

DÜZLEM KADRANLI YATAY GÜNEŞ SAATİ

Ali DÖNMEZ¹ , Afşar KABAŞ²

Özet

Tarih boyunca birçok toplum tarafından yaygın olarak kullanılan Güneş saatleri insanoğlunun zamanı ölçme gereksiniminden doğan basit ama mantığın ve matematikle birlikte astronominin de kullanıldığı önemli araçlardır.

Zaman ölçümüne temel oluşturan Güneş'in görünür hareketi yeryüzünde gölgelerin konumlarını değiştirir. Bu nedenle bir çubuk gölgesinin değişiminden Güneş'in konumu ve zaman bulunabilir. Güneş saatleri bu mantıkla yapılmaktadır.

Bu sunumda Güneş saatlerinin mantığı, karmaşık matematiğinin astronomiyle nasıl harmanlandığı işlenecek ve bir örnek olarak geçen yıl oluşturulmuş olan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi'ne ve Çanakkale şehri kordon boyuna 240 x 400 cm boyutlarında seramik malzeme ile kurulmuş olan güneş saati tanıtılacaktır. Bu Güneş saatine ilk kez tarih ve burçlar bilgisi eklenmiş ve Güneş saatlerinin takvim olarak ta kullanılabileceği gösterilmiştir.

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

Abstract

This proceeding 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.

1. Giriş:

1.1. Güneş Saatleri

Güneş saatleri, Güneş'in oluşturduğu bir gölge yardımıyla gün içerisinde saati gösteren astronomik bir düzeneştir.

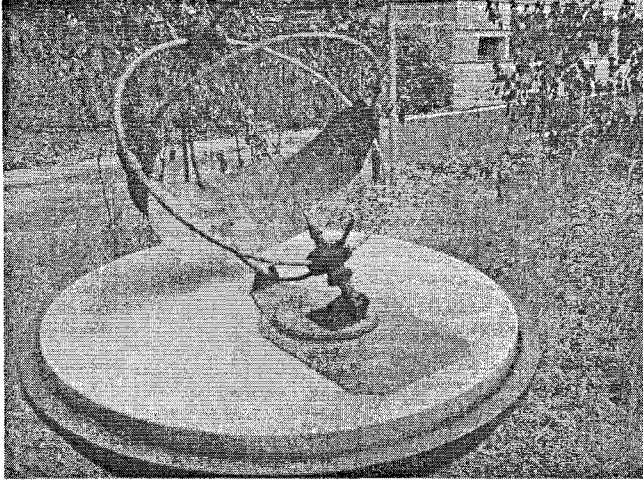
Güneş saatlerinin Akdeniz havzası, Mısır ve Mezopotamya gibi Güneş ışığının bol olduğu orta kuşaktan çıkıp geliştiği düşünülmektedir. Bilinen en eski güneş saatleri MÖ 1500 yılında Mısırlılar tarafından kullanılmıştır. Ayrıca eski Çinliler, eski Yunanlılar ve Romalıların da gelişmiş tekniklerle Güneş saati yaptıkları bilinmektedir. İslamiyetteki ibadetlerin zamana sıkı sıkıya bağlı olmasından dolayı Güneş saatleri islam ülkelerinde daha ayrıntılı ve hassas üretilmiştir. Güneş saatleri Anadolu Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde de gelişimini sürdürerek varlığını bugüne kadar devam ettirmiştir.

Bu gün mekanik ve elektronik saatlerin varlığı sonucu önemini önemli ölçüde yitiren Güneş saatleri bilimsel ve kültürel değerleri nedeniyle batı ülkelerinde korunmakta, parklara, bahçelere ve meydanlara tanıtım amacıyla kurulmaktadır. İlişikteki fotoğraflar günümüz Güneş saatlerinden bazı örnekleri göstermektedir.

