

Türkiye'nin Farklı Bölgelerindeki Güneş Işınım Verilerinin Analizi ve Değerlendirilmesi

¹Kıvılcım Merve AKSUNGUR, ²Mehmet KURBAN, ³Ümmühan BAŞARAN FİLİK

^{1,3} Anadolu Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
kmaksungur89@gmail.com, ubasaran@anadolu.edu.tr

² Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
mehmet.kurban@bilecik.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, Güneş enerjisinin Türkiye ve Dünya açısından değerlendirilmesi yapılarak diğer enerji türlerinin içerisindeki önemi vurgulanmıştır. Güneş kuşağında bulunan ülkemizin farklı coğrafi bölgelerinden alınan (Isparta, Erzincan, Ankara, Balıkesir, Yozgat, Birecik, Yalova) ışınım değerleri kullanılarak genel bir değerlendirme yapılmış ve güneş ışınım değerleri açısından çok büyük farklar olmadığı vurgulanarak Türkiye'nin tüm bölgelerinde güneş enerjisinin kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Güneş, Güneş Enerjisi, Güneş Işınımı, Güneş Enerjisi Potansiyeli

1. Giriş

Dünyanın en önemli ve en büyük enerji kaynağı güneştir. Madde ve enerji akışları güneş enerjisi sayesinde olabilmektedir. Bununla beraber Rüzgâr, deniz dalgası, okyanusta sıcaklık farkı ve biyokütle enerjileri, güneş enerjisini değişim geçirmiş biçimlerdir ve günümüzde yine enerji elde etmek için kullanılır. Büyük bir kısmı yurt dışından ithal edilen ve sınırlı bulunan Fosil yakıtların da, biyokütle niteliğindeki materyallerde birikmiş güneş enerjisi olduğu kabul edilmektedir. Sosyal, çevresel, Ekonomik faktörleri de göz önünde bulundurarak enerjiye dolayısıyla enerjiye ihtiyacımız kat be kat artmaktadır. Güneş enerjisi her şeyden önce bol ve tükenmeyen temiz bir enerji kaynağıdır. Yerel bölgesel uygulamalar için oldukça elverişlidir. Kullanmak isteyen herkes için dışa bağımlılığı yoktur ve karmaşık bir teknolojiye de gerek yoktur. Tabii ki bunun yanında sürekli depolanmadığından kaynaklı dezavantajları da vardır. Birim yüzeye gelen güneş ışınımı az olduğu için büyük yüzeyler gerektirir. Kış aylarında ışınım yaza göre daha az ve geceleri olmadığı için tercih sebebi olmayabilir. Yeryüzüne her sene düşen güneş ışınım enerjisi, yeryüzünde şimdiye kadar belirlenmiş olan fosil yakıt haznelerinin yaklaşık 160 katı kadardır. Ayrıca yeryüzünde fosil, ve hidroelektrik tesislerinin bir yılda üreteceğinden 15.000 kat kadar daha fazladır. Yani güneşin bulunması değil bu enerjiyi amaca uygun daha verimli nasıl kullanabildiğimiz önemlidir.

Bu çalışmada, 2. Bölümde Dünya'daki Güneş Enerjisi Potansiyeli kısaca değerlendirilmiş, 3. Bölümde Türkiye'deki Güneş Enerjisi Potansiyeline değinilmiş, 4. Bölümde ise Türkiye'nin Farklı Bölgelerindeki Güneş Enerjisi Verilerinin Analizi yapılmıştır.

