



JOURNAL of SOCIAL and HUMANITIES SCIENCES RESEARCH (JSHSR)

Uluslararası Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Dergisi

Received/Makale Geliş 09.02.2022
Published /Yayınlanma 29.03.2022
Article Type/Makale Türü Research Article

Citation/Alıntı: Durukan, E., Çözeli, M. Yaşar, Y. & Taşdemir, M.N. (2022). Güneş'in Geliş Açısının ve Gündüz Süresinin Trigonometrik Hesabı. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 9(81), 344-354.
<http://dx.doi.org/10.26450/jshsr.2990>

Ertuğ DURUKAN
<https://orcid.org/0000-0001-5759-9913>
Milli Eğitim Bakanlığı, Adana / TÜRKİYE

Mehmet ÇÖZELİ
<https://orcid.org/0000-0002-8925-9793>
Milli Eğitim Bakanlığı, Adana / TÜRKİYE

Yasin YAŞAR
<https://orcid.org/0000-0001-7301-2991>
Milli Eğitim Bakanlığı, Adana / TÜRKİYE

Mehmet Necip TAŞDEMİR
<https://orcid.org/0000-0002-4986-6468>
Milli Eğitim Bakanlığı, Adana / TÜRKİYE

GÜNEŞ'İN GELİŞ AÇISININ VE GÜNDÜZ SÜRESİNİN TRİGONOMETRİK HESABI

THE TRIGONOMETRIC CALCULATION OF THE SUN'S ANGLE OF INCIDENCE AND DAYTIME

ÖZET

Bu çalışmada; ekinoksların matematiksel yöntemlerle hesaplanması, yaz gündönümü ve kış gündönümü sırasında güneş zamanı ve gerçek zaman arasındaki değerlerin karşılaştırılması, yaz gündönümü ve kış gündönümünde gözlemlenen enlemlere göre günün gece-gündüz saatlerinin hesaplanması ve güneşin gün doğumunda ve gün batımında atmosferle oluşan sapma açısı araştırılmıştır.

Çalışma, alan araştırmasında elde edilen veriler kullanılarak hazırlanmıştır. Yaz gün dönümünde kuzey enlemlerinden 30, 40, 50, 60 derecelik güneş ışınları açısı ve Ekvator'a gelen açılar açıklanmıştır. İlkbahar ve Sonbahar Ekinoksunda, Güneş ışınları doğrudan Ekvatorda olduğundan 0° olarak alınmıştır. Farklı enlemlerde güneşin durumu matematiksel formüllerden üçgen benzerliği ve Trigonometri kullanılarak hesaplanmıştır. Gece de geçen süre hesaplanmış 24 saatten çıkarılarak gündüz süresi bulunmuştur.

Elde edilen bulgular ile

Gerçek güneş zamanı teorik değerden biraz daha fazladır ve Kuzey Kutup Dairesi'ne ne kadar yakın olursa, fark o kadar büyüktür.

Güneş ışığını hesaplamak için trigonometrik fonksiyon kullanılabilir. Güneş ışığının gerçek değeri teorik değerden biraz daha büyük olmasının nedeni atmosferik kırılmadır. Atmosferin kırılma açısı farkı 34,008'dir.

Günbatımında, güneşin şekli, atmosferik kırılma nedeniyle eliptik hale gelir.

Sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ekinoks, Güneşin Işınlarının Kırılma Açısı, Gece Gündüz Farkı.

ABSTRACT

In this study; Mathematical calculation of equinoxes, comparison of the values between solar time and real time during the summer solstice and winter solstice, calculation of day and night hours of the day according to the latitudes observed at summer solstice and winter solstice, and the declination angle of the sun with the atmosphere at sunrise and sunset were investigated.

The study was prepared by using the data obtained from the field research. At the summer solstice, 30, 40, 50, 60 degrees sun rays angle from northern latitudes and angles to the equator are explained. At the Spring and Autumn Equinox, the Sun's rays are taken as 0° as they are directed at the Equator. The state of the sun at different latitudes was calculated using mathematical formulas like triangle analogy and Trigonometry. The time spent at night was subtracted from the calculated 24 hours and the day time was found.

With the findings below mentioned results have been reached.

Actual solar time is slightly more than the theoretical value, and the closer to the Arctic Circle, the greater the difference.

Trigonometric function can be used to calculate sunlight. Atmospheric refraction is the reason why the true value of sunlight is slightly larger than the theoretical value. The difference in the angle of refraction of the atmosphere is 34,008.

At sunset, the shape of the sun becomes elliptical due to atmospheric refraction.

Keywords: Equinox, Refraction Angle of Sun's Rays, Day and Night Difference.

1. GİRİŞ

Güneş bir yıldızdır. Kendi çekim kuvveti sayesinde etrafında gezegenler dönmektedir. Bu da Güneş Sistemi'ni oluşturmaktadır. Güneş Sistemi, Samanyolu Galaksisinde bulunmaktadır. Dünya da Güneş etrafında dönmekte olan bir gezegendir. Güneş bir yıldız olarak, milyarlarca yıldızdan sadece biridir. Belli bir kütlesi, hacmi, çapı ve çekimi bulunmaktadır. Güneş ısı ve ışık kaynağı olarak yararlandığımız doğal bir varlıktır (Külcü, 2015; Şenpınar, 2016).