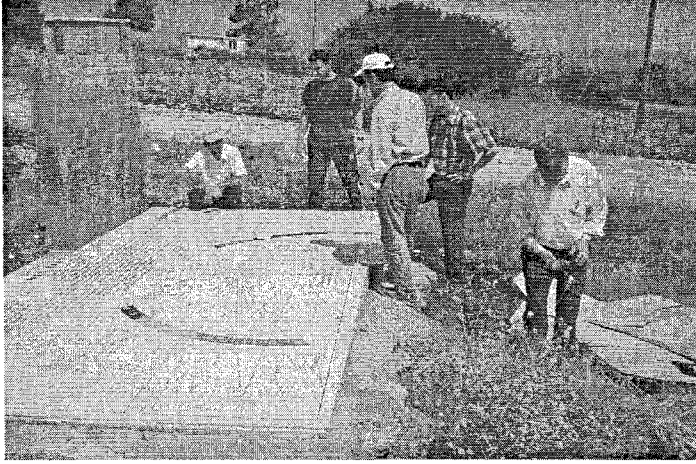
Güneş saatleri, kadranlarının pozisyonları ve şekline göre çok çeşitli tiplerde tasarlanabilirler. Düzlem kadranlı Güneş saatleri ya da küre kesiti kadranlı Güneş saati gibi. Burada matematiksel ve astronomik özelliğine değineceğimiz Güneş saati düzlem kadranlı Güneş saatlerinden yatay kadranlı olanıdır.

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale TÜRKİYE, e-posta: donmez4970@myinet.com

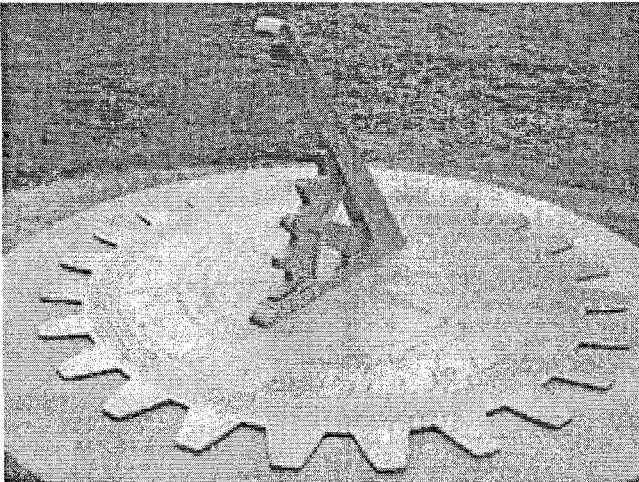
² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale TÜRKİYE



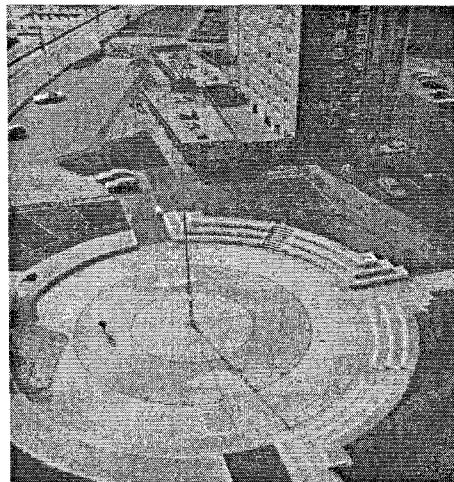
Şekil 1: İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye



Şekil 2: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Astrofizik Araştırma Merkezi, Çanakkale, Türkiye