2. Dünya'da Güneş Enerjisi Potansiyeli

Dünya yüzeyinden yaklaşık 160 km uzaklıkta atmosferin üst sınırında güneş ışınlarının gelişine dik bir yüzeye gelen ortalama güneş enerjisi yoğunluğu yani güneş sabiti yaklaşık 1.37kW/m^2 'dir. Güneş enerjisinden en iyi yararlanan bölge ekvatorun 35° kuzey ve güney enlemleri arasında yer alan kısmıdır. Bu bölge "Dünya Güneş Kuşağı" olarak adlandırılır. 1 yılda 2000-3500saat güneş alır ve güneş potansiyeli $3,5-7\text{ kWh/m}^2/\text{gün}$ arasında değişir. Dünya üzerindeki ortalama yıllık güneş radyasyonu miktarı kurak bölgelerde $2000-2500\text{ kWh/ m}^2$ ve daha üst enlemlerde ise $1000-1500\text{ kWh/ m}^2$ arasında değişir. Dünyanın değişik bölgelerindeki güneş radyasyon miktarları Tablo 1'de ve Güneş ışınım miktarını etkileyen bileşenlerin etkileri de Tablo 2'de gösterilmiştir [1,2].

Tablo 1. Güneş Radyasyon Miktarı

Bölge	kWh/ m ²
Kuzey Avrupa	800
Orta Avrupa	1000
Akdeniz Bölgesi	1700
Ekvator	2200

Güneş ışınımı ölçümlerinin farklılık gösterdiği durumlar şunlardır:

- Dakika saat gibi daha kısa süreli zaman değişimi
- Göküzünün durumu
- Ay, mevsim, yıl gibi daha uzun süreli zaman değişimi
- Bulunulan noktaya göre değişim
- Bulutlanmaya bağlı olarak güneşlenme süresi ve en uygun verimlilik sıcaklığı [3].

Tablo 2. Güneş Işınım Miktarını Etkileyen Bileşenler ve Etkileri

Bileşen	Etkileri
Güneş Çıktısı	11 yıllık güneş periyodu
Dünya –Güneş mesafesi	Yıllık %3.5değişim
Bulutlar	Baskın faktör görevi
Su Buharı	Seçici yutucu
Hava kirliliği	Direkt ışınımın %50 azaltılması
Orman yangınları	Bölgesel etki
Volkanik küller	Küresel yıllık etki
Konum	Güneşin konumu
Gün içindeki zaman ve mevsim	Güneşin konumu

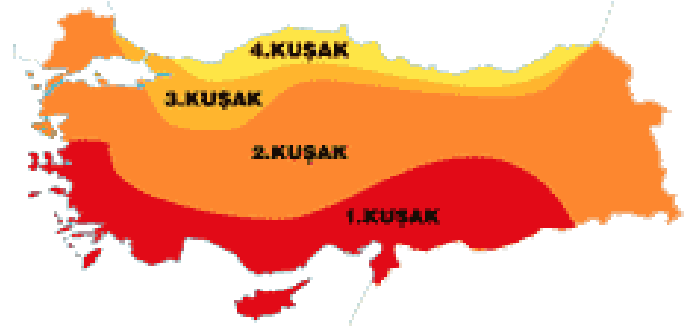
3.Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli

Yukarıda ölçüm verilerinin yıllara göre göstermiş olduğu farklılıklarında nedenleri verildiğine göre. EİE den alınan verilere göre Türkiye'nin yıllık toplam güneşlenme süresi 2.640 saat (günlük toplam 7.2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1.311 kWh/m²/yıl (günlük toplam 3.6 kWh/ m²) olduğu tespit edilmiştir. Güneş enerjisi potansiyeli 380 milyar kWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Aşağıda verilen Türkiye Güneş enerjisi Potansiyel atlası ve CSP teknolojisi ile de bu rakamda enerji üretebileceği hesaplanmıştır. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyel atlası Şekil 1’de gösterilmiştir [1,2,5].



