

T.C.  
EGE ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü

**EGE BÖLGESİNDEKİ İLLERİN YILLIK GÜN  
UZUNLUĞU VE ENERJİ GİDERLERİNİN  
TAHMİNLENMESİ**

Oğulcan GENÇ

Danışman(lar) : Prof. Dr. Önder ÖZGENER  
Doç. Dr. Leyla ÖZGENER

Güneş Enerjisi Anabilim Dalı  
Enerji Teknolojisi Yüksek Lisans Programı

İzmir  
2021



## EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

### ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Ege Bölgesindeki İllerin Yıllık Gün Uzunluğunun Tahmini” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

.... / .... / 20..

İmzası

Oğulcan Genç



**ÖZET**

**EGE BÖLGESİNDEKİ İLLERİN YILLIK GÜN  
UZUNLUĞU VE ENERJİ GİDERLERİNİN TAHMİNLENMESİ**

Genç, Oğulcan

Yüksek Lisans Tezi, Güneş Enerjisi Anabilim Dalı

Tez Danışman(ları): Prof. Dr. Önder ÖZGENER

Doç. Dr. Leyla ÖZGENER

Ocak 2021, 39 sayfa

Güneş enerjisinin kullanımı dünyanın tüm bölgelerinde gün geçtikçe daha yaygın hale gelmektedir. Güneş enerjisi, Elektrik (fotovoltaik) veya ısı (güneş enerjili) üretmek gibi çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Bu tezde hesaplama yöntemlerinin doğruluğunu farklı hesaplamalarla ve farklı metodlarla nasıl elde edildiği açıklanmıştır. En doğru hesaplamanın sağlanması için Ege Bölgesi'nde bulunan 8 ilin (İzmir, Manisa, Aydın, Denizli, Muğla, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak) 1 yıllık gün uzunluğu hesaplandı ve belirlenmiş bir alan ile karşılaştırmaları yapıldı. Bu karşılaştırmalar, verilerin doğruluğunu analiz etme konusunda önem taşımaktadır. Gün ışığı yılın her günü mevcuttur. Bulutlu olan günlerde bile elektrik üretmek mümkündür. Bu sebeple, mevsimler ve bulutluluk oranı göz önünde bulundurulması gereken iki önemli faktör olduğu tespit edilmiştir.

1 yıllık gün uzunluğunu hesaplamak için de her mevsimin verilerinin alınması çok önemlidir. Mevsim değişimlerinde, gün kısalır veya uzar. Fakat, dünyanın dönmesi nedeni ile güneş ışınlarının yeryüzüne düşme süresi kısalır veya uzar. Dünya yörüngesi etrafında döndüğünde, bu 8 ilde gün ışığı süresi uzar ve kısalır. Bu değişim verilerinin doğruluğunu kanıtlayabilmemiz için, ekvatordaki gün uzunluğu verileri tespit edilmiştir. 8 ilin gün ışığı süreleri değişime uğrarken, ekvatordaki gün uzunluğunun gündüz 12 saat ve gece 12 saat olmak üzere yıl boyunca eşdeğer olması gerekmektedir.

Bu tezde ilk olarak, Brock, CBM, CERES ve BGC yöntemleri Mathlab programı ile hesaplanmış ekvator verileri karşılaştırıldı. Daha sonra, bu yöntemlerin 8 il için olan tüm verileri ayrı ayrı karşılaştırıldı. Böylece, yöntemler arasından en doğru gün uzunluğunu sağlayan model tespit etmeye çalışıldı. Bu tezde, Ege Bölgesi'nde yer alan şehirlerin gün uzunluğunu hesaplamak için mevcut modellerin kıyaslaması yapılarak, en etkin ve en doğru modelin tespiti hedeflendi.

**Anahtar Sözcükler:** *Güneş Enerjisi, Enerji, Sürdürülebilir Enerji, Gün Uzunluğu*



## ABSTRACT

### ESTIMATION OF ANNUAL DAYLENGTH AND ENERGY EXPENSES OF CITIES IN THE AEGEAN REGION

Genç, Oğulcan

MSc in Solar Energy

Supervisor(s): Prof. Dr. Önder ÖZGENER

Assoc. Prof. Dr. Leyla ÖZGENER

January 2021, 39 pages

The use of solar energy is important in all areas of the world and it is available every day. Solar energy can be used for diverse purposes. Such as, generate electricity (photovoltaics) or heat (solar thermal). In this context, Calculation of 1-year day length of 8 provinces in the Aegean Region (İzmir, Manisa, Aydın, Denizli, Muğla, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak) Comparing the accuracy of the methods that can be used in making calculations and obtaining the most efficient result by comparing them with one specific location. Day light is available every day of the year, even cloudy days produce some power.

To calculate 1-year day length, each season's datas are very important. In each season, the day does not get shorter or longer, but daylight gets shorter or longer because of the earth's rotation. When the earth rotates in a certain way, the daylight gets longer and shorter in these 8 providendes. In order to understand the accuracy of these data, the length of the day at the equator must be 12 hours at the day time and the night (equivalent) throughout the year.

Firstly, the data of the Brock, CBM, CERES and BGC methods from the equator will be compared. Then, the data of all methods for 8 provinces will be compared. Thus, the most accurate data will be obtained. This article has been prepared to explain which method is the most reliable for calculating the day length of the cities in the Aegean Region in Turkey.

**Keywords:** *Solar Energy, Energy, Sustainable Energy, Day Length.*

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada Ege bölgesindeki illerin yıllık gün uzunluğu araştırılmıştır. Günümüzde Yenilenebilir Enerji'nin önem kazanması sebebi ile yapılan bu araştırmanın Ege bölgesinde araştırma yapan ve bu alana yatırım yapmak isteyen kişilere yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Gün uzunluğu hesaplamalarında pek çok farklı yöntem kullanılmaktadır. Bu bağlamda; Brock, CBM, CERES ve BGC yöntemleri dikkate alınmıştır. Aralarından en güvenilir olan metodun bulunması amaçlanmıştır.

Tez çalışmamda, planlanmasında ve araştırılmasında desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım sayın Prof. Dr. Önder ÖZGENER ve Doç. Dr. Leyla ÖZGENER hocalarıma teşekkürlerimi belirtmek istiyorum.

İZMİR

.../.../2021

Oğulcan Genç

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇ KAPAK .....	ii
KABUL ONAY SAYFASI.....	iii
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI .....	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT .....	ix
ÖNSÖZ.....	x
İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....	xi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ (devam) .....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
TABLolar DİZİNİ .....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1.GİRİŞ .....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Literatür Özeti .....	3
3.ANALİZ.....	5

## İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.1 Metodlar .....	5
3.1.1 CBM Modeli .....	5
3.1.2 Brock Modeli.....	6
3.1.3 BGC Modeli .....	7
3.1.4 CERES Modeli.....	7
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	8
5. SONUÇ .....	20
KAYNAKLAR DİZİNİ .....	22
KAYNAKLAR DİZİNİ (devam).....	23
TEŞEKKÜR .....	24
ÖZGEÇMİŞ .....	25

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 1. Ekvator'un Modellere Göre Kıyaslanması.....	9
Şekil 2. Afyonkarahisar İlinin Yıllık Gün Uzunluğu .....	10
Şekil 3. Aydın İlinin Yıllık Gün Uzunluğu .....	10
Şekil 4. Denizli İlinin Yıllık Gün Uzunluğu.....	11
Şekil 5. İzmir İlinin Yıllık Gün Uzunluğu.....	11
Şekil 6. Kütahya İlinin Yıllık Gün Uzunluğu.....	12
Şekil 7. Manisa Muğla İlinin Yıllık Gün Uzunluğu .....	12
Şekil 8. Muğla İlinin Yıllık Gün Uzunluğu.....	13
Şekil 9. Uşak İlinin Yıllık Gün Uzunluğu .....	14

## TABLolar DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1. Brock Metodu Kullanılarak Ekvator Eksenini ile Oluşturulan Matlab Verisi.....	15
Tablo 2. Ege Bölgesi'ndeki Şehirlerinin Ortalama Güneşlilik Süresi.....	16
Tablo 3. Ege Bölgesi'ndeki Şehirlerin Gün Doğumu ve Gün Batımı Saatleri.....	17
Tablo 3. Ege Bölgesi'ndeki Şehirlerin Gün Doğumu ve Gün Batımı Saatleri (devam)...	18
Tablo 4. Ege Bölgesi'ndeki Şehirlerin Aydınlatma Giderlerinin Yıllık Ortalaması .....	19
Tablo 5. Ege Bölgesi'ndeki Şehirlerin Yıllık Bulutsuzluk Endeksi (Kt) Ortalaması.....	19

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
$\Theta$	Dönüş Açısı ( Radyan )
$\Phi$	Eğim Açısı ( Radyan )
$p$	Gün Uzunluğu Sabiti ( Saat )
<u>Kısaltmalar</u>	
D	Tahmini Gün Uzunluğu ( Saat )
L	Enlem ( Derece )
J	Yılın Seçilen Günü (Sayı)
Kt	Ortalama Açıklık Endeksi (Birimsiz)

