



MAKALE HAKKINDA

Geliş:

NİSAN 2017

Kabul:

AĞUSTOS 2017

BURDUR BÖLGESİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN ELEKTRİK ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ

SOLAR POWER POTENTIAL USABILITY OF BURDUR REGION IN ELECTRICITY GENERATION

Ahmet Çifci^a, Emine Altundağ^b

ÖZ

Artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Ülkemizin de elektrik enerjisi üretiminde dışa bağımlılığını azaltmak için yenilenebilir enerji lere ihtiyacı vardır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının en popüler olanı güneş enerjisidir. Türkiye sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli ile bi çok ülkeye göre şanslı durumdadır ve bu potansiyelin değerlendirilmesi oldukça önemlidir. 2017 Şubat ayı için lisanssız güneş enerji santrallerinin toplam kurulu gücünün, Türkiye'nin toplam kurulu gücüne oranı %1,08 olsa da, ülkemizde güneş enerjisi potansiyelinin elektrik üretiminde kullanımı verilen teşviklerle artmaktadır. Bu çalışmada, Burdur bölgesinin sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli ve elektrik üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Burdur ilinin yıllık ortalama toplam global radyasyon değeri yaklaşık 1635 kWh/m², güneşlenme süresi ise yıllık toplam yaklaşık 2946 saat olarak bulunmuştur. Bu değerler Burdur bölgesinin güneş enerjisi bakımından önemini ortaya koymaktadır. Altınyayla, Çavdır ve Tefenni ilçelerinin güneş enerji santrali kurulması için uygun bölgeler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, mevcuttaki kapasitelerin yetersizliğinden dolayı trafo merkezlerinin kapasitelerinin artırılması gerekliliği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Burdur, Güneş Enerjisi, Güneş Enerjisi Potansiyeli, Güneş Enerjisi Santrali

ABSTRACT

Interest in clean and renewable energy sources is increasing day by day in order to meet the increasing energy demand. Our country also needs renewable energy to reduce its external dependency in the generation of electricity. Solar power is the most popular of renewable sources. Turkey is a lucky one compared to many countries in terms of solar power potential and the evaluation of this potential is very important. Although the total installed power of unlicensed solar power plants for February 2017 is 1,08% of Turkey's total installed power, the use of solar power potential in electricity generation is increasing with the incentives in our country. In this study, solar energy potential of Burdur region and its usability in electricity generation were investigated. It has been found that Burdur's annual average total global radiation intensity is about 1635 kwh/m², the annual total sunshine duration is about 2640 hours. These values show the importance of Burdur region in terms of solar power. It has been determined that the districts of Altınyayla, Çavdır and Tefenni are suitable zones for the establishment of solar power plants. In addition, it has been emphasized that the capacity of transformer substations should be increased due to insufficient capacity.

Keywords: Burdur, Solar Power, Solar Power Potential, Solar Power Plant

¹Bu çalışma, VI. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu'nda sunulan bildirinin makale haline getirilmiş halidir.

a Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, acifci@mehmetakif.edu.tr

b Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ş. Burdur İl Müdürlüğü, Burdur, eminealtundag@live.com

GİRİŞ

Enerji, bir cismin veya sistemin iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanır. Enerjinin korunumu yasasına göre enerji ne yok edilebilir ne de yoktan var edilebilir, ama enerji türü değişebilir. Birçok farklı enerji çeşidi bulunmaktadır. Bunlar kinetik, potansiyel, ısı, ışık, kimyasal, nükleer, ses ve elektrik enerjisi olarak sınıflandırılabilir. Elektrik enerjisi serbest elektronların hareketinden kaynaklanan bir enerjidir. Elektrik enerjisi diğer enerji çeşitlerine kolaylıkla dönüşebilmesi, bu dönüşüm sırasında verimin yüksek olması ve elde edildiği yerden kullanılacağı yere kolaylıkla iletilmesi gibi özelliklerinden dolayı en önemli enerji çeşitlerinden biridir. Yenilenebilir olmayan enerji kaynakları (kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer) ya da yenilenebilir enerji kaynakları (güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik, biyokütle ve hidrojen) kullanılarak ikincil bir enerji olarak elde edilir.

Güneş, elektrik üretiminde kullanılan en popüler yenilenebilir enerji kaynağıdır. Güneş, dünyanın çapının yaklaşık 110 katı, kütlesi dünyanın kütlesinin yaklaşık 330.000 katı olan bir yıldızdır. Güneşin merkezinde, hidrojen çekirdeklerinin kaynaşmasıyla füzyon reaksiyonu meydana geldiği (4 Hidrojen atomunun 1 Helyum atomuna dönüşmesi) ve sıcaklığın yaklaşık olarak 15-16 milyon °C'ye kadar ulaştığı bilinmektedir. Güneş enerjisi W/m^2 birimi ile $1 m^2$ alana düşen watt cinsinden enerji olarak gösterilir. Güneşten dünya üzerindeki $1 m^2$ yüzeye watt olarak düşen bu enerji akışına "Güneş Işınımı" denir. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, sabit ve aşağı yukarı $1370 W/m^2$ 'dir, ancak yeryüzüne ulaşan miktarı atmosferden dolayı $0-1100 W/m^2$ değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen az bir miktarı bile, insanlığın şu anki enerji tüketiminden çok çok fazladır. Atmosferden dolayı güneş ışınımının %50'si dünya yüzeyine ulaşır. Güneş'ten dünyaya gelen enerji, bir yılda dünyada

kullanılan enerjinin 20.000 katıdır (Varınca ve Gönüllü 2006; eie.gov.tr 2017). Güneş enerjisi teknolojileri ısı güneş teknolojileri ve fotovoltaik (PV) güneş teknolojileri olmak üzere iki gruba ayrılır. Güneş enerjisinin ısı uygulamaları olarak; sıcak su ve buhar üretimi, sera ısıtma, deniz suyundan tuz ve tatlı su üretilmesi ile elektrik üretimi sayılabilir (Varınca ve Varank 2005; Altıntop ve Erdemir 2013). Fotovoltaik güneş teknolojileri ile fotovoltaik piller (güneş pilleri) ile güneş ışığından doğrudan elektrik enerjisi üretimi sağlanmaktadır.