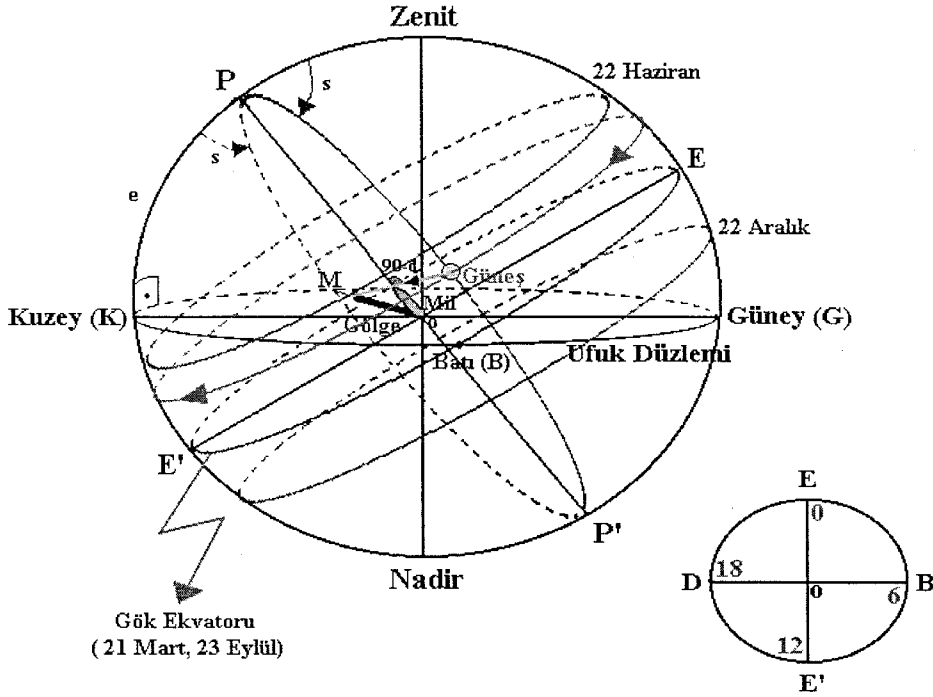


Şekil 3: Egerton Parkı, İngiltere



Şekil 4: Gosport, İngiltere

2. Güneş'in Görünür Hareketi ve Güneş Saati İlişkisi:



Şekil 5: Güneş'in görünür hareketi (a), gök ekvatorunda Güneş'in görünür hareketi (b)

Şekil 5a'de gök küresinde Güneş'in görünür 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 ara kesitidir. P ve P' noktalarından geçen eksenin P noktası Kuzey kutup noktasının gök küresi üzerindeki iz düşümü olup kutup yıldızının yakınlarında yer alır. Dikkat edilecek olursa dört ana yön ufuk düzlemi üzerinde gösterilmiştir. Z ile P'yi birleştiren yayı ufuk düzlemini kesecek şekilde uzatacak olursak bu kesim noktası bize Kuzey (K) noktasını verir. PZP' yayına öğlen çemberi olarak denir.

Günlük hareketlerine bakılacak olursa Güneş te dahil olmak üzere bütün gök cisimleri Batıya doğru ve gök ekvatoruna paralel olarak hareket ederler. Bu hareketi sırasında Güneş belli saat dilimlerinin (gök küresi üzerinde belli saat dilimlerinin) üzerinde yer alır. Hareketin gök ekvatoru üzerindeki iz düşümüne baktığımızda bu gök ekvatoru çemberini bir saatin kadranı gibi düşünebiliriz. Saatin ibresi de akrebin hızının yarısı hızla hareket eden güneş olacaktır (Şekil 5b).

3. Güneş Saatinin Matematiği

Güneş yıl boyunca gök ekvatoruna paralel çember aileleri üzerinde hareket eder. Yatay kadranlı bir Güneş saati yaparken bu hareketin ufuk düzlemi üzerindeki izdüşümünü irdelemek gerekir.

Yerin dönme eksenine paralel l uzunluğundaki bir mil, bir ucundan ufuk düzlemi gibi yatay bir düzlem üzerine tutturulmuş olsun (O noktasında, Şekil 1a). Her hangi bir zaman için bu milin Güneş'ten kaynaklı gölgesinin yönelimini ve gölge boyunu bulmak için astronomide çok fazla kullanılan küresel trigonometri ve düzlemsel geometri bilgisine ihtiyaç duyulur. Ayrıca Güneş'in günlük ve yıllık hareketlerinin de bilinmesi gerekmektedir.

3.1 Gölge Doğrultusu

Güneş gök küresi üzerinde Şekil 1a'da görüldüğü gibi bir noktadayken milin gölgesi PMO düzlemi üzerinde veya bir başka deyişle gök ekvatorunun kutuplarını Güneş'e birleştiren yayların oluşturduğu düzlem üzerinde oluşacaktır. Güneş'in gökte herhangi bir zamandaki herhangi bir konumu için küresel trigonometri formüllerinden faydalanarak milin gölge doğrultusu (gölgenin kuzey doğrultusundan doğu yönlü uzanım açısı yani KM yayı) hesaplanabilir.

