saatleri piyasalarda görülmeye başlandı.

Güneş saati zamanı, zamanı güneşin. Güneş saatleri sadece yerel saati belirtmektedir. Genelde güneş ışığının dikey nesne gölgesinden yararlanarak zamanın belirlenmesini yarayan araçtır. Güneş ışığının acısının değişmesiyle gölgenin konumu değişerek o anda ki zaman hesaplanmaktadır.

Kum saatleri içinde kum olan, altı üstü geniş, beli ince, bir sıvının ya da çok ince taneli bir katının bir delikten geçerken daima aynı zamana ihtiyaç göstereceği ilkesine dayanarak çalışan zaman ölçme aracıdır. 16. yüzyıldan günümüze bu saatler sürekli zamanı ölçmek için değil, belirli bir sürenin başlangıcını ve bitişini göstermek için kullanılmıştır; kiliselerde dua süresi, gemilerde tayfaların nöbet süresi ya da gemilerin

hızlarının belirlenmesi amacıyla da kullanılmıştır. Ve günümüzde oyun vs. benzeri yerlerde de kullanılmaktadır.

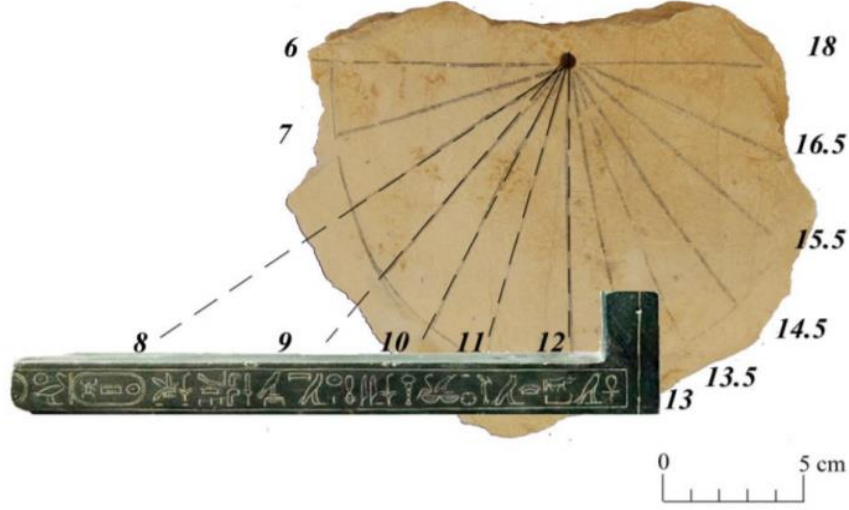
Mekanik saatler içindeki mekanizmaya yüklenen bir enerjiyi, ölçülü bir şekilde ritmik hareketlere çeviren, bu hareketleri dişlilerle sayan, belli sayılara ulaşıldığında bunu insanların algılayabileceği bir şekilde, örneğin çan sesi, veya bir kadran üzerinde değişen açılar şeklinde, zaman ölçümü olarak sunan birer düzenektir.

Elektronik saat, çok küçük pilli saatlerdir. Kol saatleri, elektronik saatler grubuna girer. Pilleri minik ve yuvarlaktır. Pilleri bittiğinde değiştirilmesi mümkün saatlerdendir. Yelkovan ve akrebi ayarlanabilir.

Atom saati, atomların rezonans frekanslarını sayarak zamanı ölçen bir saat çeşididir. İlk atom saatleri, sayım ekipmanları eklenmiş Maserler'dir. Bugünün en iyi atom saatleri, soğuk atomlar ve atomik çeşmelerle çalışan, ileri fizik ürünü aletlerdir. Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü, kullanılan Maser'lerin hata payı olan günlük 10-9 saniyelik sapmayla çalışan saatler kullanırlar.

1.1 GÜNEŞ SAATLERİNİN TARİHÇESİ

Bilinen ilk güneş saatini Mısırlılar yapmıştır. Eski Mısırda bulunan ilk kompleks örnek III. Tuthmosis dönemine (MÖ 1490-1436) ait olan bugün Berlin müzesinde bulunan örnektir (Şekil 1). Saat, üç metreye yakın boyda ve bir uçunda T biçiminde bir eklenti bulunan yatay bir çubuk ile çevresinde bulunan bir kadrandan oluşmaktadır. Kadran, güneşin tepedeki konumuna göre bir gölge oluşturmaktaydı. Bu çubuk, sabahları T'si doğuya bakacak şekilde döndürülmekte, öğle vakti ise batıya çevrilmekteydi.



Şekil 1. Tuthmosis Döneminde Güneş Saati [1]

Geçmiş çok eskiye dayanan başka bir araç da İÖ 300'lerde Babilli Astronom Bel-Usur'un yaptığı sanılan yarı küresel güneş saatidir. Taş veya ağaçtan yapılan bu araç, küp biçimindeki bir cisim ile buna açılmış yarı küresel bir oyuktan oluşuyordu. Oyuğun ortasına bir ucu yarıkürenin ortasında olan bir işaret çubuğu yerleştirilmişti. Çubuğun gölgesinin gün boyunca yarı kürenin iç yüzeyinde gösterdiği yol yaklaşık olarak dairesel bir yay oluşturuyordu. Bu yayın uzunluğu ve konumu mevsimlere göre farklılık gösterdiğinden, yarıkürenin iç yüzeyine birçok yay çizilmiştir. Her yay 12 eşit parçaya bölünmüş ve böylece Güneş'in doğuşundan batışına kadar geçen süre 12 eşit zaman dilimine bölünmüştür (Şekil 2). Babilli Gökbilimci Berossus, yayın güneyindeki küresel yüzeyin bir kısmını keserek bu güneş saatinin bir varyasyonunu icat etti (Şekil 3).



Şekil 2: Yarım küre güneş saati [2]



Şekil 3: 2020 yılında, Denizli’de Laodikea Antik Kenti’nde bulunan en az 2000 yıllık olduğu düşünülen güneş saati.[3]

Büyük İskender'in Bâbil'i fethinden sonra güneş saatini öğrenen Grekler daha sonra onu Batı'ya taşımışlar, Romalılar da bu aletlerin çeşitlerini arttırmışlardır. Güneş saatlerinin Yunanistan'da kullanımından ilk bahseden Herodotos' tur. Babilli Gökbilimci Berossus, yayın güneyindeki küresel yüzeyin bir kısmını keserek bu güneş saatinin bir varyasyonunu icat etti. Yunanlılar da geometrik hünerleriyle, hatırı sayılır karmaşıklıkta güneş saatleri geliştirdi ve üretti. Örneğin, sekizgen şeklinde olan ve yaklaşık milattan önce 100'den kalma Atina'daki Rüzgâr Kulesi, pusulanın çeşitli ana noktalarına bakan sekiz adet düzlemsel güneş saatini içeriyordu (Şekil 4).



Şekil 4: Rüzgâr Kulesi [4]

Antik Yunanlılar güneş saatini geliştirerek konik güneş saatlerini yapmışlar ve gnomon olarak adlandırmışlardır. Yunanistan'da kullanımından ilk bahseden Herodotos'tur. İlk gnomonlar Anaxmandros tarafından yapılmış M.Ö 6. yy. da Sparta'da kullanılmaya başlanmıştır. Helenistik dönemde gelişen taşınabilir saatler, Roma döneminde anıtsal mimari kompleksi şeklindeydi. Osmanlı ve Bizans dönemlerinde cami duvarlarında ve avlularda bulunmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5: Side- Koniksel Güneş Saati (Side Arkeoloji Müzesi, Antalya) [5]

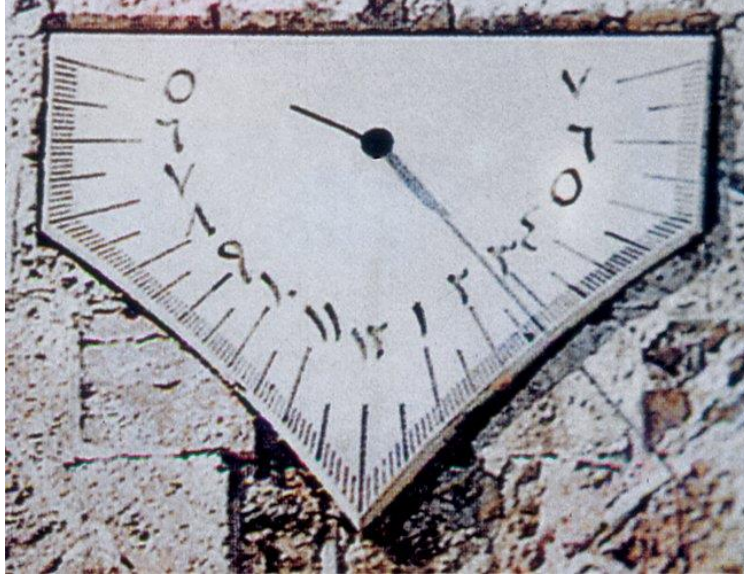
Orta Çağ Müslümanları da özellikle güneş saatlerine ilgi duyuyorlardı. Çünkü bu saatler, namaz için uygun zamanları belirlemek için son derece gerekiyordu. Bu sebeple Müslüman kişi veya ülkelerce kullanılan güneş saatleri, namaz vaktini gösteren çizgiler içeriyordu. Müslümanlar, güneş saati tasarlamının temel ilkelerini Yunanlılardan öğrenmiş olsalar da trigonometri kullanarak mevcut tasarımların çeşitliliğini arttırdılar.

İslâmî güneş saatleri şekillerine göre yatay, dikey ve silindirik olmak üzere üç gruba ayrılır. Yatay gruptakiler günün saatlerini ve özellikle namaz vakitlerini, yüksekçe bir kaide üzerine oturtulmuş taş bir tablanın (kadrân) güney kenarına yerleştirilen bir milin gölgesinin kadrânın üzerinde bulunan çizgilerin üstüne düşmesine göre çizgilerin ucundaki yazı ve rakamlarla göstermektedir (Şekil 6).



Şekil 6: Edirnekapı Şehitliği'ndeki yatay güneş saati alt kısmı – İstanbul [6]

İkinci ve akşam vakitlerini gösterebilmesi için binaların batı duvarına yerleştirilen dikey güneş saatlerinin daire, dörtgen, üçgen veya en az ikisinin bir araya getirilmesiyle oluşan birleşik çeşitleri bulunmaktadır. Dairevî ve dörtgen tiplerdeki taksimat, milin dibinden eşit açılarla ışın biçimi dağılan ve her biri bir saati gösteren çizgilerden meydana gelir ve milin dibindeki çizgi öğle vaktine işaret eder. Üçgen güneş saatleri, basit örnekleri de bulunmakla birlikte genellikle diğerlerine göre daha hassas ve ayrıntılıdır (Şekil 7).



Şekil 7: Kubbetü's-sahre'nin dikey güneş saati [7]

Bilinen tek silindirik güneş saati tahtadan yapılmış olup Kandilli Rasathanesi'nde muhafaza edilmektedir. 18. yüzyılda yapıldığı tahmin edilen bu saat sütun şeklinde ve 30 cm. boyunda olup üst tarafında dönen kapağa takılı ipten asılarak veya bir masa üzerine konulmak suretiyle kullanılır (Şekil 8).



Şekil 8: Silindir Güneş Saati [8]

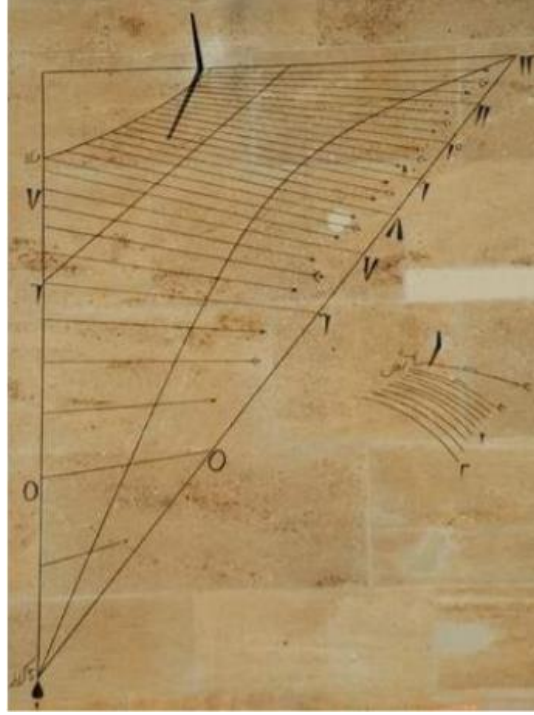
14. yüzyılın başlarında mekanik saatlerin ortaya çıkmasıyla birlikte güneş saatleri, Avrupa'da kademeli olarak genel kullanıma girdi. 19. yüzyıla kadar güneş saatleri mekanik saatleri sıfırlamak için hala kullanılıyordu.