Özellikle son dönemde tüm dünyada güneş enerjisi kullanımı oldukça artmıştır. 2014 yılında 40 GW olarak gerçekleşen güneş enerjisi elektriği güç artışı %25 artarak, 2015 yılının sonunda 50 GW düzeyine ulaşarak küresel güneş enerjisi elektriği gücünün 227 GW'a yükselmesini sağlamıştır. Çin, Japonya ve ABD yine eklenen kapasitenin çoğunluğunu oluşturmuştur. 2015 sonunda tahmini olarak 22 ülkenin elektrik enerjisi talebinin %1'den fazlası güneş enerjisiyle karşılanmıştır. Bu oran İtalya'da %7,8, Yunanistan'da %6,5 ve Almanya'da %6,4 seviyesine ulaşmıştır. Dünyada yüksek güneş enerjisi potansiyeline Afrika ve Orta Doğu sahipken, büyük güneş enerjisi tesisleri daha az güneş enerjisi kaynağına sahip Avrupa ve Çin'de kurulmaktadır. Almanya son yıllarda sahip olduğu güneş enerjisi tesisleri ile dünyaya öncülük etmekte ve liderliğini sürdürmektedir. Almanya'nın ardından Çin, Japonya, İtalya ve ABD gelmektedir. Güneş enerjisinden elektrik üretimi dünyanın hemen her bölgesinde hızla gelişerek küreselleşme eğiliminde olduğu görülmektedir. 2015 yılındaki kurulu güç artışının %60'ı ağırlıklı olarak Asya kıtasında, özellikle Çin ve Japonya'da gerçekleşmiştir (World Energy Council 2016; Ren21 2016). Tablo 1'de 2015 yılı sonu itibarıyla güneş enerjisi üretimi tesisi kurulu gücü en fazla olan 10 ülke verilmiştir.

1Bu çalışma, VI. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu'nda sunulan bildirinin makale haline getirilmiş halidir.

a Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, acifci@mehmetakif.edu.tr

b Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ş. Burdur İl Müdürlüğü, Burdur, eminealtundag@live.com

Tablo 1. 2015 Yılı Ülkelerin Güneş Enerjisi Toplam Kurulu Güçleri (GW)

Ülke	Toplam Kurulu Gücü
Çin	43,530
Almanya	39,700
Japonya	34,410
ABD	25,620
İtalya	18,920
Birleşik Krallık	8,780
Fransa	6,580
İspanya	5,400
Avustralya	5,070
Hindistan	5,050

Kaynak: <http://www.iea-pvps.org>

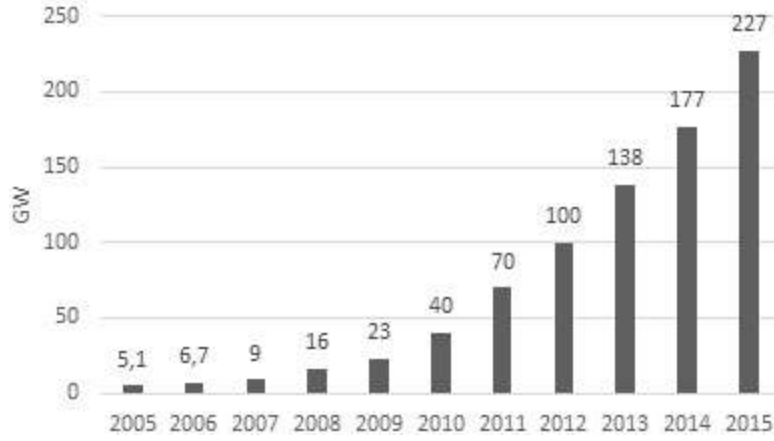
Tablo 2. 2015 Yılı Ülkelerin Güneş Enerjisi Kurulu Güç Artışları (GW)

Ülke	Kurulu Güç Artışı
Çin	15,150
Japonya	11,000
ABD	7,300
Birleşik Krallık	3,510
Hindistan	2,000
Almanya	1,450
Güney Kore	1,010
Avustralya	0,935
Fransa	0,879
Kanada	0,600

Kaynak: <http://www.iea-pvps.org>

Tablo 2’de 2015 yılı sonu itibariyle güneş enerjisi üretimi tesisi kurulu gücünün en fazla arttığı 10 ülke ve artış miktarları verilmiştir. 2005-2015 yılları arasında küresel güneş enerjisi kapasitesinin artışı Şekil 1’de görülmektedir (Ren21, 2016). Bu

hızlı artışın nedeni fosil yakıtların hızla tükenme eğilimi içine girmesi, çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkileri, hammadde fiyatlarındaki artış ve enerji teknolojilerindeki olumlu gelişmelerdir.



Şekil 1. Dünyada Güneş Enerjisinin Gelişimi

Ülkemiz coğrafi konum olarak 36-42° kuzey enlemleri ile 26- 45° doğu boylamları arasında yer alması nedeniyle güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyel Atlasına (GEPA) göre, yıllık toplam güneşlenme

süresi 2737 saat (günlük toplam 7,5 saat), yıllık toplam gelen güneş enerjisi 1527 kWh/m².yıl (günlük toplam 4,2 kWh/m²) olduğu hesaplanmıştır (enerji.gov.tr, 2017). Türkiye'nin mevcut güneş enerjisi potansiyelini gösteren Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası Şekil 2’de verilmiştir.