Şekil 1a'daki küre üzerinde görülen PKM dik açılı küresel üçgeni için (PKM üçgeni Şekil 2'de daha ayrıntılı gösterilmiştir) küresel trigonometri kurallarından yola çıkarak,

$$\cos(90-e) = \cot s \cdot \cot (90-KM) \quad \dots\dots\dots(1)$$

yazılabilir.

Buradan KM yayı çekilecek olursa,

$$KM = \arctan(\sin e \cdot \tan s) \quad \dots\dots\dots(2)$$

bulunur.

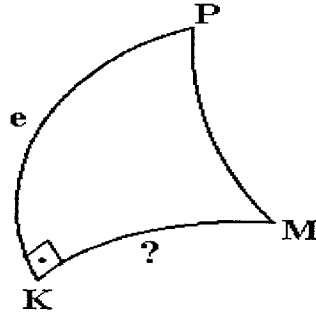
Ayrıca yine aynı üçgen için,

$$\cos s = \cot PM \cdot \cot (90-e) \quad \dots\dots\dots(3)$$

yazılabilir. Buradanda PM yayı çekilecek olursa,

$$PM = \arctan (\tan e / \cos s) \quad \dots\dots\dots(4)$$

bulunur.



Şekil 6: Gölge doğrultusunun bulunması için çözümleri gereken küresel üçgen.

(2) formülden görüldüğü kadarıyla milin gölge doğrultusu, gözlemcinin yer üzerindeki coğrafik enlemine (e) ve Güneş'in öğlen çemberinden olan batı yönlü açısal uzanımına (saat açısına, s) bağlıdır. Bu sayede Güneş'e ait belli saat açıları için herhangi bir e enleminde az önce yukarıda özelliklerini tanımladığımız milin gölge doğrultusunu kuramsal olarak bulmak mümkündür.

Şekil 1a'daki PK yayı e enlemini gösterir. Güneş'in gök ekvatorundan olan açısal dik uzaklığı ise dik açıklık ya da deklinasyon (şekildeki d açısı) olarak adlandırılır. Bu durumda P'yi Güneş'e birleştiren yay (90-d) olacaktır.

3.2 Gölge Boyu

Milin gölge doğrultusu gün boyunca doğrultu değiştirirken bir taraftan da gölgenin uç noktası o güne bağlı olarak sabahdan akşama kadar belli bir rotada hareket etmektedir. Bu rotanın biçimi ve konumu yıl içerisindeki günler değiştikçe değişir. Bir başka deyişle rota, Güneş'e ait deklinasyon değeri yani d 'ye 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 zamanlarında deklinasyon değeri tek bir tarihtir – ki o da gün dönümü tarihidir – karşılık gelir). O halde milin gölge ucunun izlediği rota (deklinasyon eğrisi) bize o günün yıl içerisindeki tarihine ilişkin bir şeyler söyleyecektir. Bu da bize Güneş saatinin aynı zamanda bir takvim olarak ta kullanılabileceğini göstermektedir. Buradaki önemli soru, “gölgenin izlediği rotayı kuramsal olarak belirleyebilir miyiz?” sorusudur. Şayet bu yapılacak olursa gölge ucunun üzerinde gezindiği eğri bize zamanı (ay ve ayın gününü) gösterecektir.