2. GÜNEŞ SAAT'İ ÖRNEKLERİ

2.1 Fatih Camii Güneş Saati

Fatih Sultan Mehmet (1432-81) tarafından inşa ettirilen Fatih Camii 1462-1470 yılları arasında Mimar Sinanüddin Yusuf bin Abdullah tarafından tasarlanmıştır. Külliyyede 16 adet medrese, hastane (darüşşifa), nekahethane (tabhane), aşevi (imarethane), kütüphane ve hamam bulunmaktaydı. Camii 22.5.1766 yılında gerçekleşen bir depremde harabe haline gelmiştir. Sultan III. Mustafa (1717-74) camiyi 1767-71 yılları arasında Mimar Mehmet Tahir Ağa'ya tamir ettirilmiştir. Cami özgün görünümünü kaybetmiş ve günümüzdeki halini almıştır.

Osmanlıların kullandığı gurubî saat sisteminde gün, güneşin batışıyla sona erer ve bir sonraki yeni gün başlar. Gün ve gece süresi $(12 + 12) = 24$ olmak üzere eşit süreli 24 saate bölünür. Fatih caminin güney batı cephesinde güney minaresinin kaidesinde girintili bir kireç taşı çerçevenin ortasındaki taş yüzeyin üzerinde, önündeki platformdan yaklaşık 1 m yükseklikte 1,5 m genişliğinde ve 3 m yükseklikteki bir alanda 2 adet güneş saati bulunmaktadır. Bunlardan biri büyük diğeri küçük olarak adlandırılır.



Şekil 9: Fatih Cami güneş saati görünümü [9]

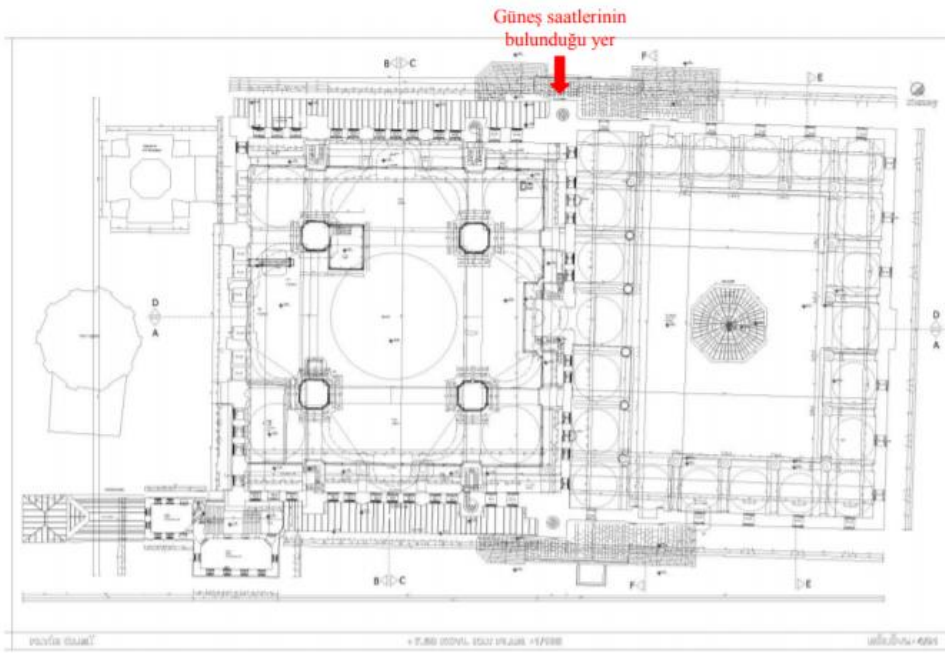
Büyük Güneş saatinin ekranı, genişliği 1,59 m boyu 2,09 m olan bir dik üçgen alanın içinde yer alır. Küçük güneş saati dik üçgen diyagonalinin hemen altında yer alır. Saatlerin konumu:

Enlem: $\varphi = 41^{\circ},0195 = 41^{\circ}01'10''$ (Kuzey)

Boylam: $\lambda = 28^{\circ},9495 = 28^{\circ}56'58''$ (Doğu)

Saat duvarının kuzeyle yaptığı açısı: $\alpha = 142^{\circ},3259$

Saat duvarının güneyle yaptığı açısı: $\theta = (\alpha - 90^{\circ}) = 52^{\circ},3259 = 52^{\circ}19'33''$.



Şekil 10: Fatih Camii Krokisi [9]

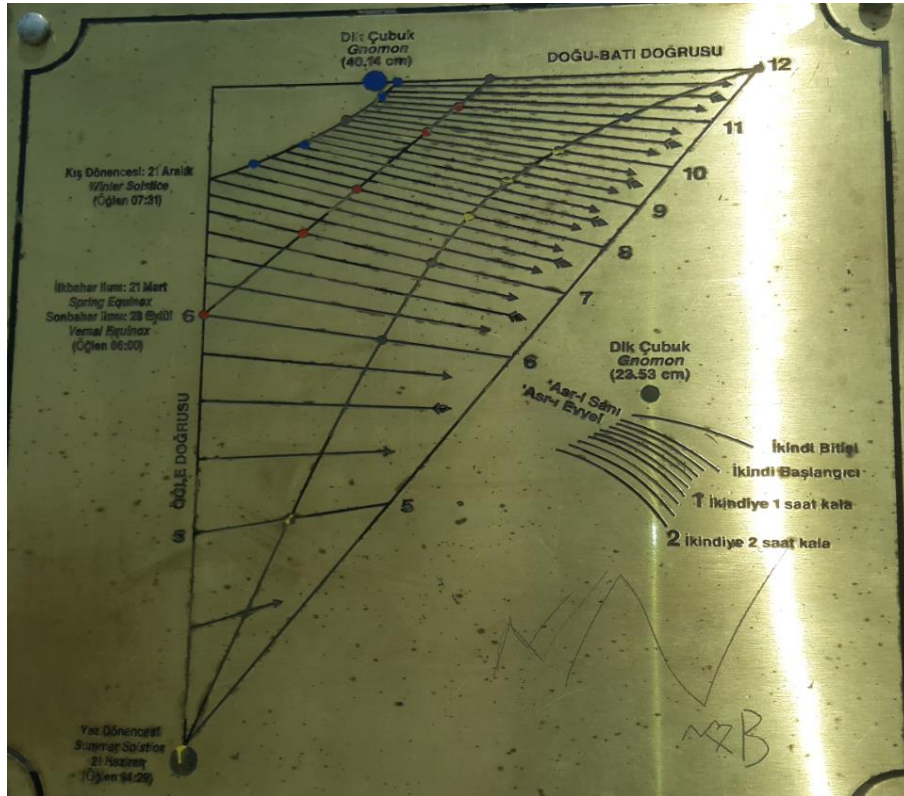
2.1.1 Büyük Saat

Büyük saat üstten yatay doğu-batı doğrusu, soldan 22 Aralık kış gündönümü dönencesi hiperbolü ve öğle doğrusu, sağdan 22 Aralık yaz gündönümü dönencesi hiperbolü ile sınırlıdır. Öğle doğrusunun alt ucunda görülen çekül bu doğrunun düşey olduğunu belirtir. Çubuk gölgesi sınırları belirtilen bu bölgenin dışına düşemez. Bu alan 21 Mart ilkbahar ve 23 Eylül sonbahar ılımlı (Ekinoks) doğrusuyla ikiye bölünür. Doğrunun üstü kış, altı yaz çubuk gölgelerine ilişkindir.

22 Aralık yaz gündönümü dönencesinin altında hiperbolün iki noktasını birleştirecek şekilde yüzeyi boydan boya geçen ve üzerinde 5 (Δ), 6 (ϕ), 7 (Υ), 8 (Υ), 9 (ϑ), 10 (⋅'), 11 (⋅⋅), 12 (⋅') rakamlarının yer aldığı, saatin işleviyle ilişkili olmayıp sadece daha kolay okunabilmesini sağlayan bir doğru mevcuttur. Bu rakamlar ayrıca saatin görevini yerine getirdiği günün öğleden itibaren güneşin batışına kadar geçen zaman aralığını da belirler. Soldaki düşey öğle doğrusu üzerinde de 5 (Δ), 6 (ϕ), 7 (Υ) rakamları okunur. Güneş battığında ufuktan gelen güneş ışınları doğu-batı doğrusuna ulaştıklarında saat 12'yi işaret edeceğine ve bu doğru üzerinde en üstte bulunan rakam 12 olduğundan söz konusu saat bir gün batımı (gurubî) saattir. Bu husus öğle doğrusunun geceyle gündüzün eşit olduğu ılımlı (Ekinoks) doğrusunu kestiği noktada saatin 6'yı göstermesiyle de kanıtlanır.

Düzlemsel Güneş saatlerinde tüm saat çizgileri, kuzey kutbunun saat ekranına iz düşüm noktasından geçen doğrulardan oluşur. Bu Güneş saati ekranında iki hiperbol arasındaki saat çizgilerinin arasındaki alan her saat arası uzun çizgilerle 30 dakikaya ve kısa çizgilerle 15 dakikaya ayrılmıştır. Çizgiler arasındaki farkı belirtmek amacıyla saat çizgileri okuma doğrusuna kadar çekilmiş, yarım saat çizgileri alt uçlarına konan büyük oklarla okuma çizgisinin yakınına kadar çekilmiş ve çeyrek saatler alt uçlarına konan küçük oklarla biraz daha geride kesilmiştir.

Kış dönencesi ya da 22 Aralık'ta, çubuğun gölgesi öğleyin gurubî saate göre ekranın üzerine saat (7:31)'de öğle doğrusunda düşer, öğleden sonra gölge Kış hiperbolünü sağa doğru izler ve Güneş saat (12:00)'de ufukta battığında gün sona erer. Benzer şekilde 21 Haziran yaz gündönümünde Güneş ekranın öğle doğrusu üzerine saat (4:29)'da düşer ve bu durumda çubuk gölgesi Yengeç hiperbolünü izler ve gün yine saat (12:00)'da sona erer. Geceyle gündüz sürelerinin eşit olduğu 21 Mart ilkbahar ve 23 Eylül sonbahar ılım (Ekinoks) günlerinde ise güneş duvar yüzeyine öğleyin saat (6:00)'da ulaşır. Bu durumda ekranın ortasındaki gün dönümü doğrusunu izler. Gün yine saat (12:00)'de sona erer.



Şekil 11: Fatih Camii Büyük ve Küçük Güneş Saati [10]

2.1.2 Küçük Saat

Küçük saatin ilk iki üst çizgisi üzerinde ‘Asr-ı Sâni (İkinci ikindi) ve ‘Asr-ı evvel (Birinci ikindi) yazıları okunduğuna göre bu saat diğer İstanbul camilerinde sık rastlanan uygulamaya göre ikindi namazına ilişkin bir saattir. Birinci ikindi çizgisinin altında sekiz çizgi daha mevcuttur. Bu çizgilerden dördüncüsünün alt ucunda 1 (•) ve sekizincisinin alt ucunda 2 (١) rakamı okunur. Buna göre bu saatte birinci ve ikinci ikindi zamanlarını ve birinci ikindiye kalan 2 saat ile 15 dakikalık ara değerleri belirler.



Şekil 12: Yerel saatte küçük Güneş Saatinin 14:10 ‘da ki durumu [10]



Şekil 13: Fatih Cami Güneş saatinin 14:10 ‘da ki durumu [10]

Örnekte; 25 Mayıs 2021 de yerel saat 14:10 da ki güneş saati konumu görünmektedir.

2.2 İlk Güneş Saati Örnekleri

Eski çağda güneş saatleri örnekleri Mısırdan başlayarak görülmektedir. Bilinen en eski güneş saati M.Ö. 1500lerde bulunan Mısırın Krallar Vadisindeki güneş saatidir (Şekil 14).



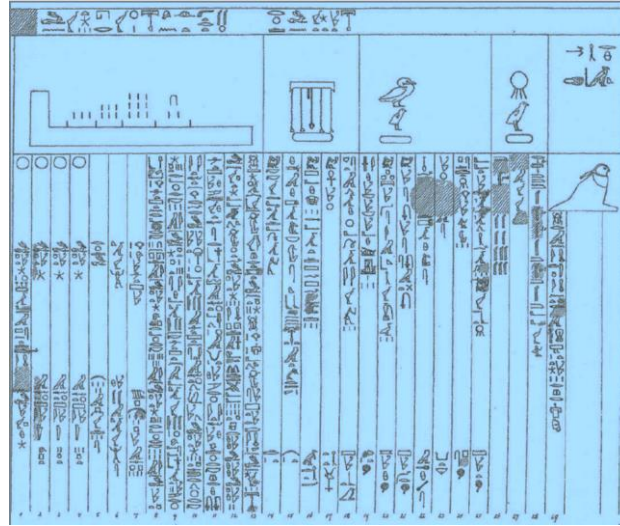
Şekil 14: Mısırın krallar vadisindeki güneş saati [11]

M.Ö. 1400 de ki III.Amenophis döneminde ki güneş saati Paris'teki Louvre Müzesinde sergilenmektedir (Şekil 15).



Şekil 15: III.Amenophis döneminde ki güneş saati [12]

'L' Şeklindeki güneş saatleriyle ilgili eski Mısırdan okunmasıyla ilgili bir epigrafik metin bulunmaktadır (Şekil 16).