## 1. GİRİŞ

Dünyadaki tüm yaşam güneş sayesinde devam etmektedir. Bu kaynak, enerji yayarak bizlere hem ısı hem de ışık kaynağı sağlamaktadır. Bu olaya güneş radyasyonu denmektedir. Güneş radyasyonunun sadece yarısı Dünya yüzeyine gelir. Geri kalan radyasyon ya bulutlara da atmosfer tarafından emilir veya yansıtılır (Deris, 1961). Yine de, güneşi bir enerji kaynağı olarak kullanabileceğimiz kadar yeterli güç alınmaktadır. Güneş enerjisi yenilenebilir, sonsuz, tükenmez ve temiz bir enerji kaynağıdır (Nikolov and Zeller, 1992). Bu sebeple, güneş enerjisi projelerine gün geçtikçe daha fazla önem verilmeye başlanılmıştır. Türkiye'de de yenilenebilir enerjiye yapılan vurgu ve önem artmaktadır. Fosil yakıtlara ve yabancı üretime ya da ithal edilen enerji kaynaklarına yapılan yatırımlarının yüksek maliyeti olması ve uzun vadede tükenecek olması nedeniyle güneş enerjisine yatırım yapmak hem küresel hem de Türkiye açısından daha tercih edilebilir bir hale gelmiştir. Çünkü ışık, ısı, ulaşım ve diğer araçlar için yakıt sağlamaktadır (Hsieh, 1986). Günümüzde, fosil yakıtlardan elde edilen enerjinin çevre üzerindeki olumsuz etkisi her zamankinden daha fazla düşünülmesi gereken bir konudur.

Enerjinin üretilme ve tüketilme şeklini değiştirmeye başlamazsak, geri dönüşü olmayan bir çevresel krizle karşı karşıya olduğumuz yadsınamaz bir gerçektir. Bunun için, yenilenebilir enerji kaynaklarını daha fazla kullanmalı ve enerji verimliliğine odaklanılmalıdır (Pellen, 2014). Enerji verimliliğinin doğru hesaplanması zaman, emek ve para kaybetmeme olasılığı açısından çok önemlidir. Bu sebeple, şirketler doğru sahaya doğru yatırımlar yapmak için güvenilir veri ve yöntemlere ihtiyaç duymaktadır. Özellikle Türkiye gibi yıl boyunca uzun güneş ışığı alma süresine sahip olan bir ülkenin, gün ışığından maksimum sonuç elde edebilmesi için her il için ayrı ayrı gün uzunluğu verilerinin bilinmesi gerekmektedir, bu nedenle, Türkiye gibi ülkelerdeki yatırımlar için güvenilir verilere ihtiyaç vardır. Gün ışığından maksimum derecede faydalanmak gerek enerji kazanımı anlamında gerek ise insan sağlığı ve psikolojisine olumlu yönde etkilemektedir (Toro et al., 2015; Aries and Newsham, 2008; Downing, 2005). Bu sebeple, gün ışığından maksimum derecede yararlanabilmek için gün ışığı verileri güneş ışınımaları ile hesaplanır. Güneş radyasyonlarının doğru hesaplanması, verimlilik hesaplamalarında çok önemlidir (Iqbal, 1983; Supit and Van Kappel, 1998). Bir diğer önemli kısım ise gün uzunluğudur. Gün ışığı günün içerisindeki güneş alan saatler ile hesaplanır. Gün ışığının tanımı, güneşin doğuşu ile batışı arasında geçen süredir (Beckman and Duffie, 1991). Gün ışığının süresi, günün enlemine ve mevsimine göre değişmektedir (Goswami et al., 2000). Farklı coğrafi bölgeler farklı gün uzunluklarına sahiptir. Bu nedenle, projeler bölge ve şehir bazında hazırlanmaktadır (Baillie and Thomas, 2017). Türkiye'nin doğusu ile batısı arasında 19

adet meridyen bulunmaktadır. Bu meridyen sayısı 76 farklı zaman dilimine karşılık gelmektedir. Geniş bir coğrafya üzerinde konumlanmasına ve güneşin her bir ilde farklı zamanlarda doğup batmasına rağmen, Türkiye’de tek bir ortak saat kullanılmaktadır (T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “Meridyen Değişikliği ve Yaz Saati Uygulaması Başlıklı Rapor.”, [www.enerji.gov.tr](http://www.enerji.gov.tr)) (Erişim tarihi: 17 Mart 2020). Türkiye'nin Batı Bölgesi'ndeki nüfus, yerleşim ve ticaret yoğunluğu Doğu Bölgesi'nden daha yüksektir. Bu yoğunluk nedeni ile, batı kısmında bulunan illerde elektrik tüketimi daha fazladır (Paker, 2014). Bunun bir sonucu olarak da bu bölgede daha fazla yenilenebilir enerji projeleri planlanmaktadır. Bir projeyi doğru bir yatırım olarak hazırlamak için tasarıma başlanmadan önce gün uzunluğu güvenilir verilere dayandırılarak hesaplanmalıdır. Aksi takdirde, tüm yatırım ve iş gücü boşa gitmiş olacaktır. Bu nedenle, tasarımı yapan mühendislerin güvenilir bir kaynağa ihtiyaçları vardır. Bu amaca hizmet edebilmesi adına, daha kısa sürede daha verimli hesaplamalar yapılabilmesi adına çok sayıda metod geliştirilmiştir. Bu metodları kullanarak, güneşten alınabilecek maksimum verimlilik elde edilebilir ve bu sonuçlara göre de yatırımlar şekillendirilebilir (Ahuja et al., 2007). Durumun olumsuz sonuçlar doğurmaması adına gün uzunluğu verilerinin güvenilir kaynaklar ile hesaplanması gerekmektedir. Sonrasında ise doğru sonuçlara ulaşmak için gün uzunluğu hesaplama yöntemleri de çok önemlidir.

Bu tezin temel amacı, Ege Bölgesi'ndeki şehirlerin gün uzunluğunu hesaplamak için hangi yöntemin güvenilir olduğunu açıklamak için hazırlanmıştır. Tezin diğer amaçları ise şöyle sıralanabilir;

- Bu tez, Ege Bölgesi'ndeki şehirlerin gün uzunluğunu hesaplamak için hangi yöntemin güvenilir olduğunu açıklamak,
- Matlab programı kullanılarak, mevcut gün uzunluğu modellerinin (Brock, CBM, CERES, BGC) kodlamalarının yapılması,
- Modellerin (Brock, CBM, CERES, BGC) içerisinde en doğru gün uzunluğu verisini gösteren modelin tespit edilmesi,
- Gün uzunluğuna bağlı olarak Ege Bölgesi’nde bulunan 8 ilin çevre aydınlatmasının enerji giderlerini 2015-2019 verileri ile tespit edilmesi,
- Edinilen bulgular ışığında gün uzunluğuna bağlı olarak çevre aydınlatması için tüketim değerlerinin azaltılabilmesi yönünde tahminde bulunulması,

Bu durum, enerji giderlerinin tahminlenmesine de dolaylı yoldan katkı sağlayacaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

Tezle ilgili açık literatür incelendiğinde, aynı zamanda YÖK Tez Merkezi veritabanında yapılan araştırmada, bu tezle ilgili ele alınan şekliyle ilgili bir çalışma yer almamıştır.

### 2.1. Literatür Özeti

Brock, T.D., 1981, Calculating solar radiation for ecological studies. Brock, Dünya üzerinde seçilen herhangi bir konumdaki güneş radyasyonunun bilgisayar veya el hesaplayıcısı ile hesaplanmasına izin veren birçok yaklaşım sunulmuştur. Yaklaşımlardan bazıları konum için belirli ölçülen verilerin girilmesini gerektirir. Ancak diğerleri, gerçek veriler olmadan bile bir yaklaşık bir bilgi verebilmektedir. Buna ek olarak, Brock, güneş radyasyonunun bağımsız bir değişken olarak kullanıldığında ekolojik modelleme çalışmasında yararlı olabileceği sonucuna ulaşmıştır.

Ritchie, J.T., 1991, Wheat Phasic Development. Modeling Plant and Soil Systems. Agronomy Monograph. Bu çalışma, Amerika'daki agronomik sistemleri değerlendirmek için bilgisayar simülasyonunun kullanımı gereksinimi üzerine yazılmıştır. Ritchie, yeni mahsul ve toprak sistemleri üzerine araştırmaların yapılması için çeşitli tavsiyeler vermiştir. Teknolojik çağa ayak uydurmak adına toprak, bitki ve iklim sistemlerini birleştirerek doğru sonuçlara ulaşabilmeyi hedeflemiştir.

Forsythe WC, Rykiel EJ, Stahl RS, Wu H, Schoolfield RM., 1995. A model comparison for daylength as a function of latitude and day of year. Bu çalışmada, bir enlem ve yılın bir günü belirlenerek düz bir yüzeydeki gün uzunluğunu hesaplayan bir model tanımlanmıştır. Enlem ve boylama bağlı olarak yapılan hesaplamalarda hata paylarının olabileceği ön görülmüştür. Diğer gün uzunluğu modelleriyle yapılan karşılaştırmalar ve çalışma içerisindeki yapılan tanımlamalar bu modelin daha doğru olduğunu ıspatlamaktadır.