Güneş'in özellikleri şu şekildedir:

- Güneş hareket etmektedir.
- Güneş'te Hidrojen ve Helyum dönüşümleri yaşanmaktadır.
- Güneş katmanlardan oluşmaktadır.
- Güneş'in yüzey sıcaklığı ile merkez sıcaklığı arasında milyonlarca kat fark vardır.
- Güneş gaz halindedir.
- Güneş'in %75'i Hidrojen, %25'i Helyum'dur.
- Güneş, Dünya'ya yaklaşık 150 milyon kilometre uzaklıktadır.
- Güneş ışınları Dünya'ya 8 dakikada gelir.
- Hacmi Dünya'nın 130.000 katıdır
- Kütlesi Dünya'nın 332 bin 946 katıdır.

Ekinoks (gün-tün eşitliği, gece-gündüz eşitliği veya ılımlı olarak da bilinir), güneş ışınlarının Ekvator'a dik vurması sonucunda aydınlanma çemberinin kutuplardan geçtiği ana denir. Gündüz ile gecenin eşit olması durumudur. İlkbahar Ekinoksu ve Sonbahar Ekinoksu olarak yılda iki kez tekrarlanır (Beyoğlu, 2011).

23 Eylül durumu: Kuzey ve Güney Yarım Küre, Güneş ışınları öğle vakti Ekvator'a 90°'lik açı ile düşer. Gölge boyu Ekvator'da sıfırdır. Güneş ışınları bu tarihten itibaren Güney Yarım Küre'ye dik düşmeye başlar. Bu tarihten itibaren Güney Yarım Küre'de gündüzler, gecelerden uzun olmaya başlar. Kuzey Yarım Küre'de ise tam tersi olur. Bu tarih Güney Yarım Küre'de İlkbahar, Kuzey Yarım Küre'de Sonbahar başlangıcıdır. Aydınlanma çemberi kutup noktalarına teğet geçer. Bu tarihte Güneş her iki kutup noktasında da görülür. Dünya'da gece ve gündüz birbirine eşit olur. Bu tarih Kuzey Kutup Noktasında altı aylık gecenin, Güney Kutup Noktasında ise altı aylık gündüzün başlangıcıdır (Aydın, 2020).

21 Mart durumu: Kuzey ve Güney Yarım Küre, Güneş ışınları öğle vakti Ekvator'a 90°'lik açı ile düşer. Gölge boyu Ekvator'da sıfırdır. Güneş ışınları bu tarihten itibaren Kuzey Yarım Küre'ye dik düşmeye başlar. Bu tarihten itibaren Güney Yarım Küre'de geceler, gündüzlerden uzun olmaya başlar. Kuzey Yarım Küre'de ise tam tersi olur. Bu tarih Güney Yarım Küre'de Sonbahar, Kuzey Yarım Küre'de İlkbahar başlangıcıdır. Aydınlanma çemberi kutup noktalarına teğet geçer. Bu tarihte Güneş her iki kutup noktasında da görülür. Dünya'da gece ve gündüz süreleri birbirine eşit olur. Bu tarih Güney Kutup Noktasında altı aylık gecenin, Kuzey Kutup Noktasında ise altı aylık gündüzün başlangıcıdır (Aydın, 2020).

- Kuzey Yarımküre'de yaklaşık olarak 21 Mart İlkbahar Ekinoksu - 23 Eylül Sonbahar Ekinoksu'dur.
- Güney Yarımküre'de yaklaşık olarak 21 Mart Sonbahar Ekinoksu - 23 Eylül İlkbahar Ekinoksu'dur.

Gündönümü, yılda iki kez tekrarlanan ve güneşin dünyaya (ekvator çizgisine) en uzak mesafede olduğu ana verilen addır. Gündüzlerin ve gecelerin kısaltmaya veya uzamaya başladığı andır (Derse, 2014).

Yaz gündönümünde (yaklaşık 21 Haziran), güneş ışınları Yengeç Dönencesi'ne dik gelir. Kuzey yarımkürede günler kısaltmaya, güney yarımkürede uzamaya başlar. Bu tarih bazı ülkelerde kuzey yarımkürede yazın, güney yarımkürede kışın başlangıcı sayılır. Bununla beraber bazı ülkelerde de yazın veya kışın tam ortası kabul edilir. Güney yarımkürede en kısa gün, Kuzey yarımkürede en kısa gece yaşanır. Kuzey yarımkürede gölgelerin en kısa olduğu gündür (Şadanoğlu, 2008).

Kış gündönümünde (yaklaşık 21 Aralık), güneş ışıkları Oğlak Dönencesi'ne dik gelir. Kuzey yarımkürede günler uzamaya, güney yarımkürede kısaltmaya başlar. Bu tarih bazı ülkelerde kuzey yarımkürede kışın,

güney yarıkürede yazın başlangıcı sayılır. Bununla beraber bazı ülkelerde de yazın veya kışın tam ortası kabul edilir. Güney yarıkürede en uzun gün, Kuzey yarıkürede en uzun gece yaşanır. Kuzey yarıkürede gölgelerin en uzun olduğu gündür (Öksüz, 2014).