Şekil 16: L' Şeklindeki güneş saatleriyle ilgili epigrafik metin [13]

Louvre Müzesinde ki eski mısır dönemine ait bazı örnekler bulunmaktadır. (Şekil 17)



Şekil 17: M.Ö. 664-332 arasındaki güneş saati [14]

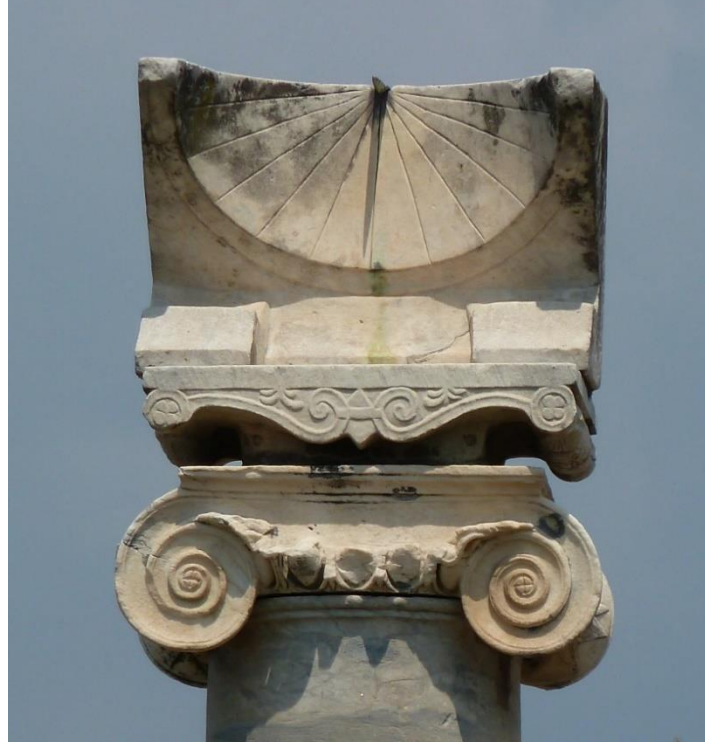


Şekil 18: M.Ö. 16 -11 yüzyıllık dönemdeki Mısır yeni krallığında bulunan güneş saati [15]

Eski çağda güneş saatleri genelde kâse şeklinde de kullanılmıştır. Kürenin 4'de 1 'ini kullananlarına 'Hemicyclium', 2'de 1'ini kullananlarına 'Scaphe' denir.

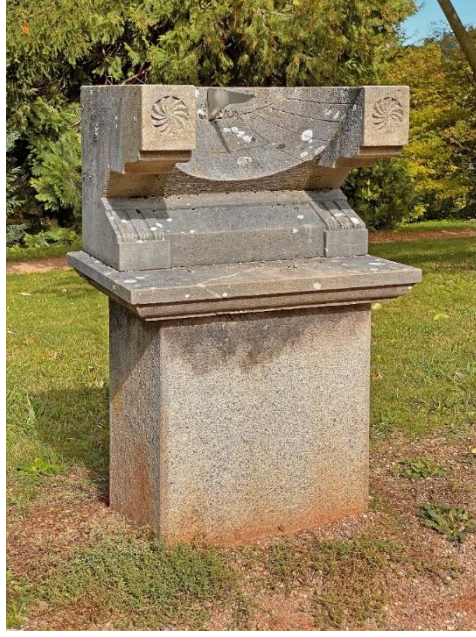
- Hemicyclium örnekleri;

Roma döneminden kalma İtalya'nın Pompei bölgesindeki Apollon Tapınağında ki Hemicyclium biçimindeki güneş saati olarak bulunmaktadır (Şekil 19).



Şekil 19: Hemicyclium biçimindeki güneş saati [16]

Roma döneminden kalma Almanya'nın Stuttgart şehrindeki Badenweiler kaplıca bahçelerinde görülen Hemicyclium güneş saati örneğidir (Şekil 20).



Şekil 20: Hemicyclium güneş saati [17]

M.S. 3. Yüzyılda üretildiği düşünölen Efes Arkeoloji Müzesindeki güneş saati Hemicyclium örneğidir (Şekil 21).



Şekil 21: Efes Arkeoloji müzesindeki güneş saati [18]

Scaphe örnekleri;

M.S. 1-2 yüzyılda üretildiği düşünülen Paris Louvre Müzesindeki Scaphe güneş saati örneğidir (Şekil 22).



Şekil 22: Scaphe Güneş Saati [19]

M.S. 1. Yüzyılda kireç taşından üretilen Almanya'nın Neuss şehrindeki Clemens Sels Müzesinde Scaphe güneş saati örneği bulunmaktadır (Şekil 23).



Şekil 23: Clemens Sels Müzesinde Scaphe güneş saati örneği [20]

2.3 İslam Medeniyetlerindeki Güneş Saati Örnekleri

İslam medeniyetlerinde namaz vakitlerinin ayarlanabilmesi için zamanın belirlenmesine önem verilmekteydi. Bu nedenle birçok camide güneş saati örnekleri bulunmaktadır.

El-Jazzar Cami Osmanlı döneminde 1781’de yapılmıştır. Cami şu anda İsrail’in Acre bölgesinde bulunmaktadır (Şekil 24).



Şekil 24: El-Jazzar Cami Osmanlı döneminde Güneş Saati [21]

Cuma Cami Osmanlı döneminde 1363-1364 yılları arasında sultan 1. Murad tarafından yaptırılan camii şu anda Bulgaristan’ın Filibe ilinde bulunmaktadır (Şekil 25).



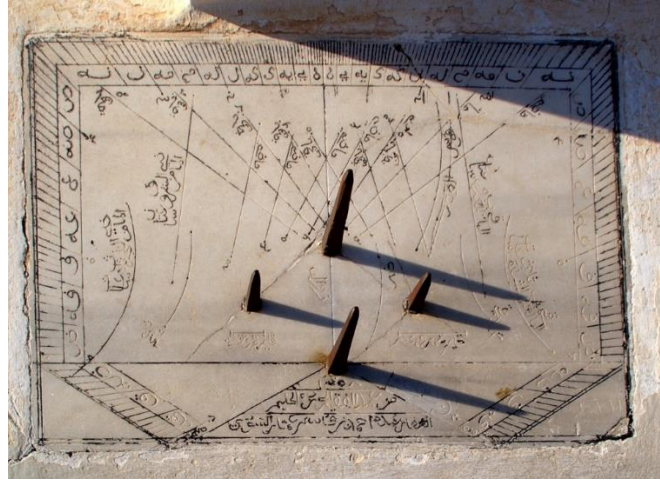
Şekil 25: Cuma Cami Güneş Saati [22]

Al-Nasir Muhammed Camii 14. Yüzyılın başlarında Mısırın Kahire şehrinde yapılmış bir Türk Memluk dönemi camidir (Şekil 26).



Şekil 26: Al-Nasir Muhammed Camii 14. Yüzyılın başlarında Güneş Saati [23]

Kairouan Ulu Camii temelleri 670 yılında atılan cami dünyanın en eski ibadethanelerinden biridir. Şu anda cami Tunus'un Kairouan şehrinde bulunmaktadır (Şekil 27).



Şekil 27: Kairouan Ulu Camii Güneş Saati [24]



Şekil 28: Mihrimah Sultan Camii Güneş Saati [25]

Mihrimah Sultan Cami 1546-1548 yılları arasında Mimar Sinan tarafından inşa edilmiştir. Cami şu an İstanbul'un Karagömrük semtinde bulunmaktadır (Şekil 28).

İran Yatay Kadran ve Kible göstergesi şu an Greenwich Ulusal Denizcilik Müzesinde bulunmaktadır (Şekil 29).

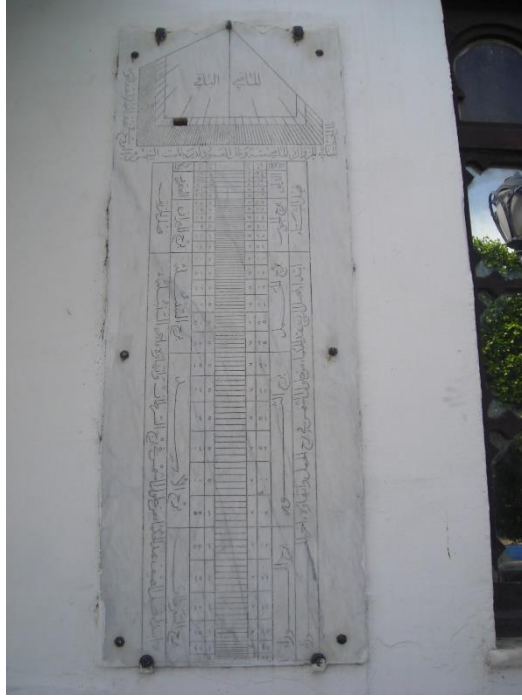


Şekil 29: İran Yatay Kadran ve Kible göstergesi [26]



Şekil 30: Sultan Moulay İsmail Türbesindeki güneş saati [27]

Mekneste bulunan Sultan Moulay İsmail Türbesindeki güneş saati bulunmaktadır (Şekil 30). Tunus'un Kasbah şehrinde güneş kadranı bulunmaktadır (Şekil 31).



Şekil 31: Kasbah şehrinde güneş kadranı [28]

Sidi Ali Ennouri Türbesinde güneş saati bulunmaktadır. Türbe, Medine'nin doğu kesimindeki Aristokrat yerleşim bölgesindedir (Şekil 32).



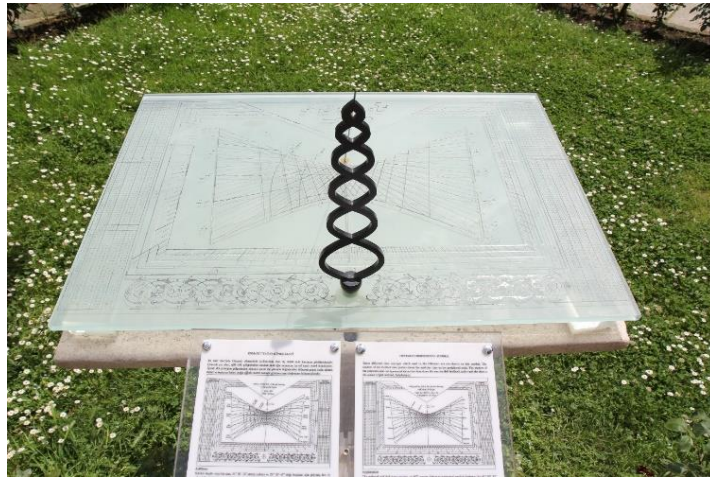
Şekil 32: Sidi Ali Ennouri Türbesinde güneş saati [29]

Topkapı Sarayı'nda güneş saati örneği bulunmaktadır (Şekil 33).



Şekil 33: Topkapı Sarayı'nda güneş saati [30]

Ayasofya Cami avlusundaki Osmanlı yatay güneş saati modeli bulunmaktadır (Şekil 34).



Şekil 34: Yatay güneş saati [31]

2.4 Dünyadan Güneş Saati Örnekleri

Mauterndorf Kalesi Romanın M.S. 326 yılında inşa edilmiştir. Avusturya'nın Salzburg kentinde yatay güneş saati bulunmaktadır (Şekil 35).



Şekil 35: Yatay güneş saati [32]

Brüksel Koudenberg'deki Delacre Eczanesi, ünlü Brüksel mimarı Paul Saintenoy'un 1898'den bir tasarımı dikey güneş saati bulunmaktadır (Şekil 36).



Şekil 36: Dikey güneş saati [33]

Çek Cumhuriyetindeki Děčín Kalesinde yatay güneş saati bulunmaktadır (Şekil 37).



Şekil 37: Dėćin Kalesinde yatay güneş saati [34]

2.5. Materyallerine Göre Güneş Saati rnekleri

2.5.1. Mermer ile Yapılan Güneş Saati rnekleri

İtalya'nın Metalica bölgesinde küresel güneş saati bulunmaktadır. Bir tabana sabitlenmiş ve Matilica enlemine doğru yönlendirilmiş yaklaşık 29,3 cm çapında mermer bir küreden oluşur.



Şekil 38: Küresel güneş saati [35]

Yunanistan'ının Apothiki Müzesinde Koni güneş saati bulunmaktadır. Kadranın st kısmındaki gnomon deliği dikdörtgen şeklinde (38 mm x 18 mm), 33,5 mm derinliğinde mermerden yapılmış güneş saatidir.



Şekil 39: Koni Güneş Saati [35]

MÖ 1. yüzyılda Atina'daki Rüzgâr Kulesi'ni tasarlayan mimar Andronicus Cyrrestes'in eseri olarak tanımlayan bir yazıtla Küresel çatılı küresel mermerden yapılmış güneş saati bulunmaktadır. Kadran hem küresel hem de düzlemsel yüzleri içerir.



Şekil 40: Küresel mermerden yapılmış güneş saati [35]

2.5.2 Kireçtaşı ile Yapılan Güneş Saati Örnekleri

Avusturya'nın Sanat Tarihi Müzesinde Küre güneş saati bulunmaktadır. Bu kireçtaşı güneş saatinin tasarımı basittir.