1Bu çalışma, VI. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu’nda sunulan bildirinin makale haline getirilmiş halidir.

a Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, acifci@mehmetakif.edu.tr

b Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ş. Burdur İl Müdürlüğü, Burdur, eminealtundag@live.com



Şekil 2. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) (eie.gov.tr,2017)

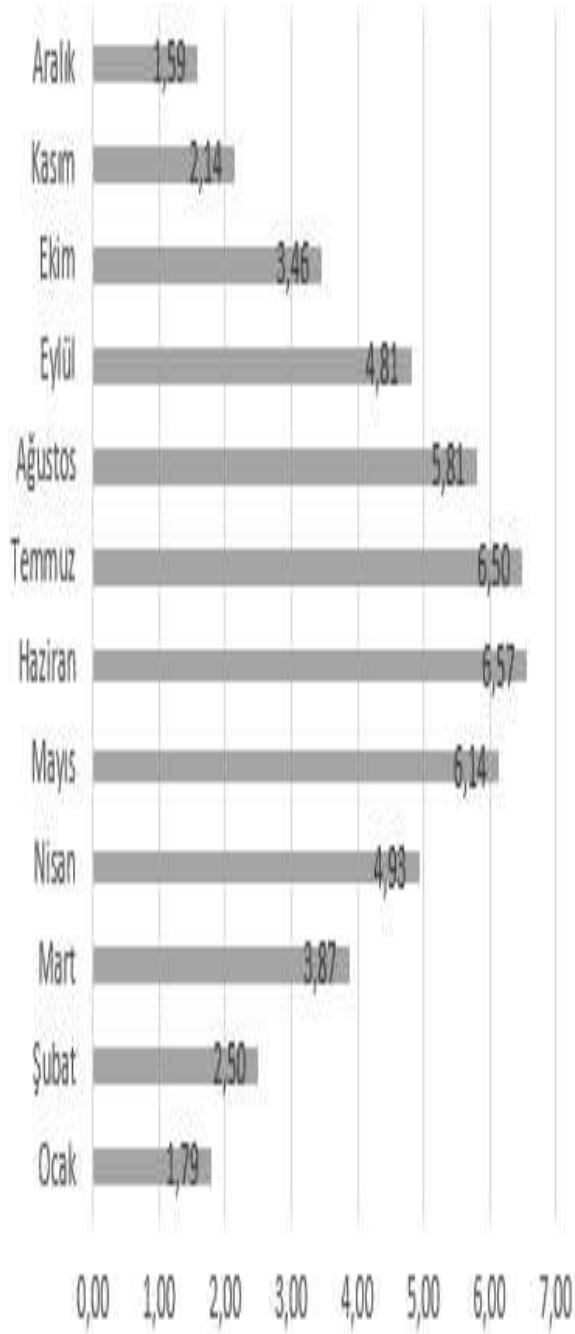
GEPA ile il, ilçe bazında güneş global radyasyon değerlerine ve güneşlenme sürelerine ait verilere ulaşılabilir. GEPA çalışmaları sonucunda, Türkiye'nin arazi eğimi 3°'den küçük ve yıllık güneşlenme süresi 1650 kWh/m²'den büyük 4600 km² güneş enerjisi santrali kurulabilmeye uygun alanı olduğu bulunmuştur. Bu da toplam 56000 MW kurulu güce sahip doğalgaz çevrim santralinin elektrik enerjisi üretimine eşdeğer yıllık 380 milyar kWh elektrik enerjisi üretim imkânının olduğunu göstermektedir. Yıllık 110 günlük bir güneş enerjisi potansiyeline sahip Türkiye, ortalama olarak 1100

kWh/m²'lik güneş enerjisi üretebilecek kapasitededir. Şekil 3'teki grafikte Türkiye'nin aylık bazda ortalama günlük global radyasyon değerleri, Şekil 4'teki grafikte ise Türkiye'nin aylık bazda ortalama güneşlenme süreleri verilmiştir.

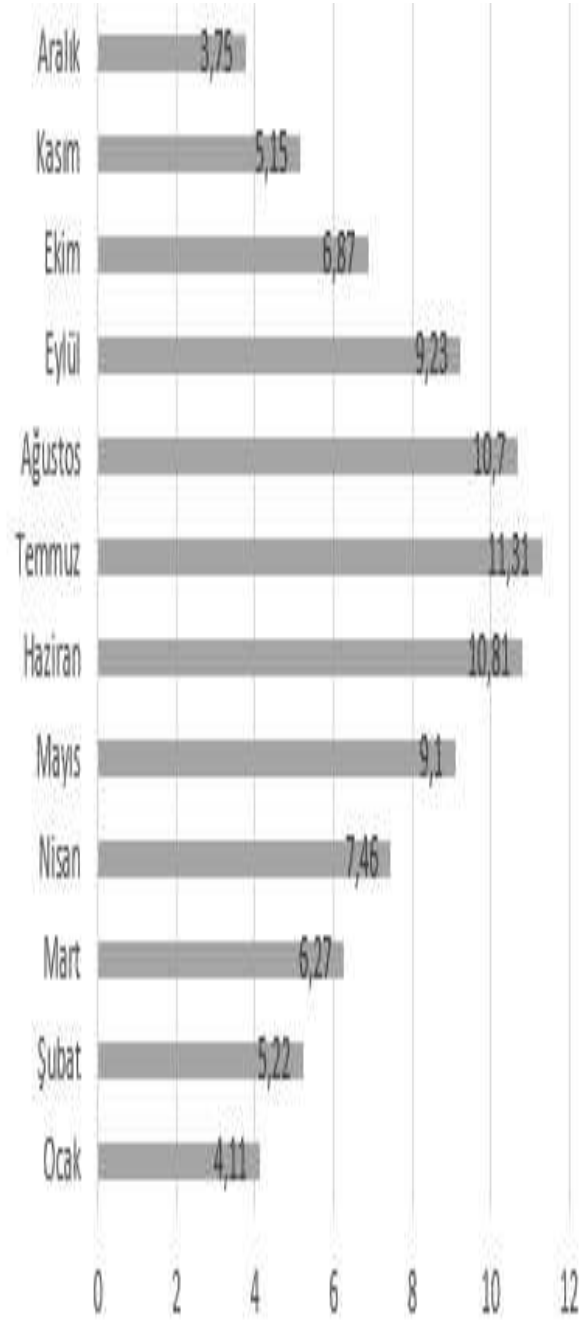
1Bu çalışma, VI. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu'nda sunulan bildirinin makale haline getirilmiş halidir.

a Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, acifci@mehmetakif.edu.tr

b Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ş. Burdur İl Müdürlüğü, Burdur, eminealtundag@live.com



Şekil 3. Türkiye Global Radyasyon Değerleri (kWh/m²-gün) (eie.gov.tr, 2017)



Şekil 4. Türkiye Güneşlenme Süreleri (Saat) (eie.gov.tr, 2017)

1Bu çalışma, VI. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu'nda sunulan bildirinin makale haline getirilmiş halidir.

a Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, acifi@mehmetakif.edu.tr

b Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ş. Burdur İl Müdürlüğü, Burdur, eminealtundag@live.com

Şekil 3'teki grafik incelendiğinde Haziran ve Temmuz aylarında Türkiye'nin global radyasyon değerlerinin en yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca, aylık bazda ortalama günlük ışınım şiddetinin yaklaşık 4,2 kWh/m², yıllık ortalama toplam global radyasyon değerinin ise yaklaşık 1527 kWh/m² olduğu görülmektedir. Şekil 4'ten Temmuz ayının, 11,31 saatlik güneşlenme süresiyle yıl içinde en yüksek güneşlenme süresine sahip ay olduğu görülmektedir. Yine Şekil 4'ten Türkiye'nin aylık bazda ortalama günlük güneşlenme süresinin yaklaşık 7,5 saat, yıllık ortalama toplam güneşlenme süresinin ise 2737 saat olduğu görülmektedir. Aşağıda, Tablo 3'te Türkiye'nin yıllık güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı verilmiştir. Yıllık toplam güneş ışınımı 1460 kWh/m² olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi en yüksek güneş enerjisi alan bölgedir. Burdur'un da içinde bulunduğu Akdeniz Bölgesi'nin ise yıllık toplam güneş ışınımı 1390 kWh/m² ve güneşlenme süresi 2956 saat olup bölgelerarası sıralamada 2. sıradadır.

Tablo 3. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m ² -Yıl)	Güneşlenme Süresi (Saat/Yıl)
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	1460	2993
Akdeniz Bölgesi	1390	2956
Doğu Anadolu Bölgesi	1365	2664
İç Anadolu Bölgesi	1314	2628
Ege Bölgesi	1304	2738
Marmara Bölgesi	1168	2409
Karadeniz Bölgesi	1120	1971

Kaynak: <http://www.eie.gov.tr>

BURDUR BÖLGESİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ VE KULLANIMI

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi fotovoltaik piller olarak da bilinen güneş pilleri kullanılarak yapılmaktadır. Güneş pilleri üzerine ışınım geldiğinde güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çeviren yarıiletken sistemlerdir. Yarıiletken malzeme olarak; kristal silisyum, galyum arsenit, amorf silisyum, kadmiyum tellürid, bakır indiyum diselenid kullanılmaktadır. Isıl sistemlerden elektrik enerjisi üretimi daha pahalı olduğu için PV sistemler tercih edilir. Fotovoltaik hücre bir PV sistemin temel bileşenidir, 25°C

sıcaklık ve 1000 W/m² radyasyon gücü ile 1,5 W güç üretir. Hücrelerin birleştirilmesiyle fotovoltaik modül elde edilir.

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi şebeke destekli (off-grid) sistemler, 1 MW'a kadar olan şebeke destekli (on-grid) lisanssız sistemler ve şebeke destekli lisanslı sistemlerle yapılabilir. Şebeke destekli sistemlerde PV paneller ile üretilen elektrik enerjisi akülerde depolanır ve kullanıcı enerji ihtiyacını bu akülerden sağlar. Şebeke destekli sistemlerde, kullanıcının enerji tüketimi, PV sistemin ürettiği enerjiden karşılanır. Tüketim üretimden fazla olursa kullanıcı tüketim fazlası enerjisi şebekeden alır; tüketim üretiminden az olursa bu durumda da üretim fazlası enerji şebekeye verilir. Hiçbir ilave depolama ara birimine ihtiyaç yoktur.

Tablo 4'te 2016 Ocak ayı ile 2017 Şubat ayı arası, Türkiye'de lisanssız güneş enerjisinin gelişimi verilmiştir.

Tablo 4. Türkiye'de Lisanssız Güneş Enerjisinin Gelişimi

Aylar	Santral Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Kurulu Güç İçinde Oranı (%)
Ocak 2016	362	248,84	0,34
Şubat 2016	409	289,99	0,39
Mart 2016	454	327,64	0,44
Nisan 2016	492	357,68	0,48
Mayıs 2016	556	409,73	0,55
Haziran 2016	597	443,27	0,59
Ağustos 2016	673	505,9	0,66
Ekim 2016	861	660,24	0,85
Kasım 2016	942	732,78	0,93
Aralık 2016	995	779,92	0,99
Ocak 2017	1043	819,63	1,04
Şubat 2017	1076	847,73	1,08

Kaynak: <http://enerjienstitusu.com/turkiye-kurulu-elektrik-enerji-gucu-mw/>

Yukarıdaki tablodan da görülebileceği üzere, 2017 Şubat ayı itibarıyla ülkemizde 1076 lisanssız güneş enerji santrali bulunmaktadır. Kurulu güçleri toplamı 847,73 MW'tır. Türkiye'nin toplam kurulu

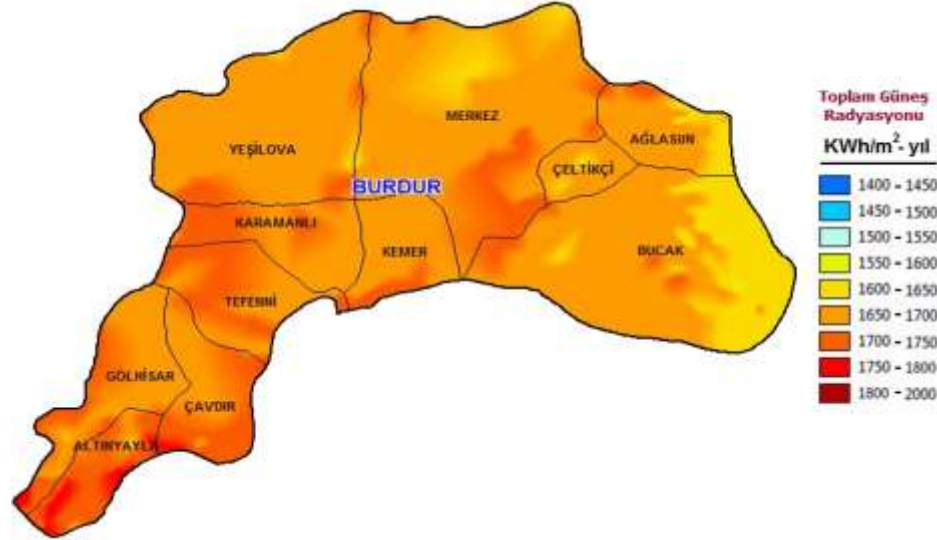
1Bu çalışma, VI. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu'nda sunulan bildirinin makale haline getirilmiş halidir.

a Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, a.cifici@mehmetakif.edu.tr

b Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ş. Burdur İl Müdürlüğü, Burdur, eminealtundag@live.com

gücüne (2017 Şubat ayı için 78529,62 MW) oranı %1,08'dir. Lisanslı güneş enerji santrallerinin 2017 Şubat ayı itibarıyla kurulu güçleri toplam 14 MW'tır. Yani Türkiye güneş enerji santrelleri (GES) toplam kurulu güçleri yaklaşık 862 MW'tır. Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Burdur, 36°53' ve 37°50' kuzey enlemleri ile 29°24' ve 30°53' doğu boylamları arasındadır. 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK) kanun ve bu kanun

çerçevesinde yayımlanan 28022 sayılı ve 11 Ağustos 2011 tarihli Bakanlık tebliği ile 2013 yılı için toplam 600 MW'lık kapasitenin 26 MW'ı (%4,3) Burdur'a tahsis edilmiştir. Bu durum Burdur ilinin güneş enerjisi potansiyelinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Burdur ilinin detaylı güneş radyasyon haritası GEPA'da yayımlandığı şekliyle Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Burdur İli Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (eie.gov.tr, 2017)

Yukarıdaki haritada koyu ve açık kırmızı tonlarla boyanmış bölgelerde güneş enerjisi global radyasyon değerleri yüksektir. Burdur ilinin genelinde güneş enerjisi global radyasyon değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Tablo

5'te Akdeniz Bölgesi'nde bulunan illerin aylık bazda ortalama günlük global radyasyon değerleri verilmiştir.

Tablo 5. Akdeniz Bölgesi İllerinin Global Radyasyon Değerleri (kWh/m²-gün)

İller	Yıllık Ortalama Güneş Enerjisi												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Antalya	2,1	2,6	4,4	5,5	6,4	6,9	6,7	6,1	5,2	3,9	2,5	1,9	4,52
Burdur	2,1	2,6	4,3	5,4	6,3	6,9	6,7	6,1	5,1	3,8	2,5	1,9	4,48
Mersin	2,1	2,7	4,3	5,2	6,3	6,9	6,7	6,1	5,0	3,8	2,5	1,9	4,46
Isparta	2,0	2,6	4,2	5,3	6,3	6,8	6,8	6,1	5,1	3,7	2,4	1,8	4,43
Kahramanmaraş	2,0	2,6	4,2	5,1	6,3	6,8	6,8	6,0	5,1	3,8	2,4	1,8	4,41
Adana	2,0	2,4	4,1	5,0	6,1	6,7	6,5	5,9	4,9	3,8	2,3	1,8	4,29
Osmaniye	2,0	2,4	4,1	5,0	6,0	6,7	6,4	5,9	4,9	3,8	2,3	1,8	4,28
Hatay	2,0	2,4	4,0	4,9	6,0	6,6	6,3	5,8	4,8	3,6	2,4	1,8	4,22

Kaynak:

<http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>

Tablodan görülebileceği üzere, aylık bazda ortalama günlük ışınım şiddeti açısından, Burdur Akdeniz Bölgesi'nde Antalya'dan sonra en iyi il

konumundadır. Türkiye'nin aylık bazda ortalama günlük ışınım şiddeti yaklaşık 4,2 kWh/m² iken, Burdur'un yaklaşık 4,5 kWh/m²'dir. Burdur ilinin yıllık ortalama toplam global radyasyon değeri ise

1Bu çalışma, VI. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu'nda sunulan bildirinin makale haline getirilmiş halidir.

a Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, a.cifici@mehmetakif.edu.tr

b Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ş. Burdur İl Müdürlüğü, Burdur, eminealtundag@live.com

yaklaşık 1635 kWh/m²'dir ve bu değer hem Akdeniz Bölgesi (1390 kWh/m²) hem de Türkiye geneli (1527 kWh/m²) ortalamasından oldukça yüksektir. Bu durum Burdur'un güneş enerjisi alanında yatırım yapmak için en uygun illerimizden biri olduğunu göstermektedir. Burdur ili için aylık bazda ortalama günlük ışınım şiddetinin Haziran ve

Temmuz aylarında yüksek olduğu, Aralık ve Ocak aylarında ise düşük olduğu görülmektedir. Akdeniz Bölgesi'nde bulunan illerin aylık bazda ortalama güneşlenme süreleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Akdeniz Bölgesi İllerinin Güneşlenme Süreleri (Saat)

İller	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Ortalama
Mersin	5,0	6,0	7,4	8,4	9,9	11,2	11,5	11,0	10,0	7,9	6,2	4,6	8,26
Antalya	5,0	6,1	7,2	8,3	9,7	11,6	11,8	11,3	9,8	7,7	6,0	4,6	8,25
Hatay	5,1	6,2	7,2	8,3	10,2	11,1	10,9	10,5	9,8	7,9	6,4	5,0	8,21
Osmaniye	4,6	5,7	6,8	7,9	9,8	11,4	11,8	11,2	10,2	7,8	5,9	4,2	8,10
Adana	4,7	5,7	7,0	7,8	9,7	11,3	11,8	11,2	10,2	7,8	5,9	4,2	8,09
Burdur	4,7	5,8	7,0	8,0	9,6	11,4	11,9	11,3	9,8	7,5	5,7	4,2	8,07
Kahramanmaraş	4,2	5,5	6,6	7,9	9,6	11,5	12,1	11,4	10,1	7,6	5,6	3,9	7,98
Isparta	4,4	5,5	6,8	7,8	9,4	11,1	11,7	11,1	9,6	7,2	5,4	4,0	7,83

Kaynak:

<http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>

Yukarıdaki tabloda verilen Akdeniz Bölgesi'ndeki illerin güneşlenme süreleri incelendiğinde Burdur alt sıralarda yer almış olsa da, 8,07 saatlik aylık bazda ortalama günlük güneşlenme süresi ile Türkiye'nin aylık bazda ortalama günlük güneşlenme süresinin üstündedir. Burdur yıllık toplam yaklaşık 2946 saat güneşlenme süresine sahiptir. Akdeniz Bölgesi'nin geneline bakıldığında aylık bazda ortalama günlük güneşlenme sürelerinin Türkiye ortalamasının üstünde olduğu görülmektedir. Özellikle Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında bölge illerinin güneşlenme süreleri oldukça yüksektir. Güneşlenme sürelerinin en düşük olduğu aylar ise Ocak ve Aralık aylarıdır. Burdur ilinin Ağlasun, Altınyayla, Bucak, Çavdır, Çeltikçi, Gölhisar, Karamanlı, Kemer, Tefenni,

Yeşilova ve Merkez olmak üzere 11 ilçesi vardır. Tablo 7'de Burdur ilçelerinin aylık bazda ortalama günlük global radyasyon değerleri verilmiştir. Burdur ilinde aylık bazda ortalama günlük global radyasyon değerlerine bakıldığında ortalama 4,57 kWh/m² günlük ışınım şiddeti ile Altınyayla ilçesi en yüksek değeri alırken, ortalama 4,44 kWh/m² günlük ışınım şiddeti ile Bucak ilçesinin en düşük değeri aldığı görülmektedir. Ayrıca, aylık bazda en yüksek ışınım şiddeti Haziran ayında 7,0 kWh/m² ile Altınyayla ve Tefenni ilçelerinde; en düşük ışınım şiddeti ise Aralık ayında 1,8 kWh/m² ile Yeşilova, Çeltikçi ve Merkez ilçelerinde yaşanmaktadır. Burdur'un tüm ilçelerinin aylık bazda ortalama günlük global radyasyon değerleri Türkiye ortalamasından yüksektir.

Tablo 7. Burdur İlinin İlçelere Göre Global Radyasyon Değerleri (kWh/m²-gün)

İlçeler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Ortalama Güneş Enerjisi
Altınyayla	2,2	2,7	4,4	5,5	6,5	7,0	6,9	6,2	5,2	4,0	2,6	1,9	4,57
Tefenni	2,2	2,7	4,3	5,4	6,5	7,0	6,9	6,1	5,2	3,9	2,5	1,9	4,54
Çavdır	2,2	2,6	4,3	5,5	6,4	6,9	6,8	6,1	5,2	3,9	2,5	1,9	4,53
Karamanlı	2,2	2,6	4,3	5,4	6,4	6,9	6,8	6,1	5,2	3,8	2,5	1,9	4,51
Kemer	2,1	2,6	4,3	5,4	6,4	6,9	6,9	6,1	5,2	3,8	2,5	1,9	4,51
Gölhisar	2,1	2,5	4,3	5,4	6,4	6,9	6,8	6,1	5,1	3,9	2,5	1,9	4,49

1Bu çalışma, VI. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu'nda sunulan bildirinin makale haline getirilmiş halidir.

a Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, a.cific@mehmetakif.edu.tr

b Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ş. Burdur İl Müdürlüğü, Burdur, eminealtundag@live.com

Yeşilova	2,1	2,6	4,2	5,4	6,4	6,9	6,8	6,1	5,1	3,8	2,4	1,8	4,47
Ağlasun	2,1	2,6	4,2	5,3	6,3	6,8	6,7	6,1	5,1	3,8	2,4	1,9	4,46
Çeltikçi	2,1	2,6	4,2	5,4	6,3	6,8	6,7	6,1	5,1	3,8	2,4	1,8	4,45
Merkez	2,1	2,6	4,2	5,3	6,3	6,8	6,8	6,1	5,1	3,8	2,4	1,8	4,45
Bucak	2,2	2,4	4,3	5,4	6,3	6,8	6,6	6,1	5,1	3,9	2,5	1,9	4,44

Kaynak: <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>

Burdur ilinin ilçelerinin aylık bazda ortalama güneşlenme süreleri Tablo 8'de verilmiştir. İlçeler arasında aylık ortalama güneşlenme sürelerine göre sınıflandırma yapılacak olursa Altınyayla ilçesi 8,2 saat ile en yüksek değere sahiptir. Ağlasun ilçesi ise 7,98 saat aylık ortalama güneşlenme süresiyle en

düşük değere sahiptir. Ayrıca, aylık bazda en yüksek güneşlenme süresi Temmuz ayında 11,9 saat ile Altınyayla, Çavdır, Tefenni, Karamanlı, Kemer, Bucak ve Çeltikçi ilçelerinde, en düşük güneşlenme süresi ise Aralık ayında 4,1 saat ile Merkez ve Ağlasun ilçelerinde görülmektedir. Burdur ilçelerinin aylık bazda ortalama güneşlenme süreleri Türkiye ortalamasının üstündedir.

Tablo 8. Burdur İlinin İlçelere Göre Güneşlenme Süreleri (Saat)

İlçeler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Ortalama
Altınyayla	4,8	6,1	7,1	8,2	9,7	11,7	11,9	11,3	9,8	7,7	5,9	4,4	8,20
Çavdır	4,8	6,0	7,1	8,2	9,7	11,6	11,9	11,3	9,8	7,6	5,8	4,4	8,19
Tefenni	4,8	6,0	7,0	8,1	9,7	11,5	11,9	11,3	9,8	7,5	5,8	4,3	8,14
Karamanlı	4,8	5,9	7,0	8,0	9,7	11,5	11,9	11,3	9,8	7,5	5,8	4,3	8,11
Kemer	4,8	5,9	7,0	7,9	9,7	11,5	11,9	11,2	9,7	7,6	5,8	4,3	8,10
Göhlisar	4,6	5,8	7,3	8,2	9,5	11,6	11,7	11,1	9,8	7,5	5,8	4,1	8,07
Bucak	4,8	5,8	7,0	8,0	9,6	11,4	11,9	11,3	9,8	7,4	5,7	4,2	8,07
Çeltikçi	4,7	5,8	6,9	7,9	9,5	11,3	11,9	11,4	9,8	7,5	5,7	4,2	8,05
Yeşilova	4,8	5,8	6,9	7,9	9,6	11,4	11,8	11,2	9,8	7,4	5,7	4,2	8,05
Merkez	4,7	5,7	6,9	7,8	9,6	11,3	11,8	11,2	9,8	7,4	5,7	4,1	8,00
Ağlasun	4,6	5,7	7,0	7,9	9,5	11,2	11,8	11,2	9,7	7,3	5,6	4,1	7,98

Kaynak:

<http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>

Güneş enerjisi potansiyeli ile ilgili literatürde birçok önemli çalışma bulunmaktadır. Bu önemli çalışmalardan Burdur iline özgü birkaç çalışma aşağıda verilmiştir:

Kırbaş vd. (2013) Burdur ili güneş enerjisi potansiyelinin ve güneşlenme oranının belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Burdur'un güneş enerjisi potansiyeli ile bir güneş kenti olabileceğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca, güneş santralleri kurulabilecek arazilerin araştırılmasını ve gerekli girişimlerin yapılmasını önermişlerdir.

Çifci vd. (2014) yaptıkları çalışmada Burdur'da yaşayan 4 kişilik bir ailenin elektrik tüketiminin güneş enerjisi ve fotovoltaik pil uygulamasıyla karşılanmasını maliyet yönünden incelemişlerdir.

11 yılda sistemin yatırım maliyetini geri ödeyeceğini bulmuşlardır.

Kılıç ve Kumaş (2016) çalışmalarında Burdur ilinin gelecekteki aylık ortalama güneşlenme şiddeti değerlerini yapay sinir ağıları metodu ile tahmin etmişlerdir. Sonuçların, Türkiye Meteoroloji Enstitüsü'nden aldıkları verilerle uyumlu olması

yapay sinir ağıları metodunun benzer araştırmalarda kullanılabileceği sonucunu çıkarmıştır.

Burdur'da Bucak, Burdur ve Tefenni trafo merkezi (TM) olmak üzere üç adet TM bulunmaktadır. Tablo 9'da lisanssız güneş enerjisi üretim başvurularına ilişkin trafo merkezlerine göre bağlantı kapasite durumları verilmiştir.