Şekil 1. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası

Hem nem değeri büyük hem de rutubetli olmasından dolayı en az ışınım alan bölge Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesidir. Atmosferdeki fazla su buharı, ışınımın perdelenmesi ne neden olmaktadır. Marmara ve Kuzey Ege Bölgesi, Karadeniz’e göre biraz daha iyi durumdadır. Güney Ege, Batı Akdeniz ve Orta Anadolu Bölgeleri orta derecede ışınım almaktadır. Doğu Akdeniz ve Doğu Anadolu Bölgeleri ışınım değerleri iyi olan bölgelerimizdir. Güney Doğu Bölgesinin sağ en alt ucu ise ışınım değerleri en iyi olan bölgemizdir. Sert ve soğuk iklime sahip bu yer kışın en fazla ışınım alan yerdir. Rakım yüksektir. Havadaki su buharı, yağmur ve kar şeklinde yoğunlaşmakta ve atmosfer daha berrak olup ışınımın engellenmesi en az seviyededir. Şekil 2’de verilen haritada güneş ışınım değerlerine göre 4 kuşağa ayrılmış bölgelerimiz gösterilmiştir.



Şekil 2. Türkiye Güneş Kuşağı Atlası

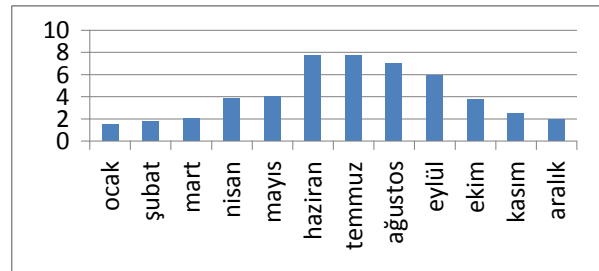
4. Türkiye’nin Farklı Bölgelerindeki Güneş Enerjisi Verilerinin Analizi

Aşağıda Tablo 3’te Isparta, Erzincan, Yozgat, Balıkesir ve Ankara illerinin aylık güneş enerjisi değerleri verilmiştir.

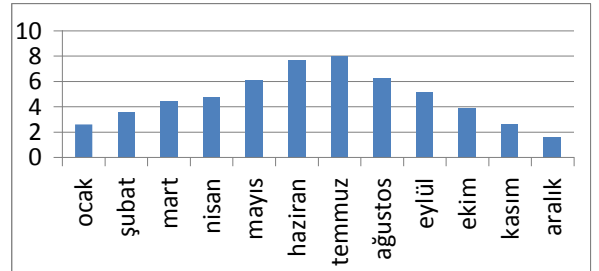
Tablo 3. Isparta, Erzincan, Yozgat, Balıkesir ve Ankara

Aylar	Isparta (Wh/ m ²)	Erzincan (Wh/ m ²)	Ankara (Wh/ m ²)	Balıkesir (Wh/ m ²)	Yozgat (Wh/ m ²)
Ocak	1541	2582	1460	1588	1317,616
Şubat	1759	3567	2412	1801,45	1881,111
Mart	2060	4398	3724	3228,87	3514,4
Nisan	3825	4710	4789	4708,32	3980,427
Mayıs	4035	6121	6280	6348,24	5166,213
Haziran	7726	7685	6964	7424,47	5132,015
Temmuz	7708	8005	7124	7366,15	5265,12
Ağustos	7003	6263	6287	6869,68	5505,827
Eylül	5870	5110	4538	4817,82	5230,232
Ekim	3731	3911	3095	3189,50	2790,659
Kasım	2436	2611	2179	2006,32	3047,264
Aralık	1973	1617	1241	1226,73	1022,485
toplam	49,667	56580	50093	50575,5	39853,36

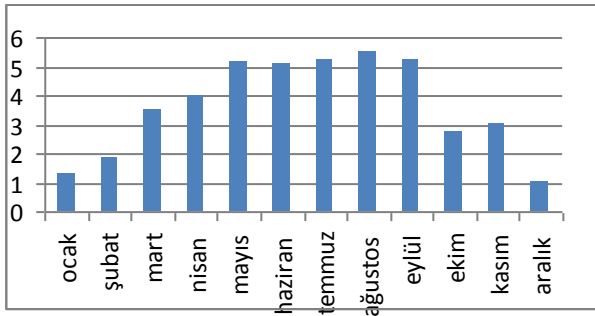
Bu iller için çeşitli yıllara ait güneş enerjisi verileri Şekil3-7’de verilmiştir.