Atmosfer optiği Dünya atmosferinin kendine özgü optik özelliklerinin nasıl geniş ölçüde optik olgulara yol açtığını inceler (Yücel, Kılıçarslan ve Yıldırım, 2018). Gökyüzünün mavi rengi, yüksek frekanstaki mavi güneş ışığını gözlemcinin görüş alanına yönlendiren bir dağılımın direkt bir sonucudur. Mavi ışık kırmızıdan daha kolay dağılıma uğradığı için güneş kalın bir atmosferden gözlemlendiğinde kırmızı bir ton alır, bu da gündoğumu veya günbatımında olur. Ek olarak gökyüzündeki parçacıklar farklı renkleri farklı açılarda kırarak akşam veya şafak vaktinde rengârenk parlayan bir gökyüzü meydana getirebilir. Haleler, günbatımı parlaklığı, koronalar, güneş ışınları ve yalancı güneşlerin oluşmasında buz kristallerinden ve diğer parçacıklardan saçılım sorumludur. Bu olgulardaki çeşitlilik parçacık boyut ve geometrilerine bağlıdır (Kallioğlu, 2014).

Işık "d" kalınlığındaki daha büyük kırılma indisine sahip bir ortama girdiğinde, yüzeyin normaline yaklaşarak kırıldıktan sonra tekrar aynı ortama geçerken, bu yoğun ortama gelme açısına eşit açıda az yoğun ortama kırılarak geçer. Bu durumda çok yoğun ortama gelen ışının uzantısı ile az yoğun ortama tekrar kırılarak geçen ışın birbirlerine paralel olur. Bu paralellik arasında "x" kadarlık bir kayma gözlenir.

Üçgenlerinin benzerliği özelliği kullanılarak ışınlar arasındaki kayma miktarı;

$$X = \frac{d \cdot \sin(i-r)}{\cos r}$$

eşitliği ile bulunur (URL1; Bostan, Bostan & Eroğlu, 2021).

Eğer ışın çok kırıcı ortamdan "d" kalınlığındaki az kırıcı ortama sınır açısından daha küçük bir açıyla geldiğinde, yine paralel kayma gözlenir.

Güneş batarken yer ile yaptığı açı havadaki kırılmadan dolayı yavaş yavaş daireden düz bir elipse dönmeye başlar. Güneşin batmaya yakın olduğunda oluşan deformasyon araştırmaya değer görülmüştür.



Resim 1. Güneşin Doğuşu

1.1. Amaç

Bu çalışmada; ekinoksların matematiksel yöntemlerle hesaplanması, yaz gündönümü ve kış gündönümü sırasında güneş zamanı ve gerçek zaman arasındaki değerlerin karşılaştırılması, yaz gündönümü ve kış gündönümünde gözlemlenen enlemlere göre günün gece-gündüz saatlerinin hesaplanması ve güneşin gün doğumunda ve gün batımında atmosferle oluşan sapma açısı araştırılmıştır.

2. YÖNTEM

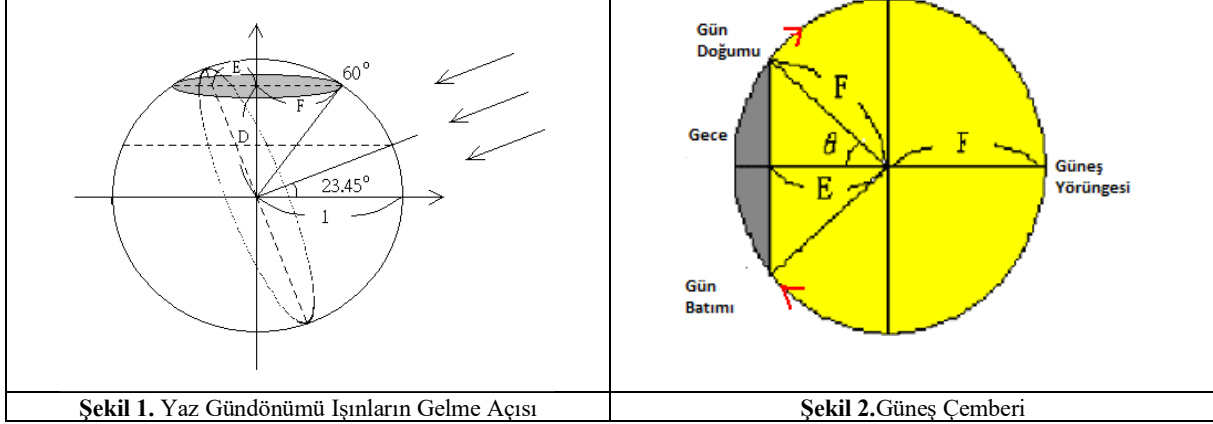
Çalışma, alan araştırmasında elde edilen veriler kullanılarak hazırlanmıştır. Yaz gün dönümünde kuzey enlemlerinden 30, 40, 50, 60 derecelik güneş ışınları açısı ve Ekvator'a gelen açılar açıklanmıştır. İlkbahar ve Sonbahar Ekinoksunda, Güneş ışınları doğrudan Ekvatorda olduğundan 0° olarak alınmıştır. Farklı enlemlerde güneşin durumu matematiksel formüllerden üçgen benzerliği ve Trigonometri kullanılarak hesaplanmıştır. Gece de geçen süre hesaplanmış 24 saatten çıkarılarak gündüz süresi bulunmuştur.

3. BULGULAR

3.1. Yaz Gündönümünde Güneşin 23,45° ile Kuzey Enlemine Gittiği Zaman Farklı Enlemlerde Gece Gündüz Farkları

Yaz gündönümünde güneşin 23,45° ile kuzey enlemine gittiği zaman farklı enlemlerde güneşin durumu matematiksel formüller ile hesaplanır.