Downing, M., 2005, Spring forward: the annual madness of daylight saving time. Downing bu kitabında, gün ışığından yararlanma süresinin Amerika'da sanayileşmeyle başlayan kırsal-kentsel iç savaşını nasıl etkilediğini gösteriyor. Gün ışığından yararlanma süresinin önemi, zaman algısının önemi ve bu konular ile ilgili olan bazı gerçeklikler anlatılmaktadır. Downing'e göre zaman, sadece bir alışkanlıktır.

Aries, M.B.C. and Newsham, G.R., 2008, Effect of daylight saving time on lighting energy use: A literature review. Bu makale, gün ışığından yararlanma süresinin enerji kullanımı üzerindeki

etkilerine ilişkin bir literatür taraması sunmaktadır. Birçok çalışma etki etmediğini öne sürse de Aries ve Newsham, basit tahminlemeler ile konut aydınlatmasının azaltılması sonucu ulusal elektrik kullanımında %0.5 azalma görüldüğü sonucuna ulaşmıştır. Gün ışığından yararlanma süresindeki değişiklikleri de göze alarak gelecekteki enerji politikaları ile ilgili tavsiyeler verilmiştir.

Paker, S., 2014., Ülkemiz Saat Diliminin Değerlendirilmesi. Paker, bu yayınında Türkiye'nin normal saati hakkında değerlendirilmeler yapmıştır. İzmit'in tüm Türkiye'nin yerel saati için referans noktası seçilmesinin Doğu illeri aleyhine sonuçlara yol açtığını belirtmiştir. Bu sebeple, daha doğuda bir meridyen seçilerek kayıp yerine tasarruf yapılabileceği sonucuna ulaşmıştır.

Pellen, A., 2014, "How Does Daylight Saving Time Affect Electricity Demand?" Bu çalışma, gün ışığından yararlanma süresinin Batı Avustralya'da Eylül 2006'dan Mart 2013'e kadar olan elektrik talebi üzerindeki etkisini tahmin etmek amacı ile Aralık 2006'dan Mart 2009'a kadar gözlenen doğal deney verilerinden yararlanmaktadır. Pellen, gün ışığından yararlanma süresinin genel elektrik talebi ve elektrik üretim maliyetleri üzerinde çok az etkisi olduğunu sonucuna ulaşmıştır.

Toro, W., R. Tigre, & B. Sampaio., 2015, "Daylight Saving Time and incidence of myocardial infarction: Evidence from a regression discontinuity design." Bu çalışma, gün ışığından yararlanma süresinin günlük hayatta insanları hem fiziksel hem de ruhsal olarak etkilediği sonuçlarına ulaşmıştır. Örneğin, gündüz saatleri içerisinde çalışan vardiyalı işçilerin kalp krizi geçirme riskinin daha az olduğu görülmüştür. Bu sebeple, Toro, Tigre ve Sampaio günlük faaliyetlerin gün ışığı saati süresince yapılmasını önermiştir.

### 3. ANALİZ

Gün uzunluğu, gün doğumu ile gün batımı arasında geçen süreye verilen bir isimdir. Tarih ve enlem (ekvator da  $0^\circ$ , Kuzey kutbunda  $90^\circ$ ), gün uzunluğunu etkilemektedir. Bu sebeple, her coğrafi bölgenin ayrı ayrı ele alınması gerekmektedir. Şehirlerin gün uzunluğunu hesaplamak için de farklı yöntemlerin kullanılması gerekmiştir. Şehirlerin gün uzunluğu verilerinin hesaplanmasından önce, ekvator için tüm metotlar aracılığıyla sağlanan gün ışığı verileri hesaplandı ve hepsi birbirleri ile karşılaştırıldı. Verilerin doğruluğunu tespit etmek için, çıkan gün uzunluğu sonucunun ekvator da 12 saat gündüz ve 12 saat gece olacak şekilde eşit olmalıdır. En güvenilir yöntemi bulmak amacı ile, her şehrin gün uzunluğu verileri ekvator için hesaplanan veriler ile ayrı ayrı karşılaştırıldı. Fakat, gün uzunluğunu hesaplamak için hazırlanan bu denklemler uygulanabilirlik açısından pratik değildir. Öte yandan, bu denklemlerin her şehir ve her gün için ayrı ayrı hesaplanması, zaman ve verimlilik açısından daha fazla iş yüküne neden olmaktadır. Hesaplamaları daha güvenilir ve daha hızlı hale getirmek için Matlab kullanılarak metotlar yazıldı. Böylece, Matlab üzerinden beyan edilen veriler ile elde edilen güvenilir sonuçların birleştirilmesiyle doğru ve güvenilir metod ortaya çıkmıştır.

#### 3.1 METODLAR

Yaşadığımız dönemde, gün uzunluğu süresini hesaplamak için bilinen ve güvenilir dört metod vardır. Bu dört metod ayrı ayrı ele alındı ve detaylandırıldı.

##### 3.1.1. CBM Modeli

Gündoğumu ve günbatımı için en güvenilir tahmini elde etmek için, gün uzunluğunun hesaplanacağı şehirlerin konumu ve yılın günlerinin ele alınacağı özel olarak seçildi (Forsythe et al., 1995). Dünyanın herhangi bir yerindeki gün uzunluğunun hesaplanması için kullanılacak metodların ve formüllerin eğimli olmayan zeminde hesaplanabilmesi için 3 bölüme ayrılabilir.

1. Yılın belirli bir gününden itibaren dairesel dönüş açısını tahmin etmek.
2. Güneşin eğim açısını veya güneş ile ekvator arasındaki dairesel dönüş açısındaki açılal mesafesini tahmin etmek.
3. Enlem, boylam ve güneşin eğim açısından gün uzunluğunu tahmin etme. Schoolfield denklemleri, gün uzunluğu nedensel faktörünü içerecek şekilde oluşturuldu.

$$\theta = 0.2163108 + 2 \tan^{-1}[0.9671396 \tan[0.00860 \times (J - 186)]] \quad (1)$$

$$\emptyset = \sin^{-1}[0.39795 \cos \theta] \quad (2)$$

$$D = 24 - \frac{24}{\pi} \cos^{-1} \left[ \frac{\sin \frac{\rho\pi}{180} + \sin \frac{L\pi}{180} \sin \emptyset}{\cos \frac{L\pi}{180} \cos \emptyset} \right] \quad (3)$$

### 3.1.2 Brock Modeli

Brock (1981) ekolojiye katkı sağlaması için güneş radyasyonunu hesaplamak üzere bir metod hazırlamıştır. Bu yüzden, metodun merkezi Güneş'tir. Yani gün uzunluğu bu metod için çok önemlidir.

Dünya'nın yılın içerisinde yer alan bir gününün fonksiyonu olarak saptması şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\emptyset = 2345 \sin \left( 360 \frac{283+J}{365} \right) \quad (4)$$

Gün batımı ve gün doğumunun saat açısı bir günde, kuzey enlemlerinin pozitif olmasına bağlı olarak şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$hourAngle = \cos^{-1}(-\tan(L)\tan(\emptyset)) \quad (5)$$

Sonrasında, saat cinsinden gün uzunluğu şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$D = 2 \frac{hourAngle}{15} \quad (6)$$

### 3.1.3 BGC Modeli

Forest-BGC modelindeki gün uzunluğu hesaplaması (Running and Coughlan, 1988) gün doğumu ve gün batımını ufukta yer alan bir günde tanımlamaktadır.

Model, tam enlem için on iki saatten gün uzunluğundaki mevsimsel değişimin genliğini hesaplar ve bu değeri yılın gününe bağlı olarak uyarlar.

$$amp| = 7.42 + \frac{0.045L}{3600} \quad (7)$$

$$D = amp| \sin((J - 79)0.01721) + 12$$

### 3.1.4 CERES Modeli

Ritchie'nin geliştirme modelinde (Ritchie, 1991), buğday için yetiştirilen fazlarda günlük sıcaklık donma noktasının üstünde ve 26 ° C'nin altında tutularak kontrol edilir. Kesin olarak seçilen bir günün termal süresi, güneş radyasyonu süresi ile ilgili maksimum ve minimum sıcaklıkların ortalamasıdır. Bu nedenle, bitki her gün uzunluğu için ayrı ayrı sıcaklık tasarrufu sağlamaktadır. Ritchie'nin gün uzunluğu modeli, Brock ve CBM modellerinin yaptığı gibi Dünya'nın açılma sapmasını da hesaplamaktadır. Bu model, gün uzunluğunu günün alacakaranlık dönemlerini de kapsayacak şekilde tanımlar. Güneş sapmasını da radyan cinsinden ele almaktadır.

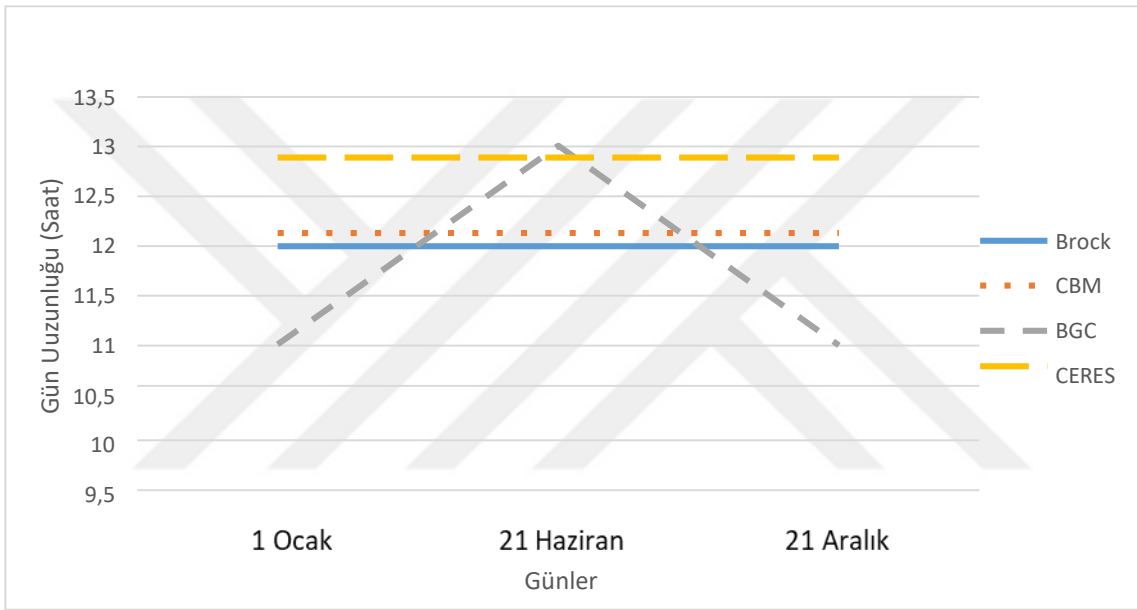
$$\phi = 0.4093 \sin(0.0172 (J - 822)), \quad (8)$$

$$D = 7.639 \cos^{-1} \left[ \max \left( -0.87, \frac{-\sin\left(\frac{L\pi}{180}\right) \sin(\phi) - 0.1047}{\cos\left(\frac{L\pi}{180}\right) \cos(\phi)} \right) \right]$$

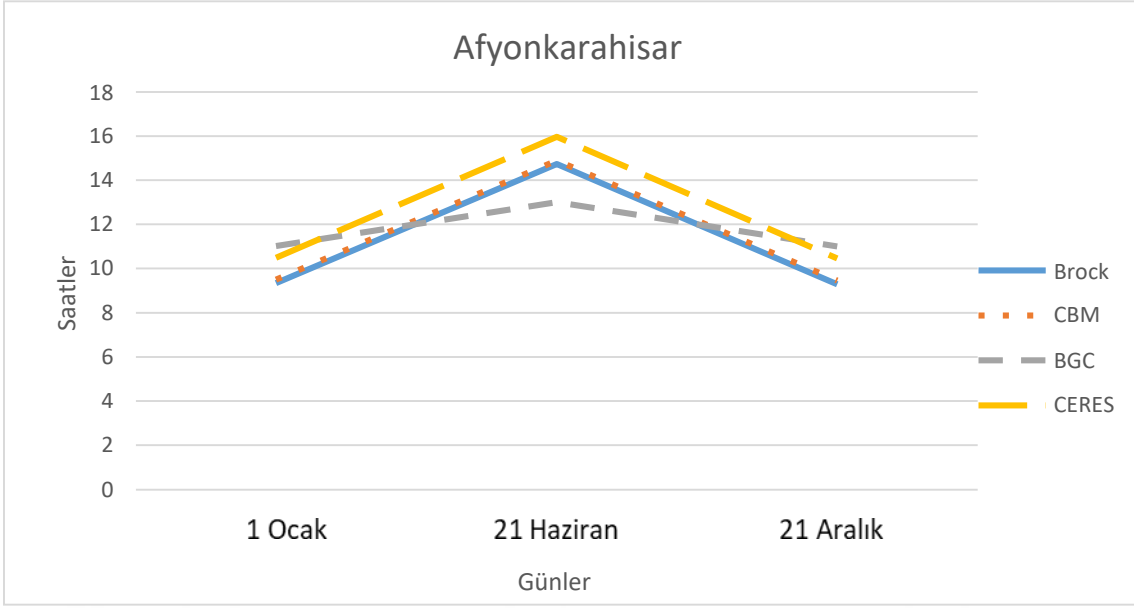
#### 4. BULGULAR & TARTIŞMA

Ege Bölgesi'ndeki 8 il hesaplanırken, ekvatorial düzlemdeki gün uzunluğu referans noktası olarak ele alındı. Bunun nedeni, ekvatorial düzlemin sapma açısının 0 derece olmasıdır. Buna bağlı olarak, ekvatorda gün uzunluğu 12 saat gündüz, 12 saat gece olacak şekilde eşittir (Tablo 1). Bu doğrultuda oluşturulan kod ilk olarak 0 derece sapma açısına göre test edildiğinde, gece ve gündüz uzunluğunun 12 saat olduğu tespit edildi. Metodların güvenilirliğini kanıtlayabilmemiz için ekvator verilerinin stabil olması çok önemlidir. Bu nedenle, tüm metodlardaki ekvator verileri ayrı ayrı incelendi. Sonuç olarak, 12 saat gündüz ve 12 saat gece verisini doğru bir şekilde sağlayan metodun Brock metodu olduğu görüldü. Ardından, Ege Bölgesi'ndeki 8 ilin hesaplamaları tek tek yapılarak sonuçlara ulaşıldı. (Şekil 2-3-4-5-6-7-8-9). Her şehir için 4 metod verileri ayrı ayrı karşılaştırıldı. Bu hesaplamalardan sonra, metodlar arasında güvenilir olmaya en yakın veri Brock metodunda kullanılan formüller ile sağlandı. Bu, 4 metod arasından en doğru veriye yaklaşan yöntemin Brock metodu olduğunu göstermiştir. Diğer 3 metodun arasından CBM metodunun Brock metod ile yakın sonuçlar verdiği tespit edildi. Bunun yanı sıra, BGC ve CERES metodları ile yapılan hesaplamalarda çok farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu nedenle, bu iki yöntemin doğruluğu ve güvenilirliği kanıtlanamamıştır.

Ekvator için sapmanın 0 derece olduğu enlemde, 4 farklı metodun formülleri kullanıldı. Yapılan işlemler sonucunda, Brock metodunun, günü 12 saat gündüz ve 12 saat gece olarak hesaplama yapması, doğru hesaplamayı yapan tek metod olduğunu göstermektedir. Ardından, CBM metodu doğruya en yakın sonucu verirken; CERES ve BGC metodlarının doğru sonuca yakın hesaplama yapamadığı görüldü.( Şekil 1)

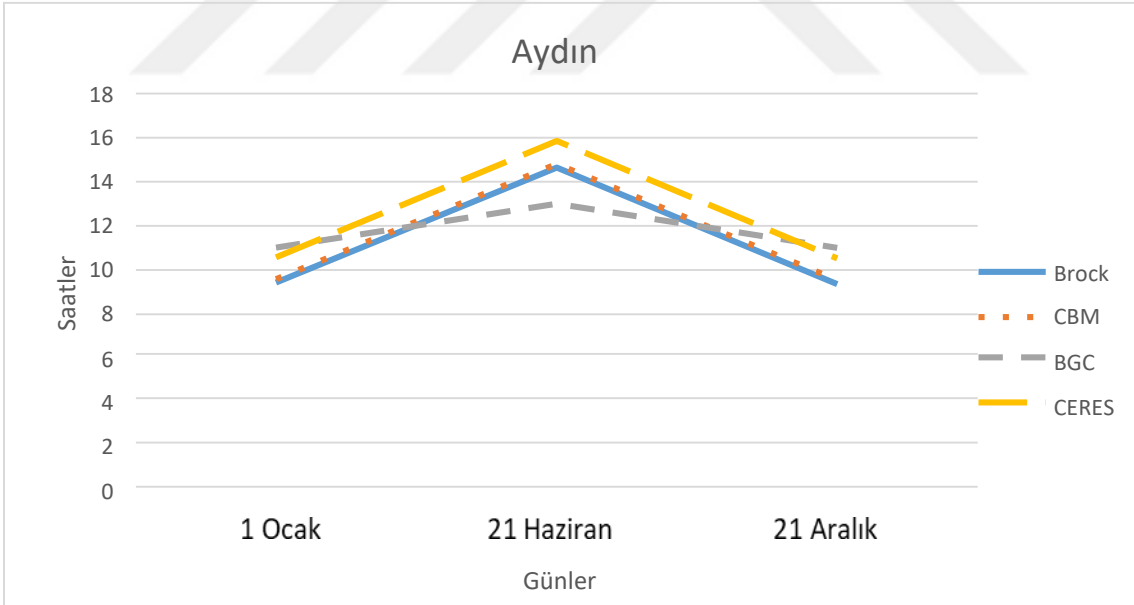


Şekil 1. Ekvator'un Modellere Göre Kıyaslanması



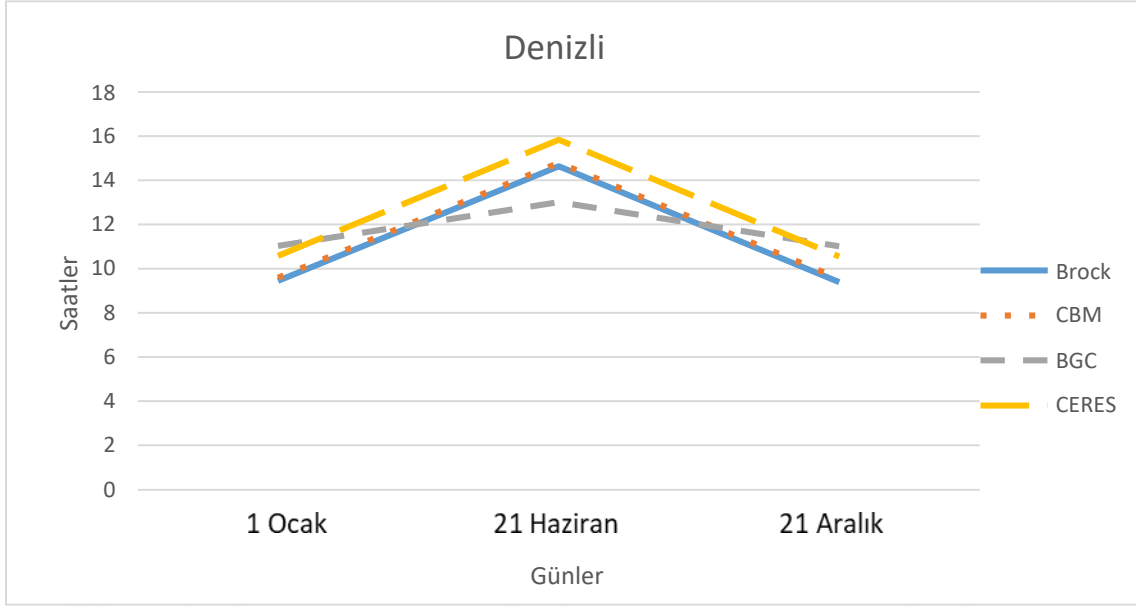
Şekil 2. Afyonkarahisar ilinin Yıllık Gün Uzunluğu

Hesaplanan verilerin doğruluğunu kanıtladığımız Brock metodunun sonuçlarına göre, gün uzunluğu Afyon şehri için 1 Ocak'ta 9.35 saat, 21 Haziran'da 14.43 saat ve 21 Aralık'ta 9.29 saat olarak hesaplandı. Buna ek olarak, CBM metodu da doğruluğa en yakın olan 2. metod oldu. Bu metodun sonuçları doğru verilerden uzak değildir.



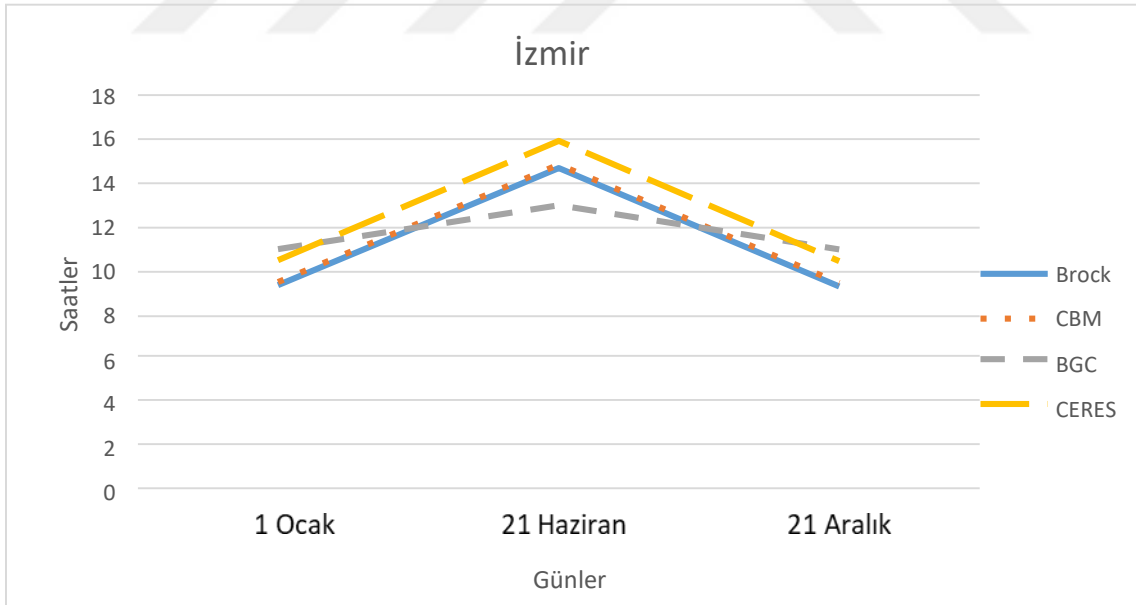
Şekil 3. Aydın ilinin Yıllık Gün Uzunluğu

Hesaplanan verilerin doğruluğunu kanıtladığımız Brock metodunun sonuçlarına göre, gün uzunluğu Aydın şehri için 1 Ocak'ta 9.44 saat, 21 Haziran'da 14.38 saat ve 21 Aralık'ta 9.38 saat olarak hesaplandı. Buna ek olarak, CBM metodu da doğruluğa en yakın olan 2. metod oldu. Bu metodun sonuçları da doğru verilerden uzak değildir.



Şekil 4. Denizli İlinin Yıllık Gün Uzunluğu

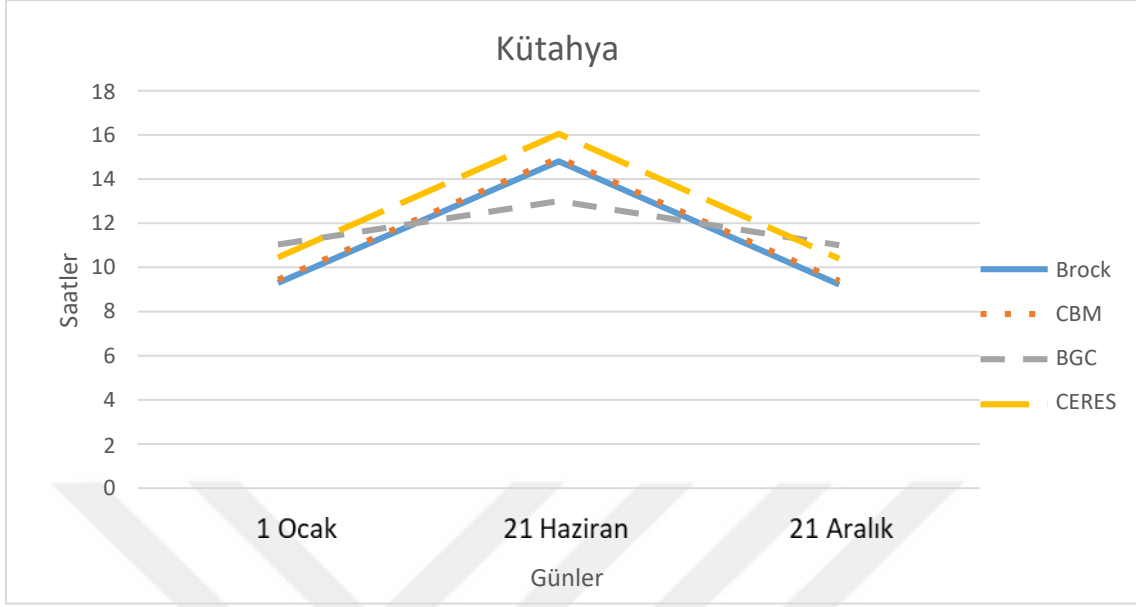
Hesaplanan verilerin doğruluğunu kanıtladığımız Brock metodunun sonuçlarına göre, gün uzunluğu Denizli şehri için 1 Ocak'ta 9.45 saat, 21 Haziran'da 14.37 saat ve 21 Aralık'ta 9.39 saat olarak hesaplandı. Buna ek olarak, CBM metodu da doğruluğa en yakın olan 2. metod oldu. Bu metodun sonuçları da doğru verilerden uzak değildir.



Şekil 5. İzmir İlinin Yıllık Gün Uzunluğu

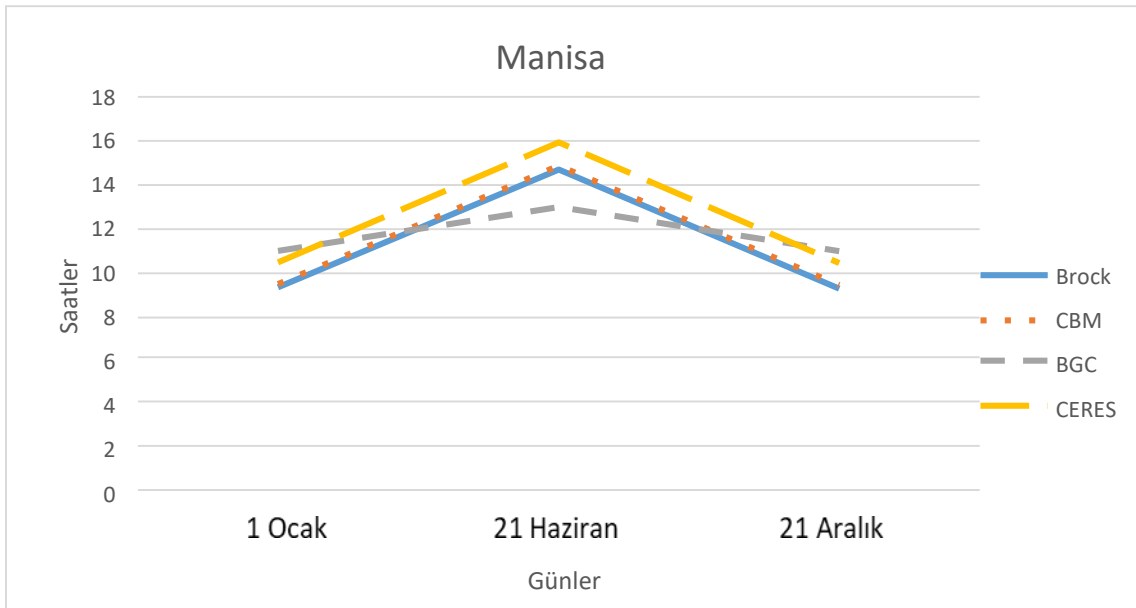
Hesaplanan verilerin doğruluğunu kanıtladığımız Brock metodunun sonuçlarına göre, gün uzunluğu İzmir şehri için 1 Ocak'ta 9.39 saat, 21 Haziran'da 14.41 saat ve 21 Aralık'ta 9.33 saat

olarak hesaplandı. Buna ek olarak, CBM metodu da doğruluğa en yakın olan 2. Metod oldu. Bu metodun sonuçları da doğru verilerden uzak değildir.



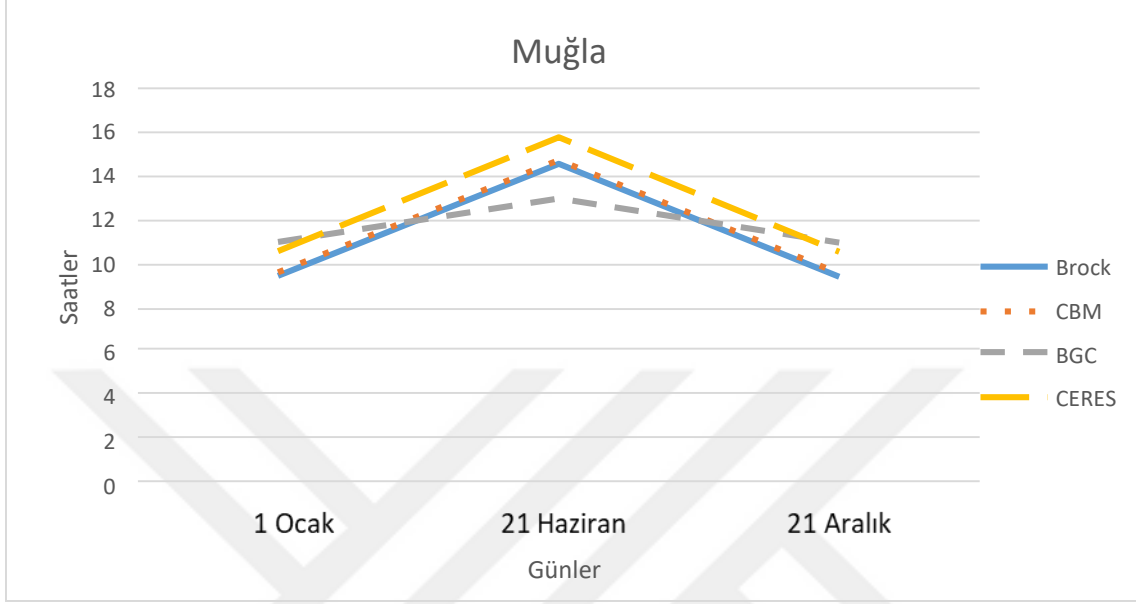
Şekil 6. Kütahya İlinin Yıllık Gün Uzunluğu

Hesaplanan verilerin doğruluğunu kanıtladığımız Brock metodunun sonuçlarına göre, gün uzunluğu Kütahya şehri için 1 Ocak'ta 9.29 saat, 21 Haziran'da 14.48 saat ve 21 Aralık'ta 9.22 saat olarak hesaplandı. Buna ek olarak, CBM metodu da doğruluğa en yakın olan 2. metod oldu. Bu metodun sonuçları da doğru verilerden uzak değildir.



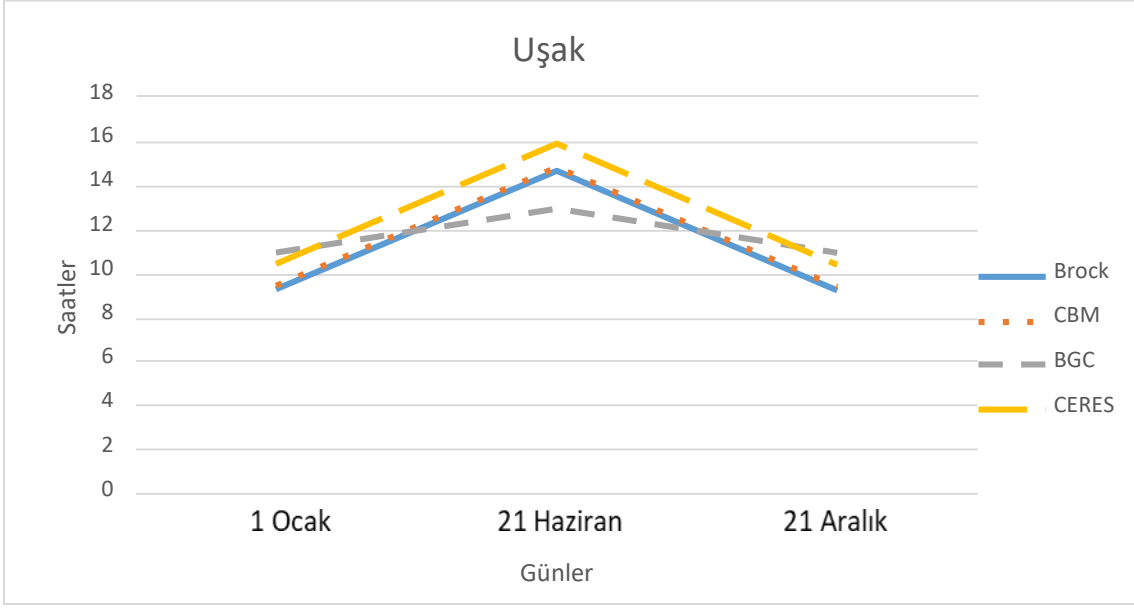
Şekil 7. Manisa İlinin Yıllık Gün Uzunluğu

Hesaplanan verilerin doğruluğunu kanıtladığımız Brock metodunun sonuçlarına göre, gün uzunluğu Manisa şehri için 1 Ocak'ta 9.37 saat, 21 Haziran'da 14.42 saat ve 21 Aralık'ta 9.31 saat olarak hesaplandı. Buna ek olarak, CBM metodu da doğruluğa en yakın olan 2. metod oldu. Bu metodun sonuçları da doğru verilerden uzak değildir.



Şekil 8. Muğla İlinin Yıllık Gün Uzunluğu

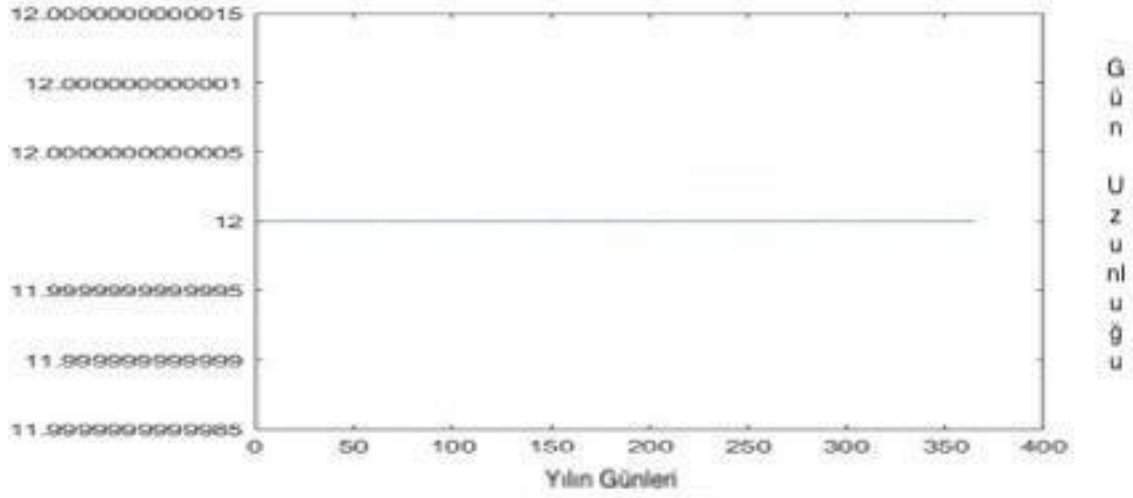
Hesaplanan verilerin doğruluğunu kanıtladığımız Brock metodunun sonuçlarına göre, gün uzunluğu Muğla şehri için 1 Ocak'ta 9.50 saat, 21 Haziran'da 14.57 saat ve 21 Aralık'ta 9.45 saat olarak hesaplandı. Buna ek olarak, CBM metodu da doğruluğa en yakın olan 2. metod oldu. Bu metodun sonuçları da doğru verilerden uzak değildir.



Şekil 9. Uşak İlinin Yıllık Gün Uzunluğu

Hesaplanan verilerin doğruluğunu kanıtladığımız Brock metodunun sonuçlarına göre, gün uzunluğu Uşak şehri için 1 Ocak'ta 9.36 saat, 21 Haziran'da 14.43 saat ve 21 Aralık'ta 9.30 saat olarak hesaplandı. Buna ek olarak, CBM metodu da doğruluğa en yakın olan 2. metod oldu. Bu metodun sonuçları da doğru verilerden uzak değildir.

**Tablo 1. Brock Metodu Kullanılarak Ekvator Ekseni ile Oluşturulan Matlab Verisi**



Sonuç olarak, yapılan çalışmalar arasında Brock metodunun en doğru sonuçlara erişilmesini sağlayan formüllere sahip olduğu belirlendi. Bu sonuca ulaşabilmenin en önemli dayanağı, diğer metodlar arasında ekvatordeki gün uzunluğunun en doğru olarak hesaplanmasıdır. Matlab'de 8 şehrin verilerini hesaplayarak güvenilir sonuçlar elde etmek de bu kararı desteklemektedir. Yine de, gündüz ortalamalarının alınabilmesi için açık gökyüzü ve aylık ortalama bulutsuzluk endeksi önemlidir. Aylık ortalama Bulutsuzluk veya açıklık endeksi (Kt), yatay bir yüzeydeki (H) aylık ortalama günlük radyasyonun, aylık ortalama günlük dünya dışı radyasyona ( $H_0$ ) olan oranıdır. Açıklık endeksi güneşlenme süresini etkilemektedir. Bu nedenle, gün uzunluğu değişmemektedir. Fakat bulutsuzluk endeksi aydınlatma ve elektrik giderleri üzerinde etkilidir. Bu sebeple, aydınlatma giderleri her coğrafi bölgede farklılık göstermektedir. Başka bir deyişle, gökyüzündeki bulutlanma farklılıkları sebebi ile gün uzunluğu ile güneşlenme süresi aynı olmayabilir. Bu veriler bize Ege Bölgesi'ndeki şehirlerin aylık ve yıllık ortalama güneşlenme sürelerini göstermektedir. Yani;  $Kt = H / H_0$ . (Tablo 2) Aydınlatma giderlerindeki farklılıklar (Tablo 4), aydınlatma ve iletim hatlarındaki ekipmandaki güç ve tip farklılıklarına, otomasyona, sorumlu elektrik dağıtım şirketlerinin işletim sistemlerindeki farklılıklara veya insan faktörüne bağlı olabilmektedir. Buna ek olarak, farklılıkların doğurduğu başka bir sistem arızası ise, çevre aydınlatmalarının gün doğumu veya gün batımından önce veya sonra etkinleştirilmesidir.

**Tablo 2. Ege Bölgesi'ndeki Şehirlerinin Ortalama Güneşlilik Süresi**

AYLAR / ŞEHİRLER	OCAK	ŞUB	MART	NİS	MAY	HAZ	TEMMUZ	AĞU	EYLÜL	EKİM	KAS	ARA	YILLIK ORTALAMA
AFYON	3.0	4.1	5.2	6.5	8.2	10.0	11.2	10.7	8.8	6.5	4.8	2.8	81.8
AYDIN	4.1	4.6	5.9	7.2	8.5	10.1	10.8	10.3	9.0	6.9	5.0	4.1	86.5
DENİZLİ	3.7	4.5	5.6	7.0	9.1	11.0	11.8	10.9	9.3	6.8	5.0	3.5	88.2
İZMİR	4.3	5.2	6.4	7.9	9.8	11.6	12.3	11.9	10.1	7.6	5.6	4.2	96.9
KÜTAHYA	2.4	3.4	4.6	6.2	7.6	9.4	10.4	9.7	7.7	5.2	3.6	2.2	72.4
MANİSA	2.8	3.8	5.4	6.6	8.5	10.6	11.3	10.7	9.0	6.6	4.2	2.5	82.0
MUĞLA	3.6	4.6	5.9	7.4	8.8	10.7	11.5	11.0	9.6	7.0	4.9	3.4	88.4
UŞAK	3.8	4.4	5.4	6.7	8.7	10.8	11.6	11.1	9.4	7.2	5.2	3.6	87.9

Ortalama Güneşlilik Süresi (Saat)

**Tablo 3. Ege Bölgesi'ndeki Şehirlerin Gün Doğumu ve Gün Batımı Saatleri**

	OCAK		ŞUBAT		MART		NİSAN		MAYIS		HAZİRAN	
	GÜN DOĞUMU	GÜN BATIMI	GÜN DOĞUMU	GÜN BATIMI	GÜN DOĞUMU	GÜN BATIMI	GÜN DOĞUMU	GÜN BATIMI	GÜN DOĞUMU	GÜN BATIMI	GÜN DOĞUMU	GÜN BATIMI
AFYON	7.19	16.48	6.43	17.27	6.13	17.52	5.48	18.52	4.56	19.06	4.40	19.33
AYDIN	7.15	16.51	6.42	17.29	6.12	17.52	5.50	18.50	4.58	19.02	4.42	19.29
DENİZLİ	7.15	16.51	6.42	17.29	6.12	17.52	5.50	18.50	4.58	19.02	4.42	19.29
İZMİR	7.17	16.49	6.43	17.28	6.13	17.52	5.49	18.51	4.57	19.05	4.40	19.32
KÜTAHYA	7.22	16.46	6.45	17.25	6.13	17.52	5.47	18.53	4.54	19.09	4.37	19.37
MANİSA	7.18	16.49	6.43	17.27	6.13	17.52	5.49	18.51	4.57	19.05	4.40	19.33
MUĞLA	7.12	16.52	6.41	17.31	6.12	17.52	5.51	18.49	5.00	19.00	4.44	19.26
UŞAK	7.18	16.49	6.43	17.27	6.13	17.52	5.49	18.51	4.56	19.06	4.41	19.33

**Tablo 3. Ege Bölgesi'ndeki Şehirlerin Gün Doğumu ve Gün Batımı Saatleri ( devam )**

	TEMMUZ		AĞUSTOS		EYLÜL		EKİM		KASIM		ARALIK	
	GÜN DOĞUMU	GÜN BATIMI	GÜN DOĞUMU	GÜN BATIMI	GÜN DOĞUMU	GÜN BATIMI	GÜN DOĞUMU	GÜN BATIMI	GÜN DOĞUMU	GÜN BATIMI	GÜN DOĞUMU	GÜN BATIMI
AFYON	4.48	19.20	5.27	18.43	5.53	18.11	6.54	17.46	7.08	16.55	7.33	16.40
AYDIN	4.50	19.16	5.29	18.42	5.54	18.10	6.52	17.48	7.04	16.54	7.29	16.42
DENİZLİ	4.50	19.16	5.29	18.42	5.54	18.10	6.52	17.48	7.04	16.57	7.29	16.42
İZMİR	4.48	19.19	5.28	18.43	5.53	18.11	6.53	17.47	7.06	16.56	7.32	16.40
KÜTAHYA	4.46	19.23	5.25	18.45	5.53	18.11	6.55	17.45	7.10	16.54	7.37	16.37
MANİSA	4.48	19.19	5.29	18.42	5.53	18.10	6.53	17.48	7.06	16.58	7.32	16.41
MUĞLA	4.51	19.14	5.31	18.41	5.54	18.10	6.51	17.49	7.02	16.58	7.26	16.44
UŞAK	4.48	19.20	5.27	18.43	5.53	18.11	6.53	17.47	7.07	16.55	7.33	16.40

**Tablo 4. Ege Bölgesi'ndeki Şehirlerin Aydınlatma Giderlerinin Yıllık Ortalaması (2015-2019) (kwh)**

	2015	2016	2017	2018	2019
Afyon	472.353	408.150	430.345	440.201	565.349
Aydın	704.493	666.032	766.775	928.072	1.180.918
Denizli	529.915	494.757	578.589	728.303	931.273
İzmir	465.995	405.393	452.833	662.212	795.471
Kütahya	349.010	272.968	340.253	406.193	511.595
Manisa	15.289	10.543	17.939	46.865	71.081
Muğla	400.015	345.647	394.866	485.254	612.981
Uşak	282.743	277.159	302.720	410.650	611.596

**Tablo 5. Ege Bölgesi'ndeki Şehirlerin Yıllık Bulutsuzluk Endeksi (Kt) Ortalaması (2014-2019)**

	2014-2019
Afyon	%42
Aydın	%34
Denizli	%37
İzmir	%36
Kütahya	%44
Manisa	%43
Muğla	%37
Uşak	%36

Aydınlatma giderlerindeki farklılıklar (Şekil 11-18), aydınlatma ve iletim hatlarındaki ekipmandaki güç ve tip farklılıklarına, otomasyona, sorumlu elektrik dağıtım şirketlerinin işletim sistemlerindeki farklılıklara veya insan faktörüne bağlı olabilmektedir. Buna ek olarak, farklılıkların doğurduğu başka bir sistem arızası ise, çevre aydınlatmalarının gün doğumu/gün batımından önce veya sonra etkinleştirilmesidir.

## 5. SONUÇ

Brock Modeli tercih edildi (Tablo 1). Tüm hesaplamalar ekvator baz alınarak yapıldı. Bu modelin seçilmesinin en önemli nedeni, Ekvator'daki günün uzunluğunun bu metotta gündüz 12 saat ve gece 12 saat olacak şekilde eşit olmasıdır. Şekilde görebileceğiniz gibi 0 derece sapmasını ayarlayarak, ekvatorun programdaki 12 saatlik gece ve gündüz zamanını görülebilmektedir. Bu, tüm hesaplamaları doğru yaptığımızın kanıtı olarak metodu daha güvenilir hale getirdi. Ege bölgesindeki şehirlerin gün uzunluğu verilerini diğer üç methodla karşılaştırdığımızda, Brook metodunun diğerlerine göre daha doğru veriler verdiği bulundu. Bu sonuç ekvatordaki verilerin doğruluğuna bağlıdır. Her karşılaştırmada, ekvatora göre yapılan hesaplamalarda stabil veriler elde edildi. Verimlilik üzerinde çalışan mühendislerin, bu makalenin giriş bölümünde de hedeflenen verimlilik konusunda Brock metodu kullanarak daha güvenilir sonuçlara ulaşabildikleri belirlendi.

Matlab kodları, yazılı formüllerin zaman ve verimlilik kaybını en aza indirmek için yılın 365 gününde 8 farklı ilin gün uzunluğunu hesaplamak için elle hesaplama yapmamak adına oluşturuldu. Bu kodlar ile zaman tasarrufu en üst düzeye çıkartıldı. Aydınlatma giderlerinin azlığı veya çokluğu, gün ışığından yararlanma süresi yerine bulutluluk endeksine bağlıdır. Gün uzunluğu değişmez, fakat bulutluluk endeksine bağlı olarak gider miktarları değişebilir. Gün uzunluğuna bağlı olarak 8 ilin enerji giderleri 2015-2019 yılları arası baz alınarak tespit edildi. Edinilen bulgular ışığında gün uzunluğuna bağlı olarak çevre aydınlatması için tüketim değerlerinin azaltılabilmesi yönünde tahminde bulunulabilir. Bu durum enerji giderlerinin tahminlenmesine de dolaylı yoldan katkı sağlayacaktır. (Tablo 4).

Dünya'daki konumumuza göre, yerel saat üzerinde bulunduğumuz meridyen tarafından belirlenir. İlk meridyenin başlangıç noktası Londra üzerinden hesaplanır. İzmit üzerinden geçen 30 derecelik doğu meridyeni, Londra'dan iki saat ileridedir. Bu, İzmit için yerel saattir. Bununla birlikte, İzmit Türkiye'deki tüm yerel zaman dilimi için bir referans olarak kabul edilmektedir. Bu durum, aydınlatma ihtiyaçları bakımından Türkiye'nin doğu kısmında bulunan illerine karşı eşitsizliğe yol açmaktadır. Tasarruf, sadece seçilen meridyenin (İzmit) daha doğudan bir referans noktası seçilerek yapılabilir. Ülkemizde yerel saatin referansı olan meridyen batı kesiminden seçildiği için tasarruf etmek yerine bir kayıp söz konusudur, tabii bu da gün ışığından fazlasıyla yararlanmayı da engellemektedir, sosyal anlamda gün ışığından daha fazla yararlanmak insan sağlığı ve psikoloji anlamında da olumlu getirileri olacaktır. Yerel saat İzmit için GMT +3'den daha doğu meridyeninde seçilirse, aydınlatma güneşin geç batışına göre kaydedilecektir. Yerel saat dilimimiz olan GMT + 3 saat dilimi, ülkemizin batı kesiminde olduğundan aydınlatma giderlerinde tasarruf sağlanamaz. Buna ek olarak, mevcut yaz saati dilimimiz daha doğuya götürülebilir. Bu sayede elektrik tüketimleri de azaltılacaktır. Tez çalışmasında elde edilen sonuç ve öneriler ise şöyledir;

- Matlab hesaplamaları sonucunda, Ekvator verileri doğrultusunda gün ışığı verilerini en doğru olarak Brock Modeli'nin verdiği görüldü,
- Bu metod Matlab'de formülize edilerek 365 günde 8 farklı ilin gün uzunluğu daha hızlı ve daha güvenilir şekilde hesaplandı,
- Edinilen bulgular ışığında gün uzunluğuna bağlı olarak çevre aydınlatması için tüketim değerlerinin azaltılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Çünkü bu illerde güneş ışığından fazlasıyla yararlanılmadığı tespit edildi,
- Gün ışından yararlanmak, sosyal anlamda da insan sağlığı ve psikolojisini olumlu yönde etkilemektedir. Bu sebeple, gün ışığından maksimum derecede yararlanabilmek için ileri saat uygulamasına geçilmesi önerilmektedir,
- İleri saat uygulamasına geçilmesi halinde elektrik tüketimlerinin de belirli ölçüde azalabileceği hesaplanabilecektir,

Böylece çevre aydınlatmasının enerji tüketim/giderlerinin tahminlenmesinde gün uzunluğunun tahminlenmesi önem arz etmektedir. Enerji gider tahminlenmesi matematiksel modellemelerinde önemli bir parametre olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple enerji gider modelleme çalışmalarında gün uzunluğu modellerinden Brock modeline yer verilmesi önerilmektedir.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

**Ahuja, D.R., SenGupta, D.P. and Agrawal, V.K.,** 2007, Energy savings from advancing the Indian Standard Time by half an hour. *Current Science* 93(3): pp. 298–302.

**Aries, M.B.C. and Newsham, G.R.,** 2008, Effect of daylight saving time on lighting energy use: A literature review. *Energy Policy* 36(6): pp. 1858–1866.

**Baillie, L., and Thomas, N.,** 2017, How does the length of day shift affect patient care on older people's wards? A mixed method study. *International Journal of Nursing Studies*, Volume 75, Pages 154-162

**Beckman, W.A.,** Duffie J.A., 1991, *Solar Engineering of Thermal Processes*, Second Edition, John Wiley.

**Brock, T.D.,** 1981, Calculating solar radiation for ecological studies. *Ecol. Model.*, 14: 1-19.

**Deris, N.,** 1961, Optimum Angles of Inclination, *Air Cond. Heat. Vent.* 58(8), 57-60, 101.

**Downing, M.,** 2005, Spring forward: the annual madness of daylight saving time.

**Forsythe, W.C., Rykiel, E.J., Stahl, R.S., Wu, H. and Schoolfield, R.M.,** 1995, A model comparison for daylength as a function of latitude and day of year. *Ecol Model*;80:87–95.

**Goswami, D.Y., Kreith, F. and Kreider, J.F.,** 2000, *Principles of Solar Engineering*, Second Edition, Taylor and Francis.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

**Hsieh, J.S.**, 1986, Solar Energy Engineering, Prentice Hall.

**Iqbal, M.**, 1983, An introduction to solar radiation. Academic Press, New York.

**Nikolov, N.T. and Zeller, K.F.**, 1992, A solar radiation algorithm for ecosystem dynamic models. Ecol. Model., 61: 149-168.

**Paker, S.**, 2014, Ülkemiz Saat Diliminin Değerlendirilmesi, Elektrik Mühendisliği. Sayı 449 71-72

**Pellen, A.**, 2014, “How Does Daylight Saving Time Affect Electricity Demand?” 2014 Conference (58th) No. 165870, February 4-7, Port Maquarie, Australia.

**Ritchie, J.T.**, 1991, Wheat Phasic Development. Modeling Plant and Soil Systems. Agronomy Monograph No. 31, pp. 31-54.

**Running, S.W. and Coughlan, J.C.**, 1988, A General Model of Forest Ecosystem Processes for Regional Applications. I. Hydrologic Balance, Canopy Gas Exchange and Primary Production Processes. Ecol Model., 42: 125-154.

**Supit, I. and Van Kappel, RR.**, 1998, A simple method to estimate global radiation. Solar Energy, 63(3):147–60.

**Toro, W., R, Tigre. and B, Sampaio.**, 2015, “Daylight Saving Time and incidence of myocardial infarction: Evidence from a regression discontinuity design.” Economics Letters 136: pp. 1361–4.

**www.enerji.gov.tr**, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Meridyen değişikliği ve yaz saati uygulaması başlıklı rapor.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince gerekli verilerin sağlanmasında yardımcı olan, tezin biçimlenmesinde sağladıkları değerli katkılarından dolayı hocalarım Sayın Prof. Dr. Önder Özgener ve Sayın Doç. Dr. Leyla Özgener'e teşekkürlerimle...

.... / .... / 20..

İmzası

Oğulcan Genç

**ÖZGEÇMİŞ**  
**OĞULCAN GENÇ**

**EĞİTİM BİLGİLERİ**

---

- 02/2018-...**      **Ege Üniversitesi/ Güneş Enerjisi Enstitüsü**  
Tezli Yüksek Lisans
- 09/2013-09/2018**    **Yaşar Üniversitesi/ Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri**  
Mühendisliği (25% Burslu)  
Lisans  
Diploma Notu | 2.20
- 09/2009-06/2013**    **Teğmen Ali Rıza Akıncı Anadolu Lisesi**  
Diploma Notu | 81,64

**İŞ / STAJ DENEYİMİ**

---

- 04/2020- ...**      **İZSU – Enerji Şube Müdürlüğü**  
Enerji Sistemleri Mühendisi
- 07/2017 – 08/2017 - Staj**  
TÜPRAŞ
- 07/2016 – 08/2016 - Staj**  
Türkwind Enerji Teknolojileri AŞ.