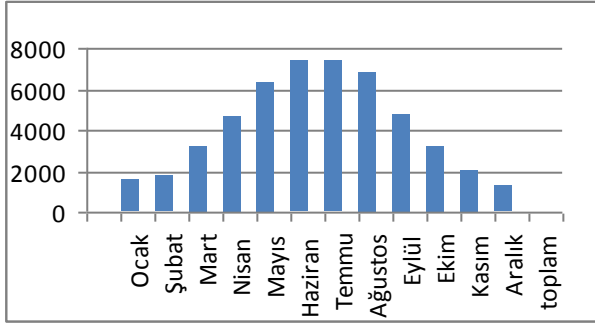
Şekil 3. 2007 yılı Isparta İli Güneş Enerjisi Değerleri (kWh/m²)



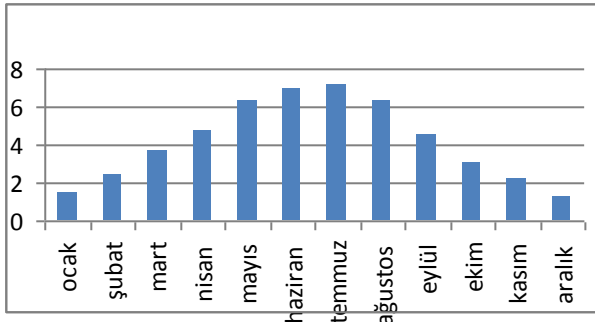
Şekil 4. 2008 yılı Erzincan İli Güneş Enerjisi Değerleri (kWh/m²)



Şekil 5. 2010 Yılı Yozgat İli Güneş Enerjisi Değerleri (kWh/m²)



Şekil 6. 2009 Yılı Balıkesir İli Güneş Enerjisi Değerleri (Wh/m²)



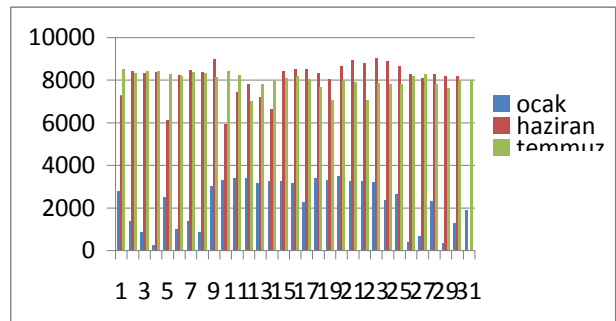
Şekil 7. 2003 Yılı Ankara İli Güneş Enerjisi Değerleri (kWh/m²)

Yukarıda verilen değerlere göre yıllar arasında bazı sapmalar olmuştur. Ancak bunların nelere göre değiştiğini güneşin ışınımını nelerin etkilediğini yukarıda açıklamıştık. Isparta,Erzincan,Yozgat,Balıkesir ve Ankara illerine göre alınan bu değerlerde Erzincan, Balıkesir, Ankara, Isparta ve Yozgat olarak en çok ışınım alandan en az alana göre bir sıralama yapılabilir.Erzincan ve Yozgat arasındaki güneş değeri farkı yaklaşık 16 KWh/ m² dir. Erzincan ve Balıkesir arasındaki fark ise 6 yaklaşık KWh/ m² dir. Haziran ve temmuz aylarında en yüksek enerji alındığı ocak ve aralık aylarında ise en az güneş enerjisi değerleri okunduğu gözlemlenmiştir. Farklı güneşlenme kuşaklarında bulunan bu şehirlerin arasındaki fark aslında yok denecek kadar azdır ve Türkiye'nin güneş potansiyel değerlerine göre ne kadar verimli olduğu ciddi bir olgudur.