Tablo 9. Lisanssız Üretim Başvurularına İlişkin Bağlantı Kapasite Durum Tablosu

TM Adı	TM Kurulu Gücü (MVA)	TEİAŞ Tarafından Tahsis Edilen Kapasite (MW)	Devrede Olan GES	Çağrı Mektubu Almaya Hak Kazanan Başvurular

1Bu çalışma, VI. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu'nda sunulan bildirinin makale haline getirilmiş halidir.

a Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, a.cifci@mehmetakif.edu.tr

b Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ş. Burdur İl Müdürlüğü, Burdur, eminealtundag@live.com

	Sayı	Kurulu Güç (kWe)	Sayı	Kurulu Güç (kWe)
Bucak	75	27,32	10	6985
Burdur	100	28,1	24	22250
Tefenni	50	18	11	10997

Kaynak: Akdeniz EDAŞ Lisanssız Üretim Başvurularına İlişkin Bağlantı Kapasite Durum Tablosu (22 Ocak 2017)

Tablo 9'a göre Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) tarafından Burdur iline güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi santralleri için tahsis edilen kapasite 73,42 MW olmuştur. Halen devrede olan GES sayısı 45'tir ve bunların toplam kurulu gücü yaklaşık 40,5 MW'tir. Çağrı mektubu almaya hak kazanan başvuru sayısı 87 olmuştur. Bunların kurulu gücü toplamı ise yaklaşık 73,5 MW'tir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Akdeniz Bölgesi'nde bulunan Burdur ilinin gerek ışınım şiddetleri gerekse güneşlenme süreleri incelendiğinde yüksek bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. İlçelerin yıllık ortalama ışınım şiddetleri incelendiğinde sıralamanın; Altınyayla, Tefenni, Çavdır, Karamanlı, Kemer, Gölhisar, Yeşilova, Ağlasun, Çeltikçi, Merkez ve Bucak şeklinde olduğu gözlemlenmiştir. Güneşlenme sürelerine göre ise; Altınyayla, Çavdır, Tefenni, Karamanlı, Kemer, Gölhisar, Bucak, Çeltikçi, Yeşilova, Merkez ve Ağlasun olarak sıralandığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre Burdur'un güneş enerjisi potansiyeli iyi olan Altınyayla, Çavdır ve Tefenni ilçeleri güneş enerji santrali kurulması için uygun bölgelerdir.

Burdur'da üç adet trafo merkezi bulunmaktadır. Trafo merkezleri sırasıyla Bucak TM, Burdur TM, Tefenni TM'dir. TEİAŞ tarafından yenilenebilir enerji kaynakları için tahsis edilmiş olan kapasiteler ile devrede olan güneş enerji santralleri ve çağrı mektubu almaya hak kazanan başvurular karşılaştırıldığında mevcuttaki kapasitelerin yetersiz olduğu görülmektedir. Trafo merkezlerinin kapasite yetersizliği ile enerji nakil hatlarında meydana gelen gerilim düşümü problemleri enerji kalitesi ve sürekliliği açısından engel olmaktadır. 16.01.2017 tarihinde TEİAŞ Genel Müdürlüğü'nün yayınlamış olduğu 2017 yatırım programı tablosundan bakıldığında 2017 yılından sonraya kalan projelerin arasında 154/33 kV gerilim seviyesinde iki adet 25 MVA kurulu gücü sahip olacak olan Akyaka Trafo Merkezi ve trafo merkezine bağlanacak olan enerji nakil hatları sayesinde mevcut belirlenmiş olan kapasite artacaktır. Böylelikle Burdur'da bu alanda yatırım yapmak isteyen girişimciler desteklenmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- Altıntop, N., Erdemir, D., (2013), Dünyada ve Türkiye'de Güneş Enerjisi ile ilgili Gelişmeler, Mühendis ve Makina, 54(639): 69-77.
- Çifci A., Kırbas I., İşyarlar B., (2014), Güneş Pili Kullanılarak Burdur'da Bir Evin Ortalama Elektrik İhtiyacının Karşıllanması, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1): 14-17.
- <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>, E.Tar: 12.02.2017
- http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx, E.Tar: 10.02.2017
- <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes>, E.Tar: 10.02.2017
- http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/PICS/IEA-PVPS_-_A_Snapshot_of_Global_PV_-_1992-2015_-_Final_2_02.pdf, E.Tar: 10.02.2017
- Kılıç, B., Kumaş, K., (2016), Burdur İli Güneşlenme Değerlerinin Yapay Sinir Ağları Metodu ile Tahmini, SDÜ Teknik Bilimler Dergisi, 6(1): 38-44.
- Kırbas, İ., Çifci, A., İşyarlar, B., (2013), Burdur İli Güneşlenme Oranı ve Güneş Enerjisi Potansiyeli, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(2): 20-23.
- Ren21, (2016), Renewables 2016 global status report, http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report.pdf, E.Tar: 11.02.2017
- Varınca K. B., Gönüllü M. T., (2006). Türkiye'de güneş enerjisi potansiyeli ve bu potansiyelin kullanım derecesi, yöntemi ve yaygınlığı üzerine bir araştırma. I. Ulusal Güneş Ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, Eskişehir Kongresine Sunulmuş Bildiri.
- Varınca, K. B., Varank, G., (2005). Güneş kaynaklı farklı enerji üretim sistemlerinde çevresel etkilerin kıyaslanması ve çözüm önerileri. Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi, İçel Konferansına Sunulmuş Bildiri.
- World Energy Council, (2016). World energy resources. <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/10/World-Energy-Resources-Full-report-2016.10.03.pdf>, E.Tar: 11.02.2017

1Bu çalışma, VI. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu'nda sunulan bildirinin makale haline getirilmiş halidir.

a Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, a.cifci@mehmetakif.edu.tr

b Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ş. Burdur İl Müdürlüğü, Burdur, eminealtundag@live.com