e : enlem,

s : saat açısı,

l : milin boyu,

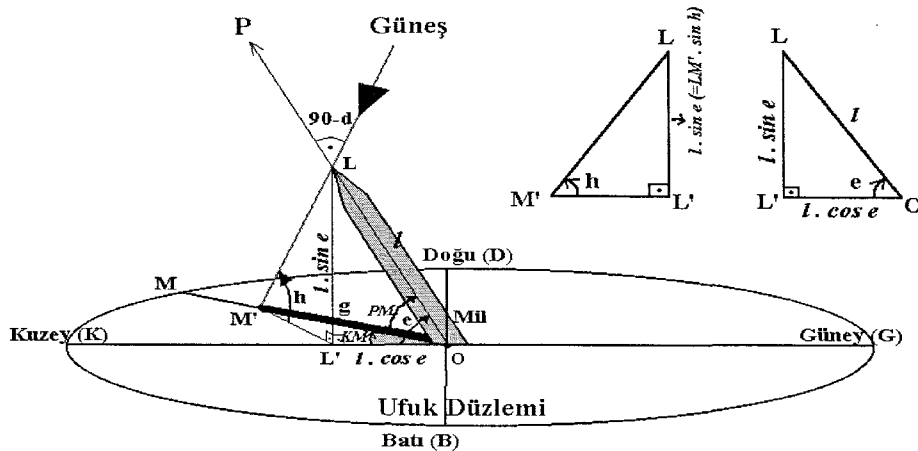
d : deklinasyon

olmak üzere g gölge uzunluğu düzlem ve küresel geometri yardımıyla bulunabilir. Milin ufukla kesiştiği noktaya O noktası yani orijin, O 'yu Doğuya birleştiren doğruya x eksen, O 'yu Kuzeye birleştiren eksene de y eksen dersek ufuk düzleminde iki boyutlu bir koordinat sistemi elde etmiş oluruz. Gölge yönelimini veren KM yayı ile gölgenin boyunu (gölge ucunun O noktasından olan uzaklığını) veren g , gölge ucunun bu koordinat sistemindeki kutupsal koordinatlarıdır, e enleminde yer alan l uzunluğundaki bir mile (ki bu mil başta özellikleri açıkça anlatılan mildir) ait her hangi bir deklinasyon çizgisi, o deklinasyona (d) karşılık belirlenmiş farklı s değerleri için kutupsal koordinatlarını (g , KM) hesapladığımız noktaların birleştirilmesiyle elde edilir. KM yayının nasıl bulunduğunu gördüğümüze göre şimdi de sıra gölge boyu olan g 'nin hesaplanmasına geldi:

Bilinenler: e , s , l , d

Ulaşılmak İstenen: g (gölge boyu)

Aşağıda yer alan şekli inceleyelim. Bu şekil bir önceki şekilden ayrıntılı bir detaydır (Şekil 7):



Şekil 7: g gölge boyunun üç boyutlu uzayda bulunuşu

LM'O üçgenini ele alalım ve bu üçgene sinüs teoremini uygulayalım (şekil 8):

Sinüs teoreminden,

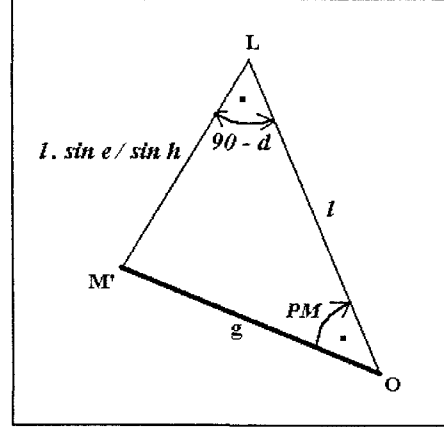
$$M'L / \sin PM = M'O / \sin (90-d) \quad \dots(5)$$

Yazılabilir.

Bu durumda,

$$l \cdot \sin e \cdot \cos d = g \cdot \sin h \cdot \sin PM \quad \dots(6)$$

olacaktır.



Küresel trigonometriden bilindiği üzere saat koordinat sisteminden ufuk koordinat sistemine dönüşümde G Güneş olmak üzere PZG küresel üçgenine (şekil 5a'dan anlaşılabilir) h için kosinüs-kenar teoremi uygulandığında,

$$\sin h = \sin e \cdot \sin d + \cos e \cdot \cos d \cdot \cos s \quad \dots\dots\dots(7)$$

bulunur.