Güneşlenme değerleri aylara göre değişebildiği gibi ay içindeki günlere saatlere göre de değiştiği yapılan gözlemlere kaydedilmiştir. Aşağıda iki farklı ve güneşlenme değerleri arasındaki farkın en büyük olduğu iki kuşaktan iki şehrin günlük ortalama güneşlenme değerleri verilmiştir.

Tablo 4. 2011 Yılı Birecik Bölgesi Günlük Ortalama Güneş Enerjisi Değerleri [6]

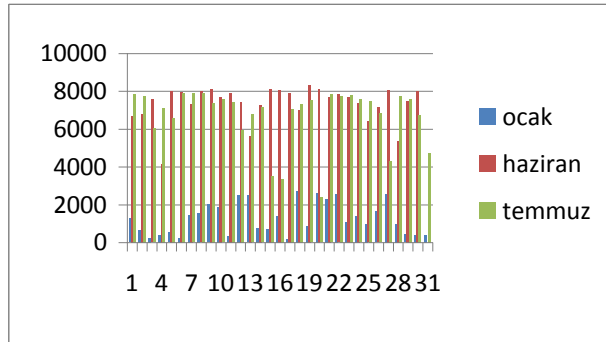
GÜNLER	Ocak	Haziran	Temmuz
1	2769,9	7287,0	8513,7
2	1381,6	8445,4	8310,2
3	852,5	8315,3	8430,6
4	243,7	8401,4	8426,9
5	2484,6	6127,3	8262,8
6	992,0	8212,3	8202,3
7	1376,7	8485,2	8373,1
8	839,0	8388,8	8330,9
9	3017,3	8965,1	8148,5
10	3293,6	5956,6	8430,6
11	3384,3	7420,1	8253,1
12	3372,0	7799,8	7038,4
13	3178,3	7197,2	7818,1
14	3258,7	6651,1	7984,8
15	3231,9	8419,3	8114,7
16	3145,2	8500,7	8204,1
17	2273,5	8494,2	8059,0
18	3395,1	8356,9	7665,3
19	3296,1	8033,2	7044,5
20	3459,9	8653,6	7962,6
21	3245,2	8957,5	7902,1
22	3247,9	8785,7	7075,5
23	3230,7	9011,0	7864,3
24	2347,1	8892,0	7814,9
25	2631,3	8655,2	7823,9
26	384,3	8277,6	8195,8
27	659,7	8085,0	8296,6
28	2293,6	8278,2	7826,0
29	359,2	8194,4	7619,7
30	1262,7	8171,9	7932,0
31	1867,0		7975,7
TOPLAM	70774,4	243418,7	247900,7
ORTALAMA (Wh/m2-gün)	2283,045	8113,958	7996,797
ORTALAMA (Mj/m2-gün)	8,218963	29,21025	28,78847



Şekil 8. 2011 Yılı Birecik Bölgesi Günlük Ortalama Güneş Enerjisi

Tablo 5. 2009 Yılı Yalova İli Günlük Ortalama Güneş Enerjisi Değerleri [6]