Şekil 41: Kireçtaşı Küre güneş saati [35]

Roma Hamamlarında bulunmuş, şu anda Almanya'nın Stadtmuseum Wiesbaden 'da sergilenen Düzlem şeklinde Kireçtaşından yapılmış güneş saatidir. 8 mm çapındaki yuvarlak gnomon deliği, eser miktarda bronz ve demir içermektedir.



Şekil 42: Kireçtaşı Düzlem güneş saati [35]

2.5.3 Taş ile Yapılan Güneş Saati Örnekleri

Fas'ın Volubilis bölgesinde Küre şeklinde taştan yapılmış güneş saati bulunmaktadır. Güneş saatinin yuvarlak bir sırtı vardır ve ek süs eşyası yoktur.



Şekil 43: Taş Küre Güneş Saati [35]

Yunanistan'ın Rodos bölgesinde Arkeoloji Müzesinde Koni şeklinde taştan yapılmış bir güneş saatidir. Kadranın üst kısmında 42 mm uzunluğunda, 33 mm genişliğinde ve 18 mm derinliğinde metal kalıntısı içermeyen dikdörtgen bir gnomon deliği korunmuştur.



Şekil 44: Taş Koni Güneş Saati [35]

2.5.4 Diğer Materyaller ile Yapılan Güneş Saati Örnekleri

Yunanistan'da Delos Arkeoloji Müzesinde Küre şeklinde Tufa benzeri materyalden yapılmış güneş saati bulunmaktadır.



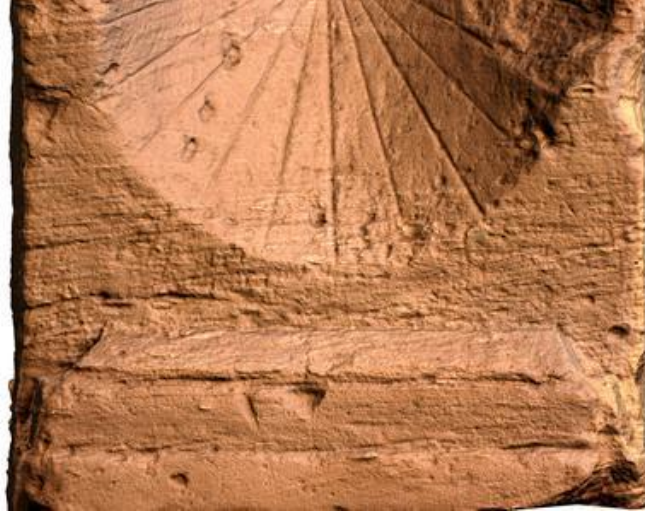
Şekil 45: Tufa benzeri materyalden yapılmış güneş saati [35]

İtalya'nın Pompei bölgesinde Traverten materyalde yapılmış Koni şeklinde güneş saati bulunmaktadır.



Şekil 46: Traverten materyalde yapılmış Koni şeklinde güneş saati [35]

Sudan'da Amun Tapınağında Koni şeklinde Kumtaşından yapılmış güneş saati bulunmaktadır. Taşın iki yüzü işlenmiştir, biri düz açılı bir yüzeye sahiptir, diğer yüzü konoidal bir yüzeye sahiptir. Her iki tarafta, taşın üst kenarından aşağıya doğru yayılan kendi yüzeylerinde 12 radyal hafif oyulmuş çizgi vardır.



Şekil 47: Kumtaşı materyalde yapılmış Koni şekilde güneş saati [35]

Şu anda Almanya'da Rheinisches Landesmuseum Bonn 'da sergilenen kilden yapılmış güneş saati bulunmaktadır. Buluntu, açık bir şekilde bir disk üzerine çevrilmiş ve sonra ikiye kesilmiş, gri çekirdekli mat kahverengimsi kırmızı kilden yapılmış bir tabak parçasıdır (duvar kalınlığı yaklaşık 13 mm).



Şekil 48: Kil materyalde yapılmış güneş saati [35]

Türkiye 'de Efes Müze tarafından MÖ 4.- 1. yüzyıla tarihlenen Pişmiş toprak ile yapılmış minyatür güneş saatidir.



Şekil 49: Pişmiş Toprak materyalde yapılmış güneş saati [35]

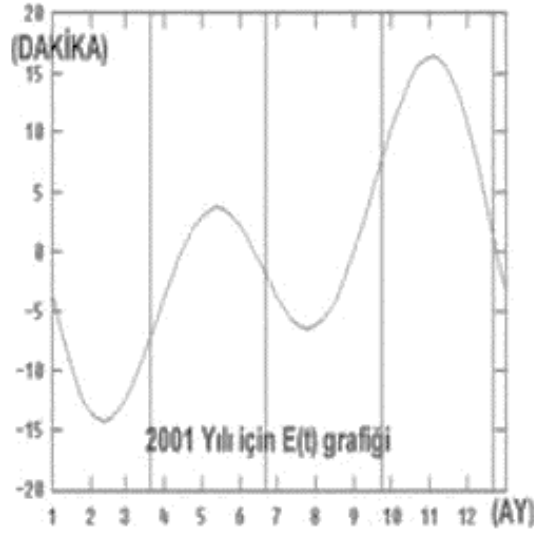
3. GÜNEŞ SAATİ OKUMA YÖNTEMLERİ

Güneş saatlerinin okunuşu normal saatler gibi değildir. Direk doğru zamanı vermez, doğru zamanı bulmak için bazı düzeltmeler yapılmalıdır.

3.1 Zaman Denklemi Düzeltmesi (E(T))

Saat üzerindeki gölge gerçek Güneş zamanını okumamızı sağlar. Bunun ortalama Güneş zamanından olan farkı bize zaman denkleminin değerini verir. Bu nedenle Güneş saatlerinin üzerinde veya Güneş saatine yakın bir yerde belirli bir gün için grafik, çizelge veya eğri olarak bu değerlere ulaşabiliriz. Okunan bu değer gölgenin gösterdiği gerçek Güneş zamanından çıkartılarak ortalama Güneş zamanı değeri bulunur.

2001 yılı için zaman denklemi grafiği Şekil 50 'de, zaman denklemi eğrisi Şekil 51 'de gösterilmektedir.



Şekil 50: Zaman denklemi grafiği [36]



Şekil 51: Zaman denklemi eğrisi [36]

3.2 Boylam Düzeltmesi

Ortalama Güneş zamanı aynı boylamda bulunan insanlar için Yerel ortalama bir zamandır. Doğru zaman kolumuzdaki saatler tarafından gösterilen bulunduğumuz saat diliminin doğru meridyenin ortalama Güneş zamanıdır. Ortalama zamanı boylam düzeltmesini çıkartarak doğru zaman haline getirebiliriz.

Boylam düzeltmesi için iki yöntem bulunmaktadır;

I) Greenwich meridyenine göre düzeltme,

II) Saat diliminin standart meridyenine göre düzeltme,

Birer örnekle açıklayalım;

I) Boylamı $6^{\circ}02'$ doğu olan Fransa'daki Besançon için Greenwich meridyenine göre düzeltme yapalım Greenwich meridyeni ile Besançon meridyeni arasındaki zaman farkı ($1^{\circ}=4$ dakika) eşitliği göz önünde bulundurularak 24 dakika 8 saniyedir. Besançon Greenwich 'in doğusunda olduğu için Greenwich saatini bulunurken bu değer Besançon saatinden çıkartılmalıdır. Fransa'da yaz saati uygulaması olduğu da göz önünde bulundurulacak olursa zaman denkleminin 3 dakika 47 saniye olduğu herhangi bir yılın 15 Mayıs'ı için; gerçek Güneş zamanı 12 saat iken, saatin okunuşunu inceleyelim,

Güneş saati zamanı.....(12 sa 00 dk 00 sn)

Zaman denklemi..... -(00 sa 03 dk 47 sn)

Boylam düzeltmesi..... -(00 sa 24 dk 08 sn)

Standart meridyen farkı... +(01 sa 00 dk 00 sn)

Yaz saati farkı..... +(01 sa 00 dk 00 sn)

Fransa yaz saati.....13 sa 32 dk 05 sn 'dir.

II) Eğer düzeltmeyi Besançon' un standart meridyeni olan Merkez Avrupa meridyenine göre yapacak olursak, Besançon $6^{\circ} 22'$ doğu boylamındadır. Dolayısıyla Merkez Avrupa meridyenin batısındadır ve arasındaki zaman farkı 35 dakika 52 saniyedir. Bu değer düzeltme olarak eklenmelidir. Zaman denkleminin 3 dakika 47 saniye olduğu herhangi bir yılın 15 Mayıs'ı için,

Güneş saati zamanı.....(12 sa 00 dk 00 sn)

Zaman denklemi..... -(00 sa 03 dk 47 sn)

Boylam düzeltmesi..... -(00 sa 35 dk 52 sn)

Yaz saati farkı..... +(01 sa 00 dk 00 sn)

Fransa yaz saati.....13 sa 32 dk 05 sn 'dir.

Bütün Güneş saatinin üzerinde bulunduğu konum yani enlem ve boylam değerleri verilir. Bu değerler yardımıyla boylam düzeltmesi yapılabilir.

4. GÜNEŞ SAATİ HESAPLANMASI VE ÇEŞİTLERİ

Güneş'in günlük görünür hareketi sonucu, bir çubuğun dikilmiş olduğu yüzey üzerinde oluşan gölgesi yardımıyla gerçek saati belirlemek için kullanılan araçlara güneş saati denir. Güneş saatleri, yüzeylerinin biçim ve konumlarına göre çeşitli adlar verilir. Güneş saati yüzeyi ufka paralel olursa yatay güneş saati, ufka dik olursa düşey güneş saati, kutup düzlemine paralel olursa kutup güneş saati, ekvator düzlemine paralel olursa ekvatorial güneş saati ve düzeltme amacı ile yapılırsa meridyen güneş saati olarak adlandırılır.

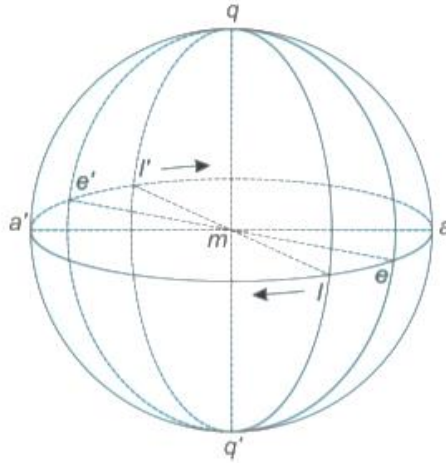
Güneş saatleri, saatlerin başlangıcı olan öğle ve güneş' in batış zamanına göre de öğle başlangıçlı ve akşam başlangıçlı olarak ikiye ayrılır.

Geometriden bilindiği gibi, yerçekimi doğrultusundan geçen her düzlem düşey düzlem olup bu düzlemler üzerine çizilen güneş saatlerinin her biri de düşey güneş saati olur. Bir düşey güneş saatinin yüzeyi başlangıç güney dairesi üzerine çakışıyorsa, yani ufuk düzlemiyle oluşturduğu arakesit doğu-batı doğrultusunda, düşey güneş saati olarak adlandırılır. Eğer güneş saati yüzeyi öğle doğrusu ile çakışıyorsa, doğusal veya batısal güneş saati adı verilir.

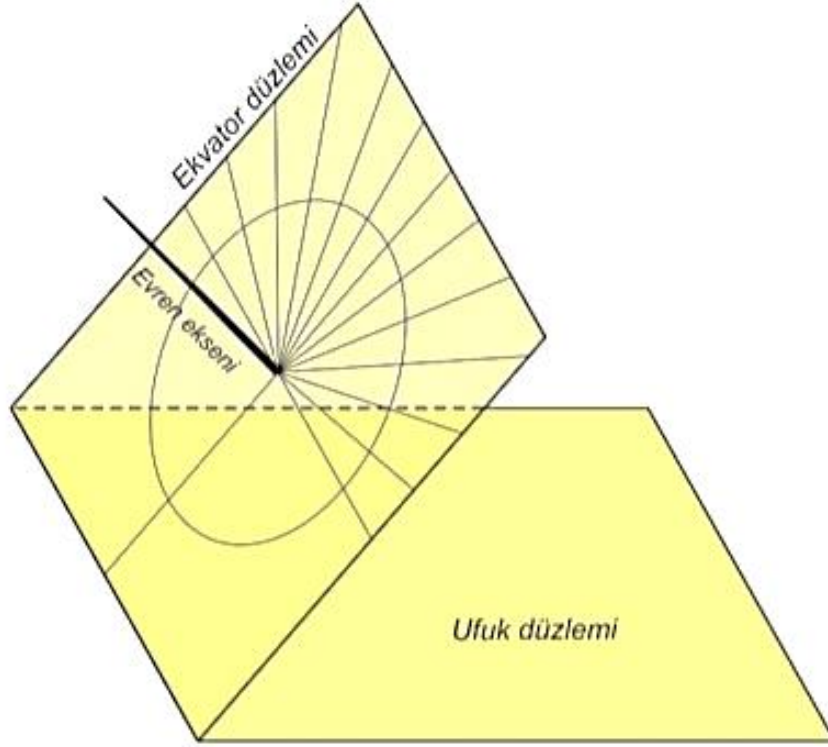
Yüzeyi ne öğle doğrusuna ne de ona dik olan başlangıç güney dairesi düzlemine çakışan güneş saatlerine ise, çarpık güneş saati denir.

4.1 Ekvatorial Güneş Saati

Şekil 52' de $q - a - q' - a'$ bulunulan yerin öğle dairesini, $a - a'$ ekvator dairesini ve $q - q'$ evren eksenini ifade etsin. Eğer Güneş'in görünür günlük hareketi okla gösterilen yöne doğru ise, $m - q$ istikametinde dikili çubuğun $a - a'$ yüzeyi üzerindeki gölgesi doğaldır ki $a - m$ doğrusu yönünde bulunur. Bu gölge $q - a - q' - a'$ düzlemine düştüğünde öğle doğrusuyla çakışır. Yani $a - m$ gölgesi öğle doğrusu üzerine düştüğünde, gerçek öğle vakti olur ve zevalî saat 12'yi gösterir. Güneş bir saat sonra ekvatorun 15° 'sine eşit olan $a' - e'$ yayını kat ederek e' noktasına, yani e' noktasından geçen öğle doğrusu üzerine geldiğinde, $q - m$ çubuğunun gölgesi $m - e$ doğrusu yönünde bulunup gerçek öğle vaktine göre işleyen saat 1'i gösterir. Güneş, yolunu bu şekilde sürdürerek 30° den geçen öğle doğrusu üzerine geldiğinde, çubuğun $m - l$ yönündeki gölgesi saat 2'yi gösterir. Buradan da anlaşılacağı üzere, her saat çizgisi arasındaki açı 15° dir.



Şekil 52: Evren Ekseni [37]



Şekil 54: Ekvatorial güneş saatinin 24 saat çizgisinin tümü [37]

4.2 Yatay Güneş Saati

Ekvatorial güneş saati çizildikten sonra, yatay güneş saatinin çizimi kolay olur. Şekil 55'te $q - a - q' - a'$ bulunulan yerin öğle dairesini, $f - f'$ bu yerin ufkunu, $a - a'$ dairesi ekvatoru ve $q - q'$ evren eksenini ifade etsin. Bulunulan yerin öğle doğrusu evren ekseninden geçtiğinden gerek ekvator düzlemine ve gerekse ufka diktir; 12. saatin yönü $f - f'$ ve $a - a'$ doğrularının yönüyle belirlenir. Ufuk üzerinde 1. ya da öğle doğrusuna göre simetriği demek olan 11. saati veren e' noktasını belirlemeye çalışalım. Güneş doğal olarak çeşitli saatlerde farklı öğle doğruları üzerine gelir. Evren eksenini, tüm öğle yüzeylerinin müşterek arakesitini oluşturur. Söz konusu öğle doğrusu yüzeylerinin ufukla oluşturduğu arakesit doğrultusundaki $q - m$ çubuk gölgesinin başlangıcı doğaldır ki m çubuk kaidesi üzerinde bulunur. Küresel $e - e' - \varphi$ dik üçgeninde φ açısı bulunulan yer enleminin tamlayanına ($90^\circ - \varphi$), $e - \varphi$ kenarı ise $a - e = 15^\circ$ yayının tamlayanına eşit olduğundan, $e' - \varphi$ yayından yararlanılarak $e' - f$ yayı belirlenebilir.

Her küresel dik üçgende bir açının kosinüsü, komşu kenarların tanjantlarının oranına eşittir ve

$$(\cos \zeta) = [\tan(e - \zeta)] / [\tan(e' - \zeta)]$$

Ayrıca $(e - \zeta) = [90^\circ - (a - e)]$ ve $(e' - \zeta) = [90^\circ - (f - e')]$ olduğundan

$$(\cos \zeta) = \{\tan [90^\circ - (a - e)]\} / \{\tan [90^\circ - (f - e')]\}$$

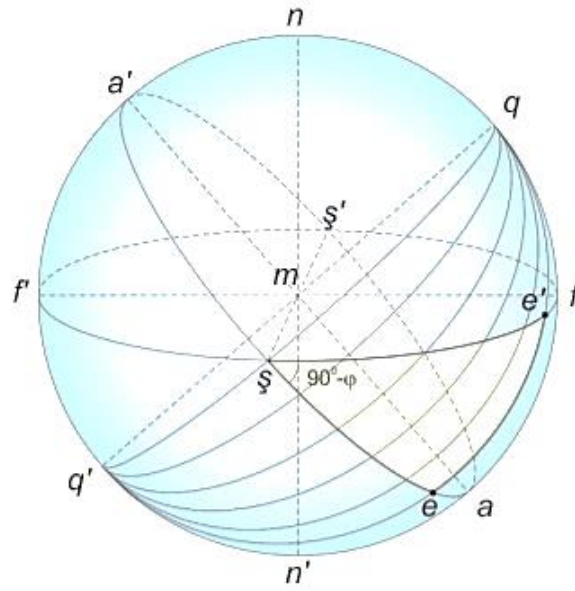
$$[\tan (f - e')] = (\cos \zeta) \cdot [\tan (a - e)]$$

Yazılabilir. Burada İstanbul enlemi $\varphi = 41^\circ$ için, $\zeta = (90^\circ - \varphi) = 49^\circ$ ve $(a - e) = 15^\circ$ olduğundan

$$[\tan (e' - f)] = (\cos 49^\circ) \cdot (\tan 15^\circ) = (0,656059) \cdot (0,2679491) = 0,1757904$$

Ya da $(e' - f) = 9^\circ,9701849 = (9^\circ 58' 12'')$ hesaplanır. Bu örnek gereği 41° enlemine göre çizilecek güneş saatinin 5 dakikalık saat çizgileri arasındaki açılar (Tablo 1) ve kirişler (Tablo 2) hesaplanarak birer çizelge hâlinde düzenlenmiştir.

41



Şekil 55: Evren Eksenini [37]

40

Saat/Fark Dakika/Açı	12 / 0 saat ° ' "	11 / 1 saat ° ' "	10 / 2 saat ° ' "	09 / 3 saat ° ' "	08 / 4 saat ° ' "	07 / 5 saat ° ' "
00	00 00 00	09 58 12	20 44 44	32 16 02	48 39 05	67 47 16
05	00 49 13	10 49 32	21 42 28	34 25 26	50 05 47	69 32 43
10	01 38 27	11 41 13	22 40 58	35 36 04	51 34 08	71 19 44
15	02 27 44	12 33 18	23 40 15	36 47 59	53 04 07	73 07 59
20	03 17 06	13 25 48	24 40 23	38 01 14	54 35 45	74 57 23
25	04 06 34	14 18 44	25 41 22	39 15 49	56 09 03	76 47 49
30	04 56 11	15 12 10	26 43 16	40 31 49	57 43 59	78 39 11
35	05 45 58	16 06 07	27 46 08	41 49 14	59 30 34	80 31 22
40	06 35 05	17 00 37	28 49 58	43 08 08	60 58 45	82 24 15
45	07 26 05	17 55 41	29 54 50	44 28 39	62 38 32	84 17 41
50	08 16 31	18 51 22	31 00 46	45 50 39	64 19 52	86 11 33
55	09 07 12	19 47 42	32 07 50	47 13 59	66 02 43	88 05 42

Tablo 1: 41° enlemi için çizilecek öğle başlangıçlı yatay güneş saatinin 5'er dakikalık saat çizgileri arasındaki açıları gösterir.[37]

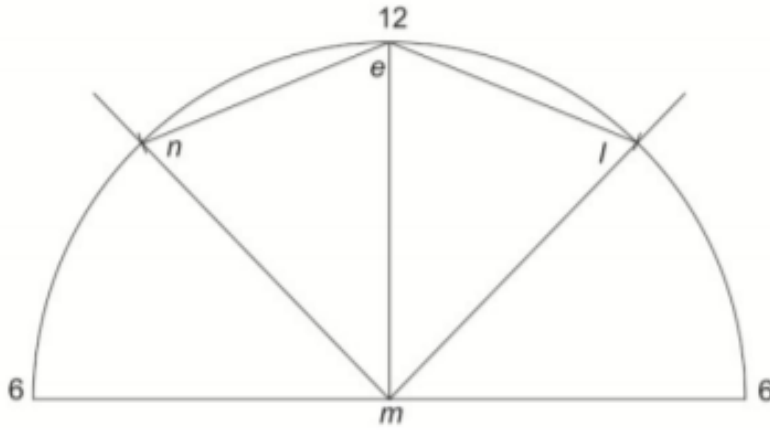
Kiriş Dakika	Saat/Fark					
	12 / 0 saat	11 / 1 saat	10 / 2 saat	09 / 3 saat	08 / 4 saat	07 / 5 saat
00	0,0000	0,1737	0,3602	0,5723	0,8237	1,1153
05	0,0143	0,1886	0,3766	0,5917	0,8468	1,1407
10	0,0285	0,2035	0,3933	0,6114	0,8699	1,1661
15	0,0430	0,2186	0,4101	0,6313	0,8935	1,1915
20	0,0573	0,2337	0,4472	0,6514	0,9172	1,2167
25	0,0716	0,2491	0,4546	0,6718	0,9413	1,2422
30	0,0865	0,2645	0,4621	0,6926	0,9656	1,2674
35	0,1009	0,2801	0,4799	0,7138	0,9858	1,2924
40	0,1148	0,2956	0,4979	0,7350	1,0145	1,3173
45	0,1296	0,3111	0,5163	0,7569	1,0396	1,3420
50	0,1443	0,3276	0,5345	0,7789	1,0648	1,3664
55	0,1589	0,3438	0,5535	0,8013	1,0900	1,3904

Tablo 2: 41° enlemi için çizilecek öğle başlangıçlı yatay güneş saati için 5'er dakikalık saat çizgileri arasındaki açılara ilişkin kiriş çizgisi.[37]

Bu cetvel elde edildikten sonra, herhangi bir yatay güneş saatini çizmek için, öğle doğrusu ile ona dik olacak 6,6 çizgisi güneş saati taşı üzerine resmedilir. Daha sonra 12,12 çizgisine göre simetrik olan 1,11; 2,10; 3,9; 4,8 ve 5,7 hatlarını çizmek için, Tablo 1'de yazılı açı değerleriyle m,12 öğle doğrusuna göre sağlı sollu birer açı alınır, güneş saati

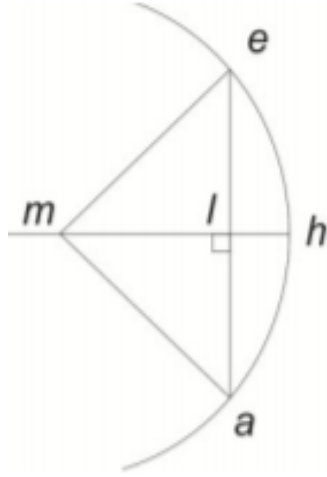
resmedilmiş olur (Şekil). Açıların çizilmesinde kullanılacak başlıca âlet iletke olmakla birlikte, en iyi iletke bile açıların gerçek değerlerinin alınmasında yetersiz kalabilir. Bu durumda üçgenlere başvurulur $a - m - e$ açısının çizilmesi için m noktası merkez alınıp birim yarıçaplı bir yay ve yayın $a - e$ kirişi çizilir (Şekil 56). Bu kiriş, hem söz konusu kirişe çizilen $h - m$ dikini, hem de $a - m - e$ açısını iki eşit kısma böler. $a - e$ Kirişinin yarısı olan $l - e$ hattı, $a - m - e$ açısının yarısının sinüsüne eşit olur. Buna göre açının yarısının sinüsü alınıp ikiyle çarpılırsa, $a - e$ hattının, $a - h - e$ yayının yarıçapına oranla uzunluğu bulunmuş olur. Önceki şekilde (Şekil 57) birim yarıçapı ve m merkez noktasıyla $6 - e - 6$ yarım daire çizildikten sonra, e noktası merkez alınarak daha önce hesapla bulunan $a - e$ kiriş uzunluğuyla yarım daire sağlı sollu kestirilir. Eğer kesim noktaları olan l ve n ile m merkezi birleştirilirse, öğleden önceki ve sonraki –birbirine eşit– öğleye kalan ya da öğleden geçen saat çizgileri elde edilmiş olur.

43



Şekil 56: A-E kirişi çizimi [37]

42



Şekil 57: A-E kiriş uzunluğu çizimi [37]

Örnek: Öğleden önceki ve sonraki 3 saat 45 dakikanın ($= 56^{\circ},25$) s saat çizgisi açısı ve kirişi hesaplanmak istenirse, daha önce söylendiği gibi

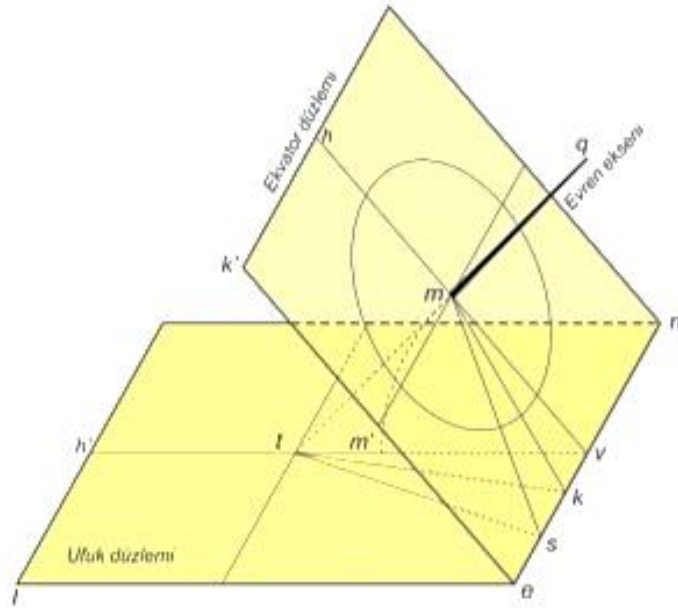
$$[\tan (s)] = (\cos 49^{\circ}).(\tan 56^{\circ},25) = (0,656059).(1,4966058) = 0,9818617$$

$s = (44^{\circ},475635) = 44^{\circ}28'32''13$ Ve buna ilişkin kiriş $2. [\sin (44^{\circ},475634/2)] = 0,7569$ olarak elde edilir. Elde edilen bu değerler Çizelge 1 ve 2'de 41° enlemindeki yatay güneş saatleri için verilen açı ve kiriş değerleriyle uyum içindedir.

4.2.1 Yatay Güneş Saatinin Geometrik Çizimi

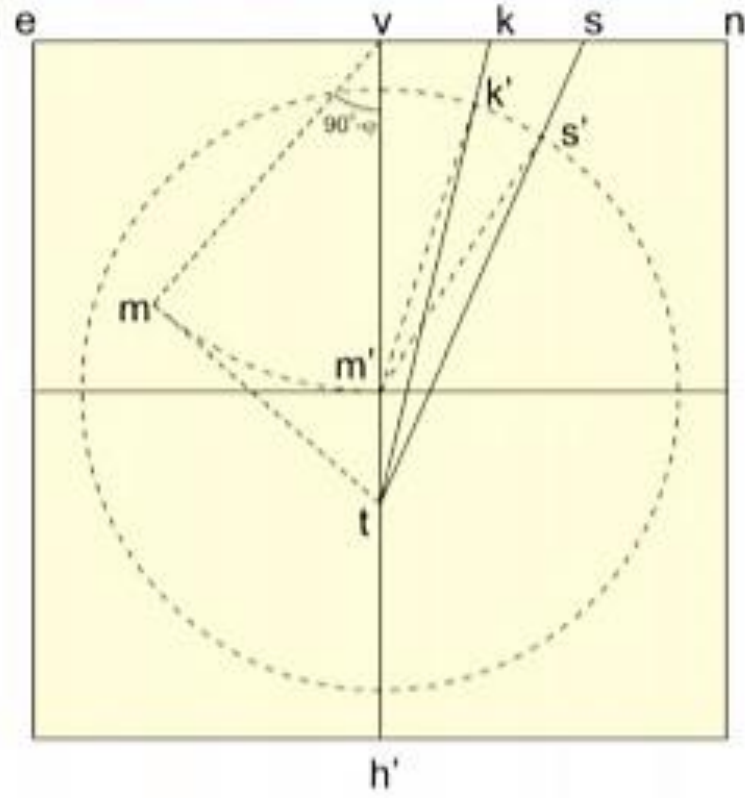
Şekil 58 'de $k' - e$ düzleminin bir ekvatorial güneş saati olduğunu ve m noktasının çubuğun dikildiği yer olduğunu varsayalım. Eğer $e - l$ ufuk düzlemi üzerine bir öğle başlangıçlı güneş saati çizilecekse, $m - q$ evren ekseninden geçen öğle dairesi yüzeyi, ekvatorial güneş saatinde $h - v$ ve ufuk düzleminde $h' - v$ öğle doğrusu doğrultularını oluşturur. Ekvatorial güneş saati $e - n$ hattı etrafında $l - e$ ufuk düzlemi üzerine gelinceye kadar döndürülürse, m merkezi $m - v$ yarıçapıyla $m - m'$ yayını çizerek m' noktasına gelir ve $h - v$ hattı doğal olarak $h' - v$ hattıyla çakışır. $m - q$ Evren eksenini, ufuk yüzeyini t noktasında deldiğinden, ufuk düzlemi üzerindeki tüm saat çizgilerininin t noktasından geçmesi doğaldır. Diğer noktaları bulmak için m noktası merkez alınarak keyfî yarıçaplı bir daire çizilir ve eşit aralıklarla bölünüp merkezle birleştirilir. Böylece ekvatorial güneş saati

üzerindeki saat çizgileri çizilmiş olur. Söz konusu çizgilerin $e - n$ arakesitini kestiği noktalarla t çubuk merkezi arası birleştirildiğinde, her biri bir saat çizgisini gösterir.



Şekil 58: $k' - e$ düzleminin bir ekvatorial güneş saati [37]

Çizim işleminin yapılması için, güneş saatinin ortasına $h' - v$ ve ona dik $e - n$ hatları çizilir. Ayrıca v noktasından enlem tümleyenine eşit bir açı alınarak bir doğru çizilir; çubuğun dikileceği t noktasından bu doğruya inilen $t - m$ dikliği m noktası ve $t - v - m$ dik üçgeni elde edilir (Şekil 59). Eğer $v - m$ hattı $t - h'$ hattı üzerinde $v - m$ yarıçapıyla döndürülürse, m noktasının yeni konumu m' noktası olur. Daha sonra m' noktası merkez alınarak keyfi yarıçaplı bir daire çizilip eşit kısımlara bölünür. Merkezle k' ve s' taksimat noktaları arası birleştirilir, bu doğrular $n - e$ hattını kesinceye kadar uzatılır ve kesişme noktaları olan k ve s noktalarıyla t noktası arası birleştirilirse, istenen saat çizgileri elde edilmiş olur (Şekil 59).

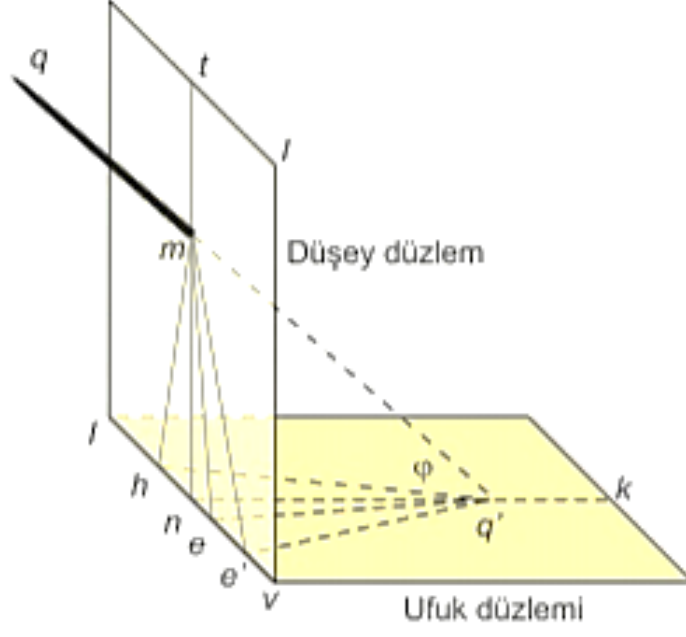


Şekil 59: Saat Çizgisi [37]

4.3 Düşey Güneş Saati

4.3.1 Güneysel Güneş Saatlerinin Çizimi

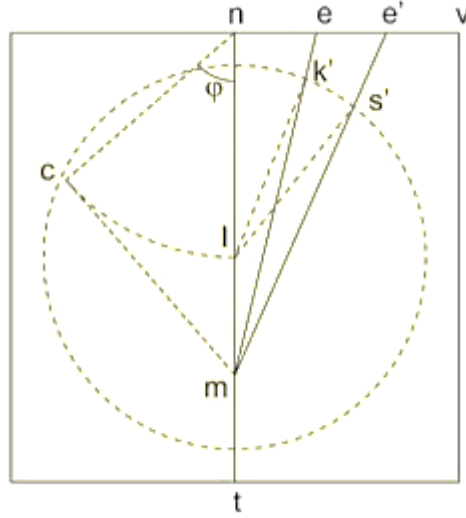
K ufuk düzlemi üzerine çizilmiş bir yatay güneş saati yardımıyla düşey güneş saati çizilmek istensin (Şekil 60). Hem $m - q' - n$ öğle doğrusu yüzeyine hem de k ufuk düzlemine dik olarak bir $l - l$ düzlemi geçirildiğinde, öğle doğrusu yüzeyi söz konusu düşey $l - l$ düzlemini $t - n$ hattı doğrultusunda ve $q - q'$ evren eksenini t-n öğle doğrusu çizgisini m noktasında, o yerin enleminin tamlayanına ($90^\circ - \varphi$) eşit bir eğimde keser. Yatay güneş saati üzerinde çizilmiş bulunan $q' - e$, $q' - h$ gibi saat çizgileri ile evren ekseninden geçen öğle doğrusu yüzeyleri $l - l$ düşey düzlemini, bir noktası $q - q'$ evren ekseninin m noktası ve diğer noktası da k ufuk düzlemi üzerinde ortak bulunan e noktaları arasından geçen hattın yönünde bulunur. Yatay güneş saatinde $q' - e$ hattı hangi saati gösteriyorsa, ondan geçen saat düzleminin düşey yüzey üzerinde oluşturduğu $m - e$ arakesit hattı da o miktar saati gösterir.



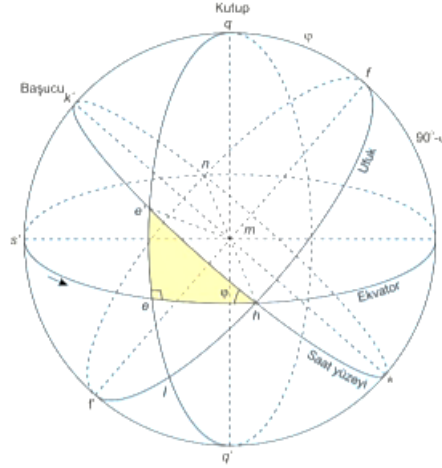
Şekil 60: Düşey güneş saati çizi [37]

4.3.1.1 Yapım Yöntemi

Yatay güneş saati çiziminde yapılan işlemler, düşey güneş saatlerinde de aynıdır (Şekil 61). Burada $t - n$ öğle doğrusu çizgisinin dik olduğu $n - v$ hattı üzerindeki n noktasından, enleme (φ) eşit eğimde $n - c$ hattı ve çubuk merkezi olan m noktasından $c-n$ hattına dik olacak, enlem tümleyenine eşit eğimde hatla buluştuğu c noktası ve bunun öğle doğrusu üzerindeki l eşdeğeri bulunur. Yatay güneş saati üzerinde yapılan işlemler burada da aynen uygulanırsa, düşey güneş saati çizilmiş olur.



Şekil 61: Yatay güneş saati çizimi [37]



Şekil 62: Güney dairesi yüzeyi üzerine bir düşey güneş saati çizimi [37]

4.3.1.2 Üçgenlerden Yararlanarak Düşey Güneş Saatinin Çizilmesi

$f - f'$ Ufuk düzlemine dik $h - k' - n - k$ güney dairesi yüzeyi üzerine bir düşey güneş saati çizilmek istensin (Şekil 62). $s - s'$ Ekvator düzlemi üzerinde $s - s'$ öğle doğrusunun s' noktasından itibaren, örneğin 3 saat 15 dakikalık saat çizgisini çizmek isteyelim. Ok ile gösterilen yöne doğru 3 saat 15 dakikalık $s' - e$ saat yayı alınıp e noktasından geçmek üzere $q - e' - e - q'$ öğle dairesi çizilirse, $h - e' - e$ gibi bir küresel dik üçgen meydana gelir.

Bu küresel dik üçgende h açısı enleme (İstanbul için $\varphi = 41^\circ$) ve $e - h$ kenarı ise 3 saat 15 dakikanın tümle yeni olan 2 saat 45 dakikanın saat açısı 41 derece 15 dakikaya ($= 41^\circ,25$) eşit olur. Yine önceki denklem uyarınca enlemin kosinüsü, komşu kenarların tanjantları oranına eşit olduğundan;

$$(\cos h) = \frac{[\tan (e - h)]}{[\tan (e' - h)]}$$

Ya da

$$[\tan (e' - h)] = \frac{[\tan (e - h)]}{(\cos h)}$$

$$[\tan (e' - h)] = [\tan (41^\circ,25)]/(\cos 41^\circ) = (0,8769764)/(0,7547095) = 1,1620052$$

$$(e' - h) = \tan^{-1} (1,1620052) = 49^\circ,28533$$

$$(k' - e') = [90^\circ - (e' - h)] = [90^\circ - (49^\circ,28533)] = 40^\circ,71467 = 40^\circ 42' 53''$$

$$(k' - n) \text{ açısı kirişi} = 2 \cdot [\sin (40^\circ,71467/2)] = 0,695815$$

Elde edilir.