Güneş'in yarıçapının 1 olduğunu varsayarsak;



Şekil 1. Yaz Gündönümü Işınlarmın Gelme Açısı

Şekil 2. Güneş Çemberi

3.1.1. Yaz Gün Dönümünde Güneş Kuzey Enleminde 23,45° Den 60° Kuzey Enleminde Gece Gündüz Farkı

$$1 \times \cos 60^\circ = 0,5 \dots \dots \dots F$$

$$1 \times \sin 60^\circ = 0,5 \times \sqrt{3} = 0,8660 \dots \dots \dots D$$

$$D \times \tan 23,45^\circ = 0,8660 \times 0,4338 = 0,3757 \dots \dots \dots E$$

$$\cos \theta = E/F = 0,3757/0,5 = 0,7514 \quad \theta = 41,3^\circ$$

$$(2\theta/360^\circ) \times 24 \text{ saat} = (2 \times 41,3^\circ/360^\circ) \times 24 \text{ saat} = 5,51 \text{ saat gece}$$

$$24 \text{ saat} - 5,51 \text{ saat} = 18,49 \text{ saat gündüz}$$

3.1.2. Yaz Gün Dönümünde Güneşi Doğrudan Kuzey 23,45° Enleminden, 50° Kuzey Enleminde Gece Gündüz Farkı

$$1 \times \cos 50^\circ = 0,6428 \dots \dots \dots F$$

$$1 \times \sin 50^\circ = 0,7660 \dots \dots \dots D$$

$$D \times \tan 23,45^\circ = 0,7660 \times 0,4338 = 0,3323 \dots \dots \dots E$$

$$\cos \theta = E/F = 0,3323/0,6428 = 0,5170 \quad \theta = 58,869^\circ$$

$$\left(\frac{2\theta}{360}\right) \times 24 \text{ saat} = \left(2 \times 58,869^\circ \frac{1}{360}\right) \times 24 \text{ saat} = 7,8491 \text{ saat Gece}$$

$$24 \text{ saat} - 7,8491 \text{ saat} = 16,1509 \text{ saat Gündüz}$$

3.1.3. Yaz Gün Dönümünde Güneşi Doğrudan Kuzey 23,45° Enleminden 40° Kuzey Enleminde Gece Gündüz Farkı

$$1 \times \cos 40^\circ = 0,7660 \dots \dots \dots F$$

$$1 \times \sin 40^\circ = 0,6428 \dots \dots \dots D$$

$$D \times \tan 23,45^\circ = 0,6428 \times 0,4338 = 0,2778 \dots \dots \dots E$$

$$\cos \theta = E/F = 0,2778/0,6428 = 0,3640 \quad \theta = 68,45^\circ$$

$$(2\theta/360^\circ) \times 24 \text{ saat} = (2 \times 68,45^\circ/360^\circ) \times 24 \text{ saat} = 9,1267 \text{ saat Gece}$$

24 saat – 9,1267 saat = 14,8733 saat Gündüz

3.1.4. Yaz Gün Dönümünde Güneşi 30° Kuzey Enleminde Gece Gündüz Farkı

$$1 \times \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,8660 \dots \dots F$$

$$1 \times \sin 30^\circ = 0,5 \dots \dots D$$

$$D \times \tan 23,45^\circ = 0,5 \times 0,4338 = 0,2169 \dots \dots E$$

$$\cos \theta = E/F = 0,2169/0,8660 = 0,2504 \quad \theta = 75,5^\circ$$

$(2\theta/360^\circ) \times 24 \text{ saat} = 10,06 \text{ saat}$ Gece

24 saat – 10,06 saat = 13,94 saat Gündüz

3.1.5. Ekvatorda Yaz Gün Dönümünde Gece Gündüz Farkı

$$1 \times \cos 0^\circ = 1 \dots \dots F$$

$$1 \times \sin 0^\circ = 0 \dots \dots D$$

$$D \times \tan 23,45^\circ = 0 \dots \dots E$$

$$\cos \theta = E/F = 0 \quad \theta = 90^\circ$$

$(2\theta/360^\circ) \times 24 \text{ saat} = 12 \text{ saat}$... gece – gündüz eşit

3.2. İlkbahar ve Sonbahar Ekinoksunda, Güneş Işınları Doğrudan Ekvatorda Olduğunda (0° Olduğunda) Farklı Enlemlerde Gece Gündüz Farkı

$$1 \times \cos X = F \quad 1 \times \sin X = D$$

$$D \times \tan 0^\circ = 0 \dots \dots E \quad \cos \theta = E/F = 0 \quad \theta = 90^\circ$$

$(2\theta/360^\circ) \times 24 \text{ saat} = (2 \times 90^\circ/360^\circ) 24 \text{ saat} = 12 \text{ saat}$ gece – gündüz eşit

Çünkü E=0: Kuzey enleminin 60°, 50°, 40°, 30° olduğunu ve ekvatorun (0° enleminde) olduğunu ve tüm gece-gündüzlerin eşit olduğunu biliriz.

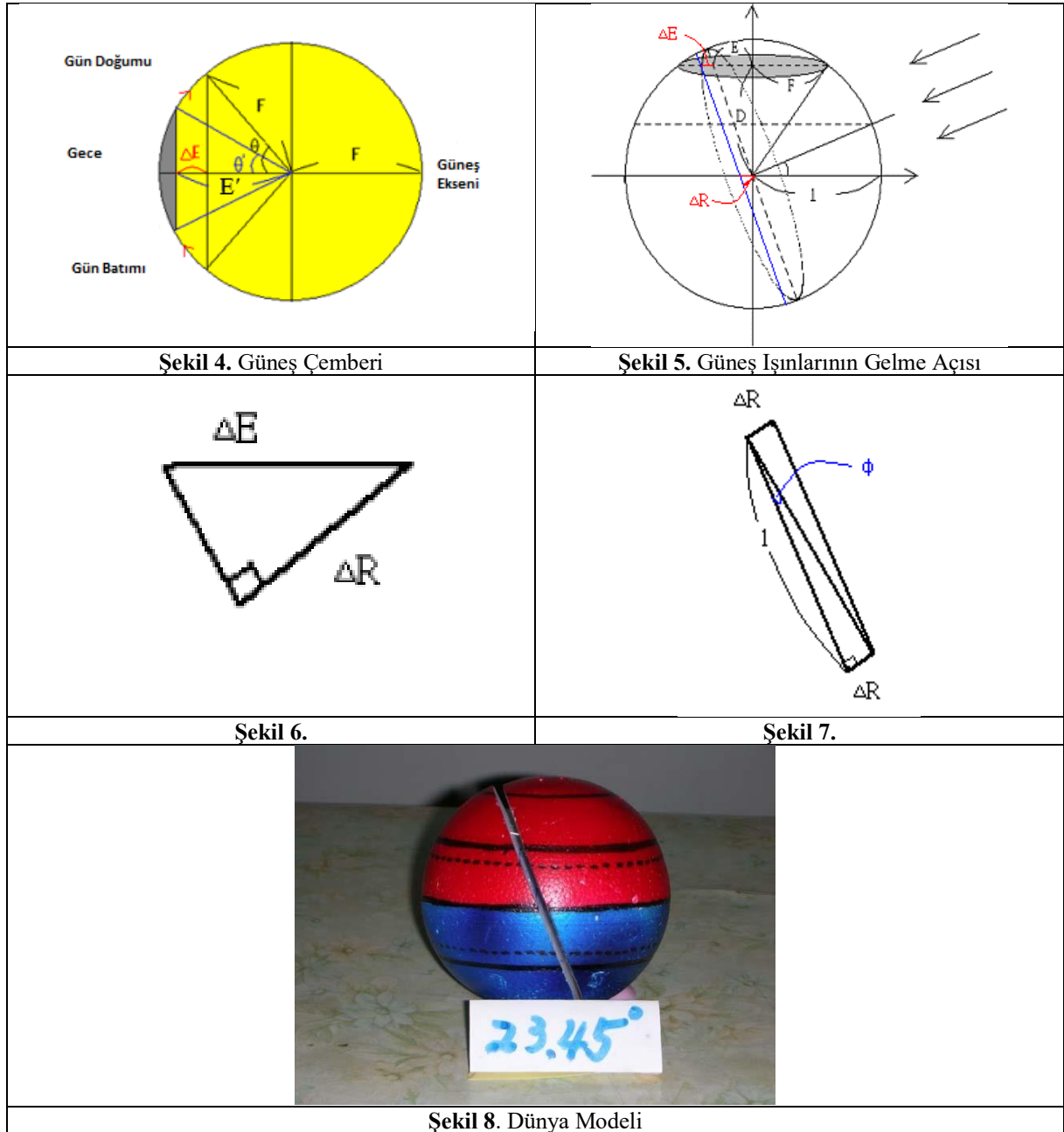


Şekil 3. Dünya Modeli

3.3. Yaz Gün Dönümünde Kuzey Enleminin 23,45° Sapma Açılı

Yaz gün dönümünde kuzey enleminin 23,45° olduğunu bulduğumuz zaman, farklı anlamlardaki güneşin durumunu ve ikisi arasındaki farkı keşfedelim.

Dünya'nın yarıçapının 1 olduğunu varsayarsak;



3.3.1. Kuzey 60° Enleminde Sapma Açısı

Kuzey 60° enleminde tabloyu inceleyelim;

$$F = \cos 60^\circ = 0,5D = \sin 60^\circ = \sqrt{3}/2$$

$$E = D \times \tan 23,45^\circ = \sqrt{3}/2 \times 0,4338 = 0,3757$$

Gün Doğumu	Gün Batımı	Gündüz Vakti	Gece Vakti
02:36	21:28	18:52	05:08=308 dakika

$$\theta' = 1/2 \times (308/24 \times 60) \times 360^\circ = 38,5^\circ$$

$$E' = F \cos \theta' = 0,5 \times \cos 38,5^\circ = 0,3913$$

$$\Delta E = E' - E = 0,3913 - 0,3757 = 0,0156$$

$$\Delta R = \Delta E \times \cos 23,45^\circ = 0,0156 \times 0,9176 = 0,0144$$

$$\tan \phi = 0,0144/1 \rightarrow \phi = 0,8250^\circ = 0,250^\circ = 0,5750^\circ$$

$$0,5750^\circ \times 60 = 34,5 \text{ işte ikisinin arasındaki fark}$$

3.3.2. Kuzey 50° Enleminde Sapma Açısı

Kuzey 50° enleminde, tabloyu inceleyelim.

$$F = \cos 50^\circ = 0,64279D = \sin 50^\circ = 0,7660$$

$$E = D \times \tan 23,45^\circ = 0,7660 \times 0,4338 = 0,3323$$

Gün Doğumu	Gün Batımı	Gündüz Vakti	Gece Vakti
03:51	20:13	16:22	07:38=458 dakika

$$\theta' = 1/2 \times (458/24 \times 60) \times 360^\circ = 57,25^\circ$$

$$E' = F \cos \theta' = 0,64279 \times \cos 57,25^\circ = 0,34773$$

$$\Delta E = E' - E = 0,34773 - 0,33229 = 0,01544$$

$$\Delta R = \Delta E \times \cos 23,45^\circ = 0,01544 \times 0,9176 = 0,01417$$

$$\tan \varphi = 0,01417/1 \rightarrow \varphi = 0,8118^\circ, 8118^\circ - 0,250^\circ = 0,5618^\circ$$

$$0,5618^\circ \times 60 = 33,708 \text{ ikisinin arasındaki fark}$$

3.3.3. Kuzey 40° Enleminde Sapma Açısı

Kuzey 40° enleminde, tabloyu inceleyelim.

$$F = \cos 40^\circ = 0,7660D = \sin 40^\circ = 0,6428$$

$$E = D \times \tan 23,45^\circ = 0,6428 \times 0,4338 = 0,2788$$

Gün Doğumu	Gün Batımı	Gündüz Vakti	Gece Vakti
4:32	19:33	15:01	08:59=539 dakika

$$\theta' = 1/2 \times (539/24 \times 60) \times 360^\circ = 67,375^\circ$$

$$E' = F \cos \theta' = 0,7660 \times \cos 67,375^\circ = 0,29468$$

$$\Delta E = E' - E = 0,29468 - 0,2788 = 0,01588$$

$$\Delta R = \Delta E \times \cos 23,45^\circ = 0,01588 \times 0,9176 = 0,01457$$

$$\tan \varphi = 0,01457/1 \rightarrow \varphi = 0,8347^\circ, 8347^\circ - 0,250^\circ = 0,5847^\circ$$

$$0,5847^\circ \times 60 = 35,082 \text{ ikisinin arasındaki fark}$$

3.3.4. Kuzey 30° Enleminde Sapma Açısı

Kuzey 30° enleminde, tabloyu inceleyelim.

$$F = \cos 30^\circ = 0,8660D = \sin 30^\circ = 0,5$$

$$E = D \times \tan 23,45^\circ = 0,5 \times 0,4338 = 0,2169$$

Gün Doğumu	Gün Batımı	Gündüz Vakti	Gece Vakti
05:00	19:05	14:05	09:55=595 dakika

$$\theta' = 1/2 \times (595/24 \times 60) \times 360^\circ = 74,375^\circ$$

$$E' = F \cos \theta' = 0,8660 \times \cos 74,375^\circ = 0,2332$$

$$\Delta E = E' - E = 0,2332 - 0,2169 = 0,0163$$

$$\Delta R = \Delta E \times \cos 23,45^\circ = 0,0163 \times 0,9176 = 0,0149$$

$$\tan \varphi = 0,01449/1 \rightarrow \varphi = 0,8594^\circ, 8594^\circ - 0,250^\circ = 0,6093^\circ$$

$$0,6093^\circ \times 60 = 36,5 \text{ ikisinin arasındaki fark}$$

3.3.5. Ekvatorda Olduğunda Sapma Açısı

Ekvatorda olduğunda tabloyu inceleyelim.

$$F = \cos 0^\circ = 1D = \sin 0^\circ = 0$$

$$E = D \times \tan 23,45^\circ = 0 \times 0,4338 = 0$$

Gün Doğumu	Gün Batımı	Gündüz Vakti	Gece Vakti
05:59	18:06	12:07	11:53=713 dakika

$$\theta' = 1/2 \times (713/24 \times 60) \times 360^\circ = 89,125^\circ$$

$$E' = F \cos \theta' = 1 \times \cos 89,125^\circ = 0,01527$$

$$\Delta E = E' - E = 0,01527 - 0 = 0,01527$$

$$\Delta R = \Delta E \times \cos 23,45^\circ = 0,01527 \times 0,9176 = 0,0140$$

$$\tan \varphi = 0,0140/1 \rightarrow \varphi = 0,8021^\circ, 8021^\circ - 0,250^\circ = 0,5521^\circ$$

$$0,5521^\circ \times 60 = 33,126 \text{ ikisinin arasındaki fark}$$

3.4. İlkbahar – Sonbahar Gün Dönümünde Güneş Doğrudan Ekvatorda Olduğunda, Farklı Enlemlerde Sapma Açıları

İlkbahar – sonbahar gün dönümünde güneş doğrudan ekvatorda olduğunda, farklı enlemlerde güneşin durumu arasındaki farkı inceleyelim.

3.4.1. Güney – Kuzey 50° Enlemde Sapma Açısı

$$F = \cos 50^\circ = 0,6428D = \sin 50^\circ$$

$$E = D \times \tan 0^\circ = \sin 50^\circ \times 0 = 0$$

Enlem 50°	Gün Doğumu	Gün Batımı	Güneş Saati
Kuzey Yarım Küre	5:48	17,56	12,08
Güney Yarım Küre	5,46	17,59	12,13

Ortalama gündüz saatleri 12 saat ve 10,5 dakika olarak hesaplanabilir. Gece saatleri ise 11 saat 49,5 dakika = 709,5 dakika.

$$\theta' = 1/2 \times (709,5/24 \times 60) \times 360^\circ = 88,6875^\circ$$

$$E' = F \cos \theta' = 0,6428 \times \cos 88,6875^\circ = 0,01472$$

$$\Delta E = E' - E = 0,01472$$

$$\Delta R = \Delta E \times \cos 0^\circ = 0,01472$$

$$\tan \varphi = 0,01472/1 \rightarrow \varphi = 0,84333^\circ, 84333^\circ - 0,250^\circ = 0,59333^\circ$$

$$0,59333^\circ \times 60 = 35,6 \text{ ikisinin arasındaki fark}$$

3.4.2. Güney-Kuzey 40° Enleminde Sapma Açısı

Güney-kuzey 40° enleminde, tabloyu inceleyelim.

$$F = \cos 40^\circ = 0,7660D = \sin 40^\circ$$

$$E = D \times \tan 0^\circ = 0$$

Enlem 40°	Gün Doğumu	Gün Batımı	Güneş Saati
Kuzey Yarım Küre	5:49	17,55	12,06
Güney Yarım Küre	5,47	17,58	12,11

Ortalama gündüz saatleri 12 saat 8,5 dakika; gece saatleri ise 11 saat 51,5 dakika = 711,5 dakika

$$\theta' = 1/2 \times (711,5/24 \times 60) \times 360^\circ = 88,9375^\circ$$

$$E' = F \cos \theta' = 0,7660 \times \cos 88,9375^\circ = 0,01420$$

$$\Delta E = E' - E = 0,01420$$

$$\Delta R = \Delta E \times \cos 0^\circ = 0,01420$$

$$\tan \varphi = 0,01420/1 \rightarrow \varphi = 0,81355^\circ, 81355^\circ - 0,250^\circ = 0,56355^\circ$$

$$0,56355^\circ \times 60 = 33,813 \text{ ikisinin arasındaki fark}$$

3.4.3. Güney-Kuzey 30° Enleminde Sapma Açısı

Güney-kuzey 30° enleminde, tabloyu inceleyelim.

$$F = \cos 30^\circ = 0,8660D = \sin 30^\circ$$

$$E = D \times \tan 0^\circ = 0$$

Enlem 30°	Gün Doğumu	Gün Batımı	Güneş Saati
Kuzey Yarım Küre	5:49	17,55	12,06
Güney Yarım Küre	5,48	17,57	12,09

Ortalama gündüz saati 12 saat 7,5 dakika; ortalama gece saati 11 saat 52,5 dakika= 712,5 dakika

$$\theta' = 1/2 \times (712,5/24 \times 60) \times 360^\circ = 89,0625^\circ$$

$$E' = F \cos \theta' = 0,8660 \times \cos 89,0625^\circ = 0,01417$$

$$\Delta E = E' - E = 0,01417$$

$$\Delta R = \Delta E \times \cos 0^\circ = 0,01417$$

$$\tan \varphi = 0,01417/1 \rightarrow \varphi = 0,81183^\circ, 81183^\circ - 0,250^\circ = 0,56183^\circ$$

$$0,56183^\circ \times 60 = 33,7098 \text{ ikisinin arasındaki fark}$$

3.4.4. Ekvatorda Sapma Açısı

Ekvatorda inceleyelim;

$$F = \cos 0^\circ = 1D = \sin 0^\circ$$

$$E = D \times \tan 0^\circ = 0$$

30° Enlem	Gün Doğumu	Gün Batımı	Güneş Saati
Kuzey yarım küre	5:49	17:55	12:06

Ortalama gündüz saati 12 saat 06 dakika; ortalama gece saati ise 11 saat 54 dakika= 714 dakika

$$\theta' = 1/2 \times (714/24 \times 60) \times 360^\circ = 89,25^\circ$$

$$E' = F \cos \theta' = 1 \times \cos 89,25^\circ = 0,01310$$

$$\Delta E = E' - E = 0,01310$$

$$\Delta R = \Delta E \times \cos 0^\circ = 0,01310$$

$$\tan \varphi = 0,01310/1 \rightarrow \varphi = 0,7505^\circ, 7505^\circ - 0,250^\circ = 0,5005^\circ$$

$$0,5005^\circ \times 60 = 30,03 \text{ ikisinin arasındaki fark}$$

Sayı	Zaman ve Enlem Dereceleri	Atmosferin Zaman Farkı
1	Sonbahar Ekinoksu, Ekvator	30,03
2	Sonbahar Ekinoksu, Güney, Kuzey 30° Enlemi	33,7098
3	Sonbahar Ekinoksu, Güney, Kuzey 40° Enlemi	33,813
4	Sonbahar Ekinoksu, Güney, Kuzey 50° Enlemi	35,6
5	Yaz Gün Dönümü, Ekvator	33,126
6	Yaz Gün Dönümü, Kuzey 30° Enlemi	36,5
7	Yaz Gün Dönümü, Kuzey 40° Enlemi	35,082
8	Yaz Gün Dönümü, Kuzey 50° Enlemi	33,708
9	Yaz Gün Dönümü, Kuzey 60° Enlemi	34,5
	Ortalama Zaman Farkı	34,008

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Ekinoksların matematiksel yöntemlerle hesaplanması, yaz gündönümü ve kış gün dönümü sırasında güneş zamanı ve gerçek zaman arasındaki değerlerin karşılaştırılması ve güneşin gün doğumunda ve gün batımında atmosferle oluşan sapma açısının araştırıldığı bu çalışmada bulgulardan elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- ✓ Dünya'yı bir küre olarak düşündüğümüzde, güneşin doğrudan dünyanın enlemine geldiğini biliriz. Gündüz ve gece saatlerini hesaplamak için matematiksel formül kullanabiliriz.
- ✓ Güneş ışığının teorik değerinin gerçek değeriyle eşleşmemesinin sebebi güneş ışığının atmosfere girdikten sonra yön değiştirmesidir.
- ✓ Gerçek güneş zamanı teorik değerden biraz daha fazladır ve Kuzey Kutup Dairesi'ne ne kadar yakın olursa, fark o kadar büyüktür.
- ✓ Güneş ışığını hesaplamak için trigonometrik fonksiyon kullanılabilir. Güneş ışığının gerçek değeri teorik değerden biraz daha büyük olmasının nedeni atmosferik kırılmadır. Atmosferin kırılma açısı farkı 34,008dir.
- ✓ Günbatımında, güneşin şekli, atmosferik kırılma nedeniyle eliptik hale gelir.

5. ÖNERİLER

Ülkemiz 4 mevsim tarım yapılan bir ülkedir. Tarımın ülkeler için giderek artan önemi bu konuda da çalışmaların artmasına yol açmıştır. Ülkemizin bazı bölgelerinde güneşlenme süresinin yetersizliği ve bulutluluğun fazla olması nedeniyle bazı ürünler ekilememektedir. Akıllı robotik sistemler kullanılarak, aynaların güneş ışığını, gelme açısı ve zamana göre düzenleyerek daha doğru bir şekilde tarım arazilerine yansıtmasıyla ilgili bir sistem kurulabilir. Bu tür tarım alanlarına maliyeti düşük sistemler kurularak güneşlenme süresi artırılabilir. Ayrıca güneşin açısı da değiştirildiği için ısınma süresi de artar. Bu da ürünün daha hızlı olgunlaşmasına neden olur.

Ülkemizde turizm genellikle yaz turizmi şeklinde yapıлып güneşin etkili olduğu, gündüz süresinin uzun olduğu tarihler bu etkinlikler için uygundur. Güneşin doğuş ve batış saatinin bilinmesi yapılacak turizm etkinlikleri için önemlidir. Güneşin geliş açısının yüksek, gündüz süresinin uzun olduğu ilkbahar, yaz ve sonbahar günleri deniz turizmi için idealdir. Turizmciler oluşturulan bu çizelgeden birçok faaliyetlerini planlayabileceklerdir.

Son yıllarda giderek yükselen bir trend olan yenilenebilir enerji kaynakları ülkemizde de ilgiyle takip edilmektedir. Daha çevreci, daha ucuz elektrik ihtiyacı giderek artmaktadır. Bunlardan biri olan güneş enerjisi ülkemizde de artan bir ivmeyle güneş tarlaları şeklinde uygulamaya geçirilmiştir. Gündüz süresinin bilinmesi ve meteorolojiden alınacak bölgeye ait bulutluluk haritaları o alandaki yaklaşık güneş enerjisi potansiyelini hesaplamamıza olanak verecektir.

Ayrıca güneş enerjisiyle çalışan cihazların da bölgeye uygunluğu daha hızlı bir şekilde tespit edilebilecektir.

KAYNAKLAR

- Aydın, M. (2020). *Türkiye koşullarında güneş panelleri için optimum sabit ve ayarlanabilir eğim açılarının belirlenmesi üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Beyoğlu, M. F. (2011). *Balıkesir ilinde çift eksenli güneş takip sistemi ile sabit eksenli PV sistemin verimlerinin karşılaştırılması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Bostan, T., Bostan, A. & Eroğlu, U. (2021). Sabun Baloncuğu Modeli ve Menelaus ile Gösterimi. *Bilim Armonisi*, 4 (2), 28-35.
- Derse, M. S. (2014). *Batman'ın iklim koşullarında eğimli düzleme gelen güneş ışınımının farklı açı değerlerinde belirlenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Bingöl Üniversitesi, Bingöl.
- Kallioğlu, M. A. (2014). *Niğde İli İçin Yatay Düzenleme Gelen Günlük Tüm, Yayılı ve Direkt Güneş Işınımını Hesaplama Modeli Geliştirilmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde.
- Külcü, R. (2015). Isparta'da Yeryüzüne Ulaşan Güneş Işınımının Modellenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1), 19-26.
- Öksüz, S. (2014). Güneş Enerjisi Sistemleri Temel Prensipler. *TMMOB Makina Mühendisleri Odası (MMO)*. Ankara.
- Şadanoğlu, İ. (2008). *Eskişehir için güneş kolektörlerinin optimum eğim açısının belirlenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Şenpınar, A. (2016). Güneş Açılarına Bağlı Olarak Optimum Sabit Güneş Paneli Açısının Hesaplanması. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 36-41.
- Yücel, M., Kılıçarslan, Y. & Yıldırım, M. (2018). Güneş Takip Sistemiyle Çalışan Güneş Panellerin Sulama Uygulamasında Verimlilik Düzeyleri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6, 123-130.
- URL1 http://fizikolog.net/konular/optik-1.isik-ve-golge/isigin_kirilmesi.html, Erişim: 11.09.2020