GÜNLER	Ocak	Haziran	Temmuz
1	1270,2	6690,0	7851,1
2	683,0	6814,7	7747,1
3	216,6	7563,4	6036,9
4	411,4	4148,7	7124,0
5	527,4	8002,5	6606,2
6	253,0	7974,8	7907,3
7	1471,0	7340,7	7883,0
8	1532,3	7988,3	7901,3
9	2015,1	8101,1	7385,5
10	1889,6	7688,1	7569,0
11	340,9	7898,2	7451,8
12	2494,6	7442,9	5946,6
13	2475,3	5633,9	6771,3
14	749,1	7275,7	7148,0
15	723,2	8137,2	3498,2
16	1391,9	8091,7	3348,8
17	163,2	7913,7	7078,2
18	2732,1	7011,7	7323,7
19	874,1	8328,9	7516,6
20	2632,6	8108,0	2378,2
21	2299,3	7692,9	7842,4
22	2556,9	7833,9	7751,1
23	1069,6	7690,5	7803,5
24	1384,3	7377,0	7563,3
25	977,2	6401,6	7506,0
26	1636,3	7145,8	6831,5
27	2588,5	8080,0	4287,6
28	955,4	5377,0	7759,1
29	418,7	7506,4	7595,6
30	378,5	8043,5	6759,2
31	388,7		4739,3
TOPLAM	39499,82	221302,9	208911,4
ORTALAMA (Wh/m²-gün)	1274,188	7376,763	6739,076
ORTALAMA (Mj/m²-gün)	4,587076	26,55635	24,26067



Şekil 9. 2009 Yılı Yalova İli Günlük Ortalama Güneş Enerjisi Değerleri

Tablolarda verilen Yalova ve Birecik'e ait günlük ortalama değerlere göre de en çok güneş ay olan haziran ayındaki fark 738 Wh /m² en az ışınım aldığı ocak ayında ise yaklaşık 1 KWh/ m² enerji farkı olduğu görülüyor. Bir ayın içerisindeki günlerin içerisinde havanın durumuna göre dalgalanmalar olmuştur. Bu sonuçların da bize gösterdiğine göre Türkiye'nin en az güneş alanda en fazla güneş alan bölgeleri arasında ki farkın çok az olduğu ve en verimli güneşlenme sürelerinin çok uzun olduğu gözlemlenmiştir. Bu değerler de göz önünde bulundurularak Türkiye'nin bu bitmeyecek olan enerji kaynağından en verimli şekilde yararlanması gerektiği sonucu ortaya çıkıyor. Güneş enerjisini sadece, bazı kırsal yada kıyı bölgelerindeki su ısıtma alanında kullanılmaması gerekir. Güneşlenme süresi bizden çok daha az olan Almanya bile bu kaynağı bizden çok daha iyi şekilde kullanarak lider konumdadır. Bulutlu gün sayısı çok fazla olmasına rağmen bu sınırsız enerji kaynağını aktif bir şekilde kullanıyor.

5. Sonuçlar

Güneş, enerji sağladığımız birçok enerji kaynağının da kaynağı olarak dünyaya sınırsız ve çevre dostu bir enerji sağlıyor. Güneşlenme süreleri uzun olan ve verimli olan bu kaynağı en iyi şekilde kullanmak hem tasarrufu hem kirliliği hem de daha verimli bir faydalanmayı sağlayacaktır. Güneş ışınım değerlerine göre 4 kuşağa ayrılan Türkiye'nin, bu bölgeler arasında çok az bir fark olduğunu alan sonuçlarda ispatlanmıştır. Türkiye'nin coğrafi özelliğinden kaynaklanan bu imkanı boşa harcamamak yıllık güneş enerjisi elektrik üretimi teknik potansiyelinin 380 milyar kWh olduğu ülkemize bu enerji kaynağını kazandırmak gerekir.

6. Kaynaklar

[1] Kamil B. Varınca ve M. Talha Gönüllü, Türkiye'de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma, UGHEK'2006: I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi 21-23 Haziran 2006, ESOĞÜ, Eskişehir.

[2]http://www.dika.org.tr/upload/archive/files/enerji_raporu.pdf

[3] Prof. Dr. Olcay Kıncay, Güneş Enerjisi <http://www.solar-academy.com/menus/Gunes-Enerjisi.021720.pdf>

[4]<http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=gunes&bn=233&hn=&nm=384&id=40695>

[5] Ahmet Duran ŞAHİN, İstanbul Teknik Üniversitesi Güneş Enerjisi Ölçümleri ve Fizibilite Çalışmaları

[6] Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Yenilenebilir Enerji Kaynakları Dataları