Öğleye kalan saatler						
Saat/Fark Dakika/Açı	12 / 0 saat ° ' "	11 / 1 saat ° ' "	10 / 2 saat ° ' "	09 / 3 saat ° ' "	08 / 4 saat ° ' "	07 / 5 saat ° ' "
00	00 00 00	11 26 00	23 32 39	37 02 30	52 35 03	70 27 12
05	00 56 35	12 24 20	24 36 22	38 15 05	53 59 08	72 02 09
10	01 35 15	13 23 06	25 40 43	39 28 32	55 24 13	73 37 47
15	02 50 00	14 22 10	26 45 39	40 42 53	56 50 19	75 14 05
20	03 46 45	15 21 35	27 51 16	41 58 09	58 17 22	76 50 58
25	04 43 30	16 21 23	28 57 32	43 14 20	59 45 25	78 28 23
30	05 40 30	17 21 35	30 04 31	44 35 30	61 12 25	80 06 12
35	06 37 30	18 22 12	31 12 14	45 49 37	62 44 21	81 44 35
40	07 34 45	19 23 18	32 20 42	47 08 42	64 15 13	83 23 15
45	08 32 15	20 24 51	33 29 58	48 28 48	65 46 57	85 02 15
50	09 30 00	21 26 55	34 40 00	49 49 53	67 19 33	86 41 20
55	10 27 45	22 29 31	35 50 50	51 11 58	68 52 59	88 20 38

Tablo 3: 41° enleminde güney dairesi üstüne çıkan öğle başlangıçlı güneysel güneş saati için saat çizgileri arasındaki açıları gösterir.[37]

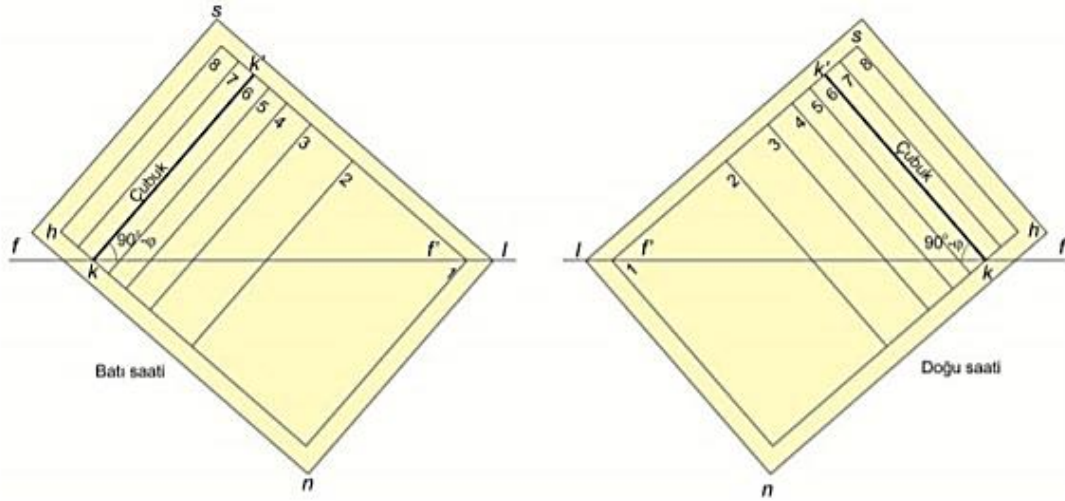
Kiriş Dakika	Saat/Fark					
	12 / 0 saat	11 / 1 saat	10 / 2 saat	09 / 3 saat	08 / 4 saat	07 / 5 saat
00	0,0000	0,1992	0,4080	0,6187	0,8859	1,1536
05	0,0164	0,2161	0,4262	0,6553	0,9077	1,1760
10	0,0267	0,2331	0,4441	0,6754	0,9297	1,1984
15	0,0494	0,2501	0,4628	0,6958	0,9519	1,2208
20	0,0659	0,2672	0,4813	0,7562	0,9740	1,2430
25	0,0825	0,2844	0,5000	0,7369	0,9963	1,2651
30	0,0990	0,3019	0,5186	0,7588	1,0186	1,2868
35	0,1155	0,3192	0,5379	0,7787	1,0410	1,3086
40	0,1322	0,3368	0,5570	0,7998	1,0635	1,3432
45	0,1489	0,3544	0,5764	0,8218	1,0860	1,3516
50	0,1656	0,3722	0,5958	0,8426	1,1087	1,3727
55	0,1823	0,3900	0,6155	0,8642	1,1312	1,3936

Tablo 4: 41° enleminde başlangıç güney dairesi üstüne çakışan öğle başlangıçlı güneysel güneş saatinin saat çizgilerine ilişkin kiriş tablosu. [37]

4.3.2 Doğusal ya da Batısal Güneş Saati Çizimi

Tam olarak doğu-batı doğrultusunda bulunan bir duvar yüzüne ya da bu yöne yerleştirmesi öngörülen bir mermer levha üzerine doğusal ya da batısal bir güneş saati çizmeyi amaçlayalım (Şekil 63). Güneş saati yüzeyi üzerinde $f - f'$ ufuk çizgisi ve bu hat üzerinde bir k noktası seçilir ve eğimi $(90^\circ - \varphi)$ kutup yüksekliğine eşit $k' - k - f'$ açısı çizilir.

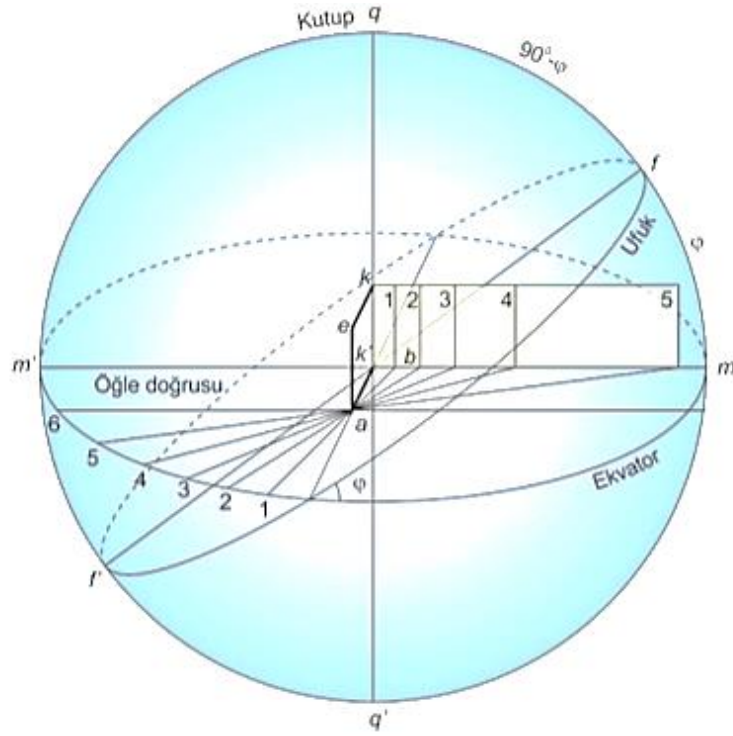
6. saati gösteren $k - k'$ hattı üzerinde keyfi k' noktası işaretlenip, bu k' ve k noktalarında gölge çubuğuna ayaklık görevi yapmak üzere eşit uzunlukta ve yüzeye dik olarak iki çubuk geçirilir. Daha sonra $k'-k$ hattına dik olarak $h-n$, $s-l$ gibi bir çerçeve çizilir. Eğer dikilen dikey ayakların boyları 1 dm ise $k'-k$ hattına 0,132 dm uzaklığa çizilen paralel hat 5,5 saati ve 0,27 dm uzaklığa çizilen hat 5. saati gösterir.



Şekil 63: Mermer levha üzerine doğusal ya da batısal bir güneş saati çizimi [37]

4.3.2.1 Saat Çizgileri Arasındaki Uzunlukların Hesap Yöntemi

Şekil 64'te $m - m'$ dairesi ekvatoru, $f - f'$ dairesi ufku, $q - q'$ hattı evren eksenini, $m - f - q - m'$ yerel öğle dairesini ifade etsin. $q - q'$ Evren eksenini doğrultusunda ve $m - f - q - m'$ öğle doğrusu yüzeyine paralel olarak konulan $a - e$ çubuğunun çeşitli saatlerde öğle doğrusu yüzeyine düşen gölgesi, doğal olarak çubuğun doğrultusuna paralel olur. Buna göre $a - e$ çubuğunun a ve e uçlarından gölge doğruları çizildiğinde, bu doğruların ekvatorun öğle doğrusuyla $m - m'$ arakesiti üzerinde kesiştiği noktadan $q - q'$ eksenine paralel olarak çizilen hatlar, saat çizgilerini verir. Örneğin 2. saat çizgisinin çubuğa olan uzaklığını bulalım. Şekilde $a - b - k'$ dik üçgeninin a açısı 2 saat = 30° , çubuk boyu demek olan $a - k'$ dik kenarı birim kabul edilirse, üçgenin $b - k'$ dik kenarı 2. saate ilişkin çubuk gölgesini ifade ettiğinden $(b - k') = (\tan 30^\circ) = 0,5774$ bulunur.



Şekil 64: Saat Çizgileri Arasındaki Uzunlukların Hesap Yöntemi çizimi [37]

4.3.3 Çarpık Güneş Saati

Bu da bir tür düşey güneş saati olmakla birlikte, çizildiği duvar ya da yerleştirildiği yüzey ana yönlere göre çarpıktır. Düşey güneş saati olmakla saat çubuğu öğle doğrusu yüzeyiyle çakıştığından, öğle doğrusu çubuğunun gölgesi, öğle dairesinin güneş saati yüzeyiyle arakesitine çakışık olur. Gerek öğle doğrusu gerekse çarpık yüzeyleri ufka dik olduklarından, doğal olarak güneş saati yüzeyinde öğle çizgisi de düşey bir hatla temsil edilir.

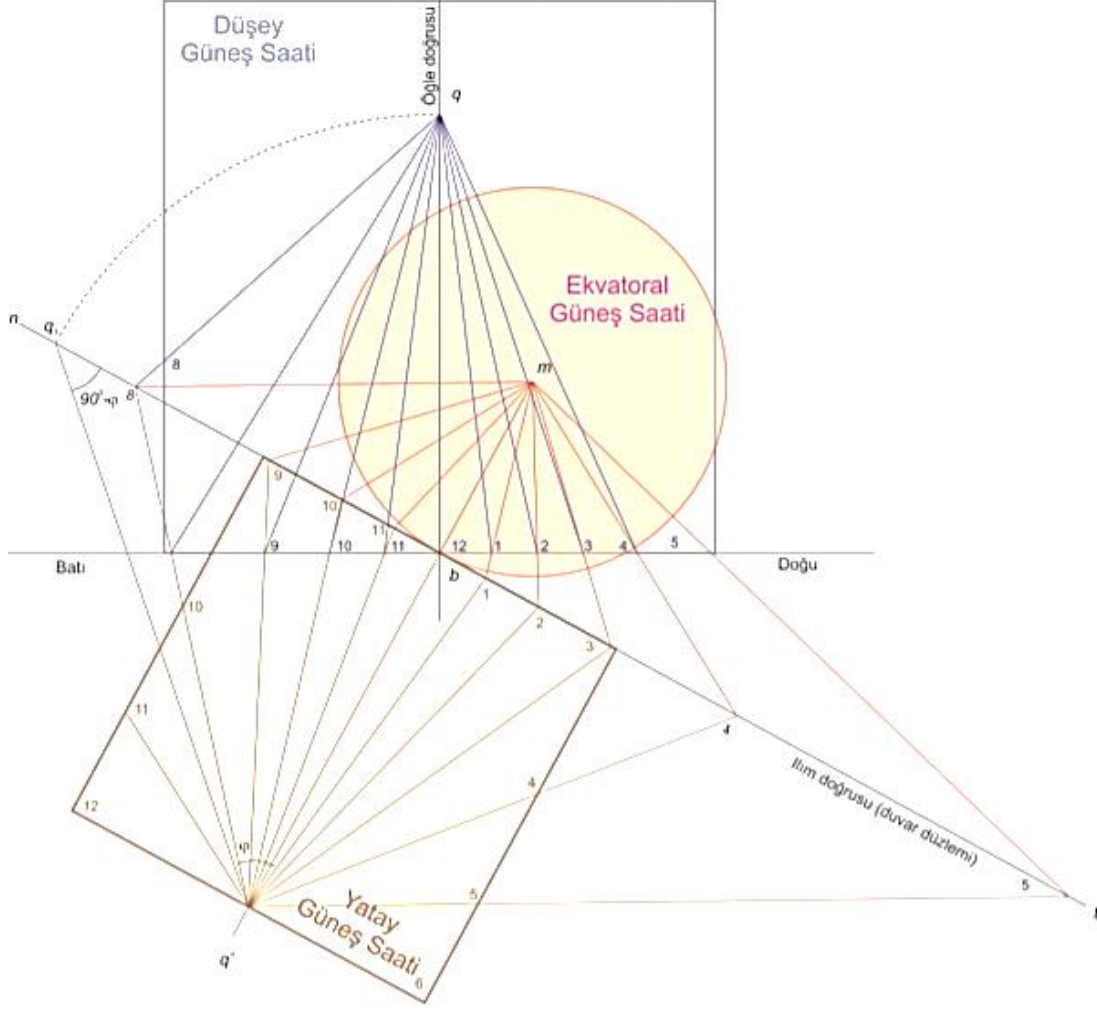
Çarpık çizim prensibi düşey güneş saatleri çizim yöntemine uysa da saat yüzeyi öğle doğrusuna dik veya çakışık, ancak öğle dairesi yüzeyine göre çarpık olduğundan, daha önce anlatılan ana yönlerle uyumlu güneş saatleri gibi çizilemeyeceği kuşkusuzdur.