(6) formülünde sin h ve PM değerleri (7) ve (4) formüllerinden yerine konup g çekilirse,

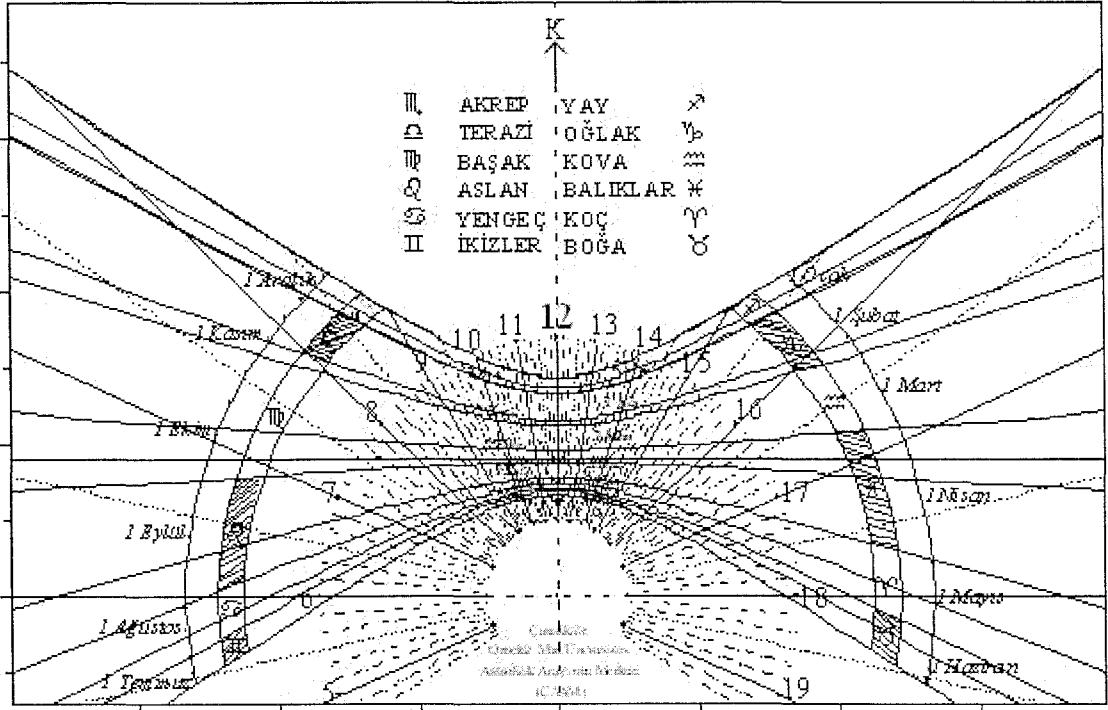
$$g = l \cdot \sin e \cdot \cos d / [\sin [\arctan (\tan e / \cos s)] \cdot (\sin e \cdot \sin d + \cos e \cdot \cos d \cdot \cos s)] \quad \dots\dots\dots(8)$$

olarak bulunur.

g de hesaplandığına göre artık l ve e bilinenleri yardımıyla herhangi d için farklı s değerlerine ait gölge ucunun kutupsal koordinatları olan (g, KM)'ler bulunabilir ve bu noktalar birleştirildiğinde o deklinasyon (d) değeri için yani o "gün" için deklinasyon çizgisi belirlenmiş olur. Yani gölge boyu –deklinasyon- tarih bağıntısı kullanılarak gölge boyundan tarih tahmin edilebilir.