Mesafe Dakika	Öğleye kalan saatler (Saat/Fark)					
	12 / 0 saat	11 / 1 saat	10 / 2 saat	09 / 3 saat	08 / 4 saat	07 / 5 saat
00	0,0000	0,2679	0,5773	1,0000	1,7320	3,8667
05	0,0218	0,2915	0,6068	1,0446	1,8228	4,0867
10	0,0437	0,3153	0,6371	1,0913	1,9210	5,5107
15	0,0655	0,3395	0,6682	1,1403	2,0278	6,0273
20	0,0875	0,3640	0,7002	1,1917	2,1445	5,6713
25	0,1095	0,3889	0,7332	1,2460	2,2767	6,4971
30	0,1317	0,4142	0,7673	1,3032	2,4142	7,5957
35	0,1539	0,4400	0,8026	1,3638	2,5715	9,1309
40	0,1763	0,4663	0,8310	1,4281	2,7475	11,4300
45	0,1989	0,4931	0,8670	1,4966	2,9459	15,2570
50	0,2217	0,5206	0,9163	1,5697	3,1716	22,9037
55	0,2447	0,5486	0,9573	1,6749	3,4308	45,8293

Tablo 5: 41° enlemi için doğusal ve batısal güneş saatlerinin saat çizgileri arasında ondalık mesafeleri gösterir [37]

4.3.3.1 Çarpık Güneş Saati Çizim Yöntemi

Güneş saati üzerinde çubuk merkezi olmak üzere keyfi bir q noktası alınıp $q - b$ düşey hattı çizilirse, bu doğru öğle çizgisi olur (Şekil 65). Duvar yüzeyi, çarpıklıktan dolayı ufuk düzlemini $n - b - t$ arakesit hattı boyunca keser. Öğle çizgisi $q - b$, doğu-batı hattına b noktasında dik olmakla birlikte, öğle dairesi düzlemi de $n - b - t$ arakesit hattına diktir. Eğer güneş saati duvarın $n - b - t$ arakesit hattına paralel bir güneysel güneş saatinden yararlanarak çizilmek istenirse, onun saat çizgileri duvar arakesit doğrusuna uzatılır ve kesişme noktaları çubuk merkezi olan q noktasıyla birleştirilerek çarpık çizilmiş olur.



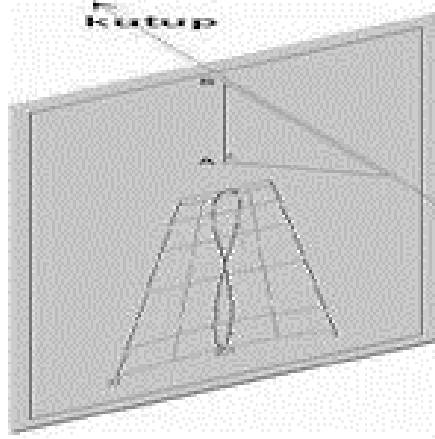
Şekil 65: Çarpık Güneş Saati Çizimi [37]

4.4 Meridyen Güneş Saati

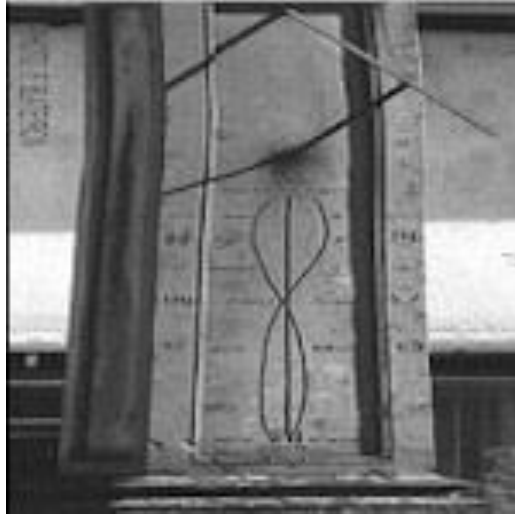
Meridyen Güneş saati güney (kuzey) yönelimli dikey Güneş saatlerine çok benzer. Bunun amacı öğlen boyunca saati tam olarak vermektir. Meridyen Güneş saatleri 19.yy boyunca mekanik saatleri kontrol etmek ve düzeltmek için kullanılmışlardır.

Bu Güneş saati kadranında 11 ve 13 saatleri arasında her beş dakika aralıkları gösteren saat çizgileri yerleştirilmiştir ve öğle çizgisinde zaman denklemi eğrisi bulunur.

Şekil 66 ve Şekil 67’de bu tür saatlerin yerleşimi ve kadran yapıları görülmektedir.



Şekil 66: Meridyen saatlerin yerleşim [36]



Şekil 67: Meridyen kadran yapıları [36]

4.5. Kutup Güneş Saati

Kutup Güneş saatinde saatin üst tarafı kutba yönlendirilir saatin yüzeyi ise ekvator yönelimlidir.

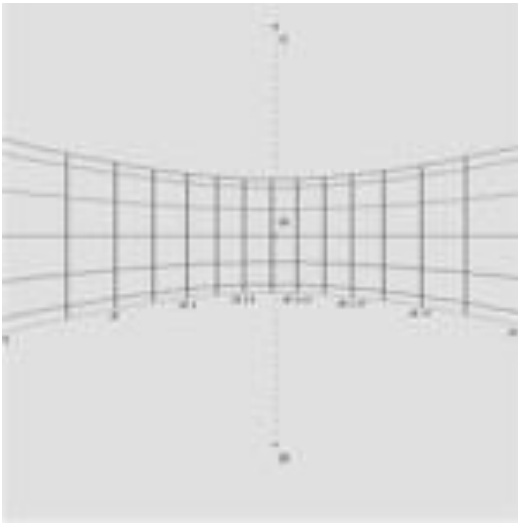
Güneş saatinin dikey eğimi enlemi 90° ye tamamlayan açıya eşittir. Bu nedenle ekvatorial Güneş saatinin tamamlayıcıdır.

Saat çizgileri paralel ve kutba yönelmiştir.

Çubuk bu saat türünde iki yerleşimlidir, ya çizgilerin merkezinde yüzeye dik veya çizgilere paralel ve kutbu gösterecek şekilde saatin yüzeyinden belli bir yüksekliktedir.

Kutup Güneş saati yatay Güneş saatinde olduğu gibi bütün gün ve bütün yıl boyunca gölge oluşturur.

Bu saate ait kadran yapısı ve bu saate örnek olabilecek Güneş saati sırası ile şekil 68 ve şekil 69 da gösterilmektedir.



Şekil 68: Kutup Güneş Saati Kadran Yapısı [36]

Şekil 69: Kutup Güneş Saati Örneği [36]

5. SONUÇ

İlk çağlarda zamanın belirlenmesi için güneş saatleri kullanılmaktaydı. İlk örneklerini Mısır medeniyetlerinde gördüğümüz güneş saatleri, zamanla bütün medeniyetlerde örnekleri bulunmaktadır. Özellikle İslam medeniyetlerinde namaz saatlerini öğrenmek için sıkça güneş saatleri kullanılmaktaydı. Global dünyada dijital saatlerinin ortaya çıkması ile birlikte güneş saatleri kullanımı azalmıştır. Bunun nedeni güneşli saatlerinin sadece yerel saatleri belirlemesi ve gün içerisinde sadece güneşli zamanlarda kullanılabilmesidir.

6. REFERANS

- 1- <https://sundials.org/index.php/all-things-sundial/162-new-insights-into-ancient-sundials.html> [Ziyaret Tarihi: 01.06.2021]
- 2- https://www.smith.edu/hsc/museum/ancient_inventions/hsc13b.html [Ziyaret Tarihi: 01.06.2021]
- 3- <https://www.notintown.net/news-details/1029/2-000-year-old-sundial-recovered-in-turkey-s-anatolia.html> [Ziyaret Tarihi: 01.06.2021]
- 4- <https://www.atlasobscura.com/places/tower-of-the-winds> [Ziyaret Tarihi: 01.06.2021]
- 5- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Museum_side_roman_sun_dial.JPG [Ziyaret Tarihi: 01.06.2021]
- 6- <https://www.istanbulunsirlari.net/eccadimiz-zamanin-kiymetini-bilirlerdi/> [Ziyaret Tarihi: 01.06.2021]
- 7- <https://commons.wikimedia.org/> [Ziyaret Tarihi: 01.06.2021]
- 8- <https://m.ibtav.org/eser/150/silindir-gunes-saati> [Ziyaret Tarihi: 01.06.2021]
- 9- A. Bir, B. Barutçu, M. Kaçar, FATİH SULTAN MEHMED CAMİİ GÜNEŞ SAATLERİNİN YENİLENMESİ, Temmuz 2017
- 10- 25 Mayıs 2021 de yerel saat 14:10 da ki Fatih camiindeki güneş saatinin konumu
- 11- <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ancient-egyptian-sundial.jpg> [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 12- https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Ancient_Egyptian_sundials#/media/File:Amemphis_III_-1400_1_clair.jpg [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 13- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CS_S%C3%A9thi_I_Abydos.png [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 14- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gnomon-E_11737-P5260360-black.jpg [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 15- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sundial-E_11738-Sundial-E_11738-P5260356-black.JPG [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 16- [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Temple_of_Apollo_\(7238818732\)_d%C3%A9tail.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Temple_of_Apollo_(7238818732)_d%C3%A9tail.jpg) [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 17- [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:00_0288_R%C3%B6mische_Sonnenuhr_\(Skaphe\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:00_0288_R%C3%B6mische_Sonnenuhr_(Skaphe).jpg) [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 18- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sundial,_3rd_century_AD,_AM_Ephesus,_EFEM14.jpg [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]

- 19- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cadran_solaire_Louvre_Ma_5074_n1.jpg
[Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 20- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:201005151447_NE_CSM,_Sonnenuhr,_Kalkstein,_1._Jh.jpg [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 21- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acco_IMG_2885.JPG [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 22- [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sundial_\(15326462240\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sundial_(15326462240).jpg) [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 23- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Al-Nasir_Muhammad_Mosque_13.jpg [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 24- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cadran_solaire_de_la_grande_Mosque_de_Kairouan_01,_juin_2013.jpg [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 25- [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mihrimah_Sultan_Mosque_\(%C3%9Csk%C3%BCdar\)_%26_Qibla_pointer_6329.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mihrimah_Sultan_Mosque_(%C3%9Csk%C3%BCdar)_%26_Qibla_pointer_6329.JPG) [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 26- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:17C_Iranian_Horizontal_Dial_%26_Qibla_pointer_6329.JPG [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 27- [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Meknes_sundial\(js\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Meknes_sundial(js).jpg) [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 28- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cadran_Soleil1.JPG [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 29- https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Vertical_sundials_in_Tunisia#/media/File:Sidi_Ali_Ennouri_mausoleum_03.jpg [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 30- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sundial_Topkap%C4%B1.jpg [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 31- [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Sundial_\(Courtyard_of_Hagia_Sophia\)#/media/File:Sundial_Hagia_Sophia_Istanbul.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Sundial_(Courtyard_of_Hagia_Sophia)#/media/File:Sundial_Hagia_Sophia_Istanbul.jpg) [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 32- <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mauterndorf-burg-13.jpg> [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 33- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brussels_Delacre_pharmacy_sundial.jpg
[Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 34- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Decin_Castle_CZ_10.jpg [Ziyaret Tarihi: 03.06.2021]
- 35- <http://repository.edition-topoi.org/vikus/BSDP/> [Ziyaret Tarihi: 04.06.2021]

36- A. Bir, " OSMANLILARDA GÜNEŞ SAATLERİ", İstanbul Teknik Üniversitesi,
http://www.akat.org/ast_tarihinden/osmanli_zamani/gunes_saati/,
[ZiyaretTarihi:06.06.2021]

37- Acar Ş, Bir A, Kaçar M. "Son baş muvakkit Ahmed Ziya Bey'in Güneş saatleri tasarımıyla ilgili bir yazısı". Osmanlı Bilimi Araştırmaları 16 (2014): 1-18