4. Bir Uygulama: Yeni Oluşturulan Bir Güneş Saati

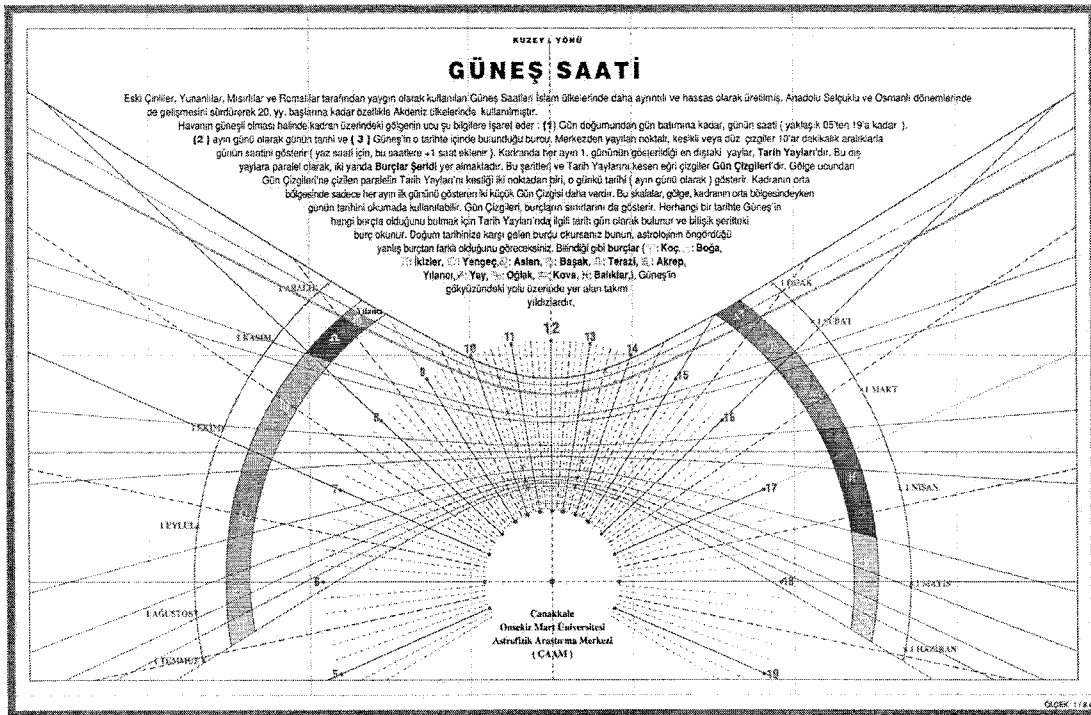
Uygulama için enlemi 40 derece ($e = 40$), kullandığımız milin uzunluğunu 35 cm ($l=35$ cm) olarak aldığımızda her deklinasyon (d) değerine ait (bu uygulamada bu deklinasyon değerleri, burçların parsel sınırlarıyla ekliptiğin kesim noktalarına denk gelen değerler ve ayrıca gündönümü ve ekinoks zamanlarının deklinasyonlarıdır) 10 dakika zaman aralıklarıyla alınan bir grup saat açısı (s) için saat çizgileri ve deklinasyon eğrilerinin elde edilmesine yönelik problemin çözümü aşağıdaki şekilde (şekil 9) gösterilmektedir. Bu şekil, Çanakkale için oluşturulması amaçlanan yatay kadranlı bir Güneş saatidir.



Şekil 9: 40 derece enlemi için yatay düzlemde 35 cm uzunluğundaki bir çubuğun gölge doğrultuları (zaman çizgileri) ve gölge boyları (deklınasyon ve tarih eğrileri).

Şekil 9'in merkez noktası (iç çemberin merkezi) koordinat sisteminin orijini, Kuzey (K) doğrultusundaki eksen dik eksen (y), saat 18 doğrultusundaki eksen ise yatay eksen olan x eksenidir. Orijinden radyal olarak dışarı doğru yayılan düz çizgiler saat çizgileridir ve her ardışık çizginin arası 10 zaman dakikasıdır. Eğrisel görünen çizgiler ise deklınasyon çizgileridir. Bu deklınasyon 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 deklınasyon çizgileri yardımıyla gösterir. En sağdaki ve en soldaki çember parçaları ise tarih (ay ve gün) okumada yardımcı olan birer skaladırlar, şeklin orta bölgelerinde de diğerine göre daha küçük benzer bir skala yer almaktadır.

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 10: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Astrofizik Araştırma Merkezi ve Çanakkale şehri kordon boyundaki Güneş Saatlerinin Kadranı.

Kaynaklar

- [1] Kızıllırmak, A., 1998. *Gökbilim Dersleri Cilt I (Küresel Gökbilim)*, Ege Üniv.Matbaası, Üçüncü Baskı, Bornova, İzmir
- [2] Çam, N., 1990. *Osmanlı Güneş Saatleri*, Kültür Bakanlığı, Ankara
- [3] Kabaş, A., 2004. *Güneş Saatleri*, Yüksek Lisans Tez Çalışması, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale