

MUĞLA GÜNEŞ ENERJİSİ SEKTÖR YATIRIM RAPORU

Eray YALÇIN

Mustafa İLHAN

Muğla Yatırım Destek
Ofisi, 2012

İçindekiler

1. Giriş.....	2
1. Güneş Enerjisi Nedir?	2
2. Güneş Enerjisi Neden Önemlidir?.....	2
3. Güneş Enerjisinden Yararlanma Alanları	3
2. Dünya’da Güneş Enerjisi.....	4
1. Güneş Enerjisi ile Isınma.....	4
2. Güneş Pilleri.....	5
3. Yoğunlaştırılmış Termal Güneş Enerjisi Santralleri.....	8
3. Türkiye’de Güneş Enerjisi	9
4. Muğla’da Güneş Enerjisi	18
1. Muğla İli’ndeki Uygulamalar	22
2. Neden Muğla’da Güneş Enerjisi Yatırımı Yapılmalı?	23
3. Muğla İli’nde Uygun Olabilecek Araziler	24
5. Kaynakça.....	26

1. Giriş

1. Güneş Enerjisi Nedir?

Güneş enerjisi güneş çekirdeğinde hidrojen çekirdeklerinin birleşmesiyle oluşan füzyon tepkimeleri sonrasında açığa çıkan ışıma enerjidir. Füzyon güneş çekirdeğindeki 2 tane hidrojen atomunun yüksek sıcaklıkta birleşmesiyle oluşan ve sonucunda helyum ortaya çıkan radyoaktif bir tepkime türüdür. Bu tepkime sürecinde helyum ortaya çıkarken önemli ölçüde bir enerji ortaya çıkar. Ortaya çıkan ve güneş enerjisi olarak adlandırılan enerji ışınım yoluyla yeryüzüne ulaşır ve çeşitli alanlarda kullanılır. Rüzgar, dalga, su ve biyogazla birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. [11]

2. Güneş Enerjisi Neden Önemlidir?

Bugünkü kullanılan birçok enerji kaynağının büyük bir kısmı güneşin etken olduğu olaylar sonucunda ortaya çıkar. Dünya'nın aydınlatılması, yağışlar ile su döngülerinin sağlanması, fotosentez ile karbon döngüsünün sağlanması yaşam için elzem olmakla birlikte endüstriyel anlamda enerji üretimi de son yıllarda mümkün kılınmıştır. Güneş enerjisini endüstriyel anlamda önemli kılan unsurlar şunlardır:

- Tükenmeyen bir enerji kaynağıdır.
- Arı bir enerji kaynağıdır. Zararlı madde çıkışı yoktur.
- Tüm dünya ülkelerinin yararlanabileceği bir enerji kaynağıdır. Ülkelerin enerji bağımlılıklarını ortadan kaldırır.
- Son kullanıcıların yakınına kuruldukları için iletim ve dağıtım için cihaz gereksinimi azalır; yerel elektrik hizmetinin güvenilirliği artar.
- Hiçbir karmaşık teknoloji gerektirmemektedir.
- Modülerdir. Taşınabilir. İhtiyaç halinde sisteme ilaveler yapılabilir.
- Yerel çözümlerde bakır kablo kullanımı engellenir ve enerji kayıpları en aza indirgenir.
- İşletme ve bakım maliyetleri azdır.

- Kesintisiz regüle edilmiş enerji sağlanır ve bu UPS, regülatör veya jeneratör ihtiyacını ortadan kaldırır.
- Fotovoltaik sistemlerin ömürleri en az 20 yıldır. [4]

3. Güneş Enerjisinden Yararlanma Alanları

Güneş enerjisinden yararlanma ısı enerjisi ve elektrik enerjisi şeklinde olmaktadır. Isı enerjisi yöntemiyle yararlanma sıcaklık değerlerine göre değişmektedir. 150°C'den düşük sıcaklıklar için kullanma sularının ısıtılması, tarımda ürün kurutma, su damıtılması ve tuz üretimi gibi alanlar vardır. 600°C'ye kadar sulama için su pompaları ve küçük motorların çalıştırılması ve 600°C'den yüksek sıcaklıklar için ise güneş fırınları ve seramik yapımında kullanılır.

Güneş enerjisinin ısınma amaçlı kullanılması konutlarda kullanılmaya çalışılsa da şu andaki uygulanabilirliği açısından verimli bir sistem olmadığı görülür. Bunun sebeplerinden en önemlisi zaman farkının neden olduğu arz-talep dengesinin olmamasıdır. Bu tip ısınmalarda konutun kendisi toplayıcı olarak kullanılabilir ve fazladan bir mekanik sisteme gereksinim duyulmaz. Bunun dezavantajı ise güneş enerjisinin plansız kullanılmasıdır.

Elektrik üretiminde ise güneş pilleri (fotovoltaik piller), yoğunlaştırılmış termal güneş enerjisi santralleri ve güneş kuleleri şeklinde olmaktadır. Güneş pilleri yarıiletken malzemelerdir. Bunlar güney ışınlarından gelen enerjisi doğrudan elektriğe çevirirler. En önemli dezavantaj yüksek maliyetidir. Bunun nedeni ise silisyum kristali ve ince film teknolojisiyle üretimlerinin gerçekleşmesidir. Yoğunlaştırılmış termal güneş enerjisi santrallerinde ısı doğrudan kullanılabilmesi gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir. CSP santralleri, değişik ayna konumları kullanmak sureti ile güneşin enerjisini yüksek sıcaklıklı ısıya dönüştürerek elektrik üretir. İstenen güçte kurulabilmeleri nedeniyle genellikle sinyalizasyon, kırsal elektrik ihtiyacının karşılanması gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Güneş kulelerindeki sistemde kule tipi yoğunlaştırıcılarda çok büyük elektrik güçleri sağlanabilir. Büyük bir tarla içine yerleştirilmiş güneşe göre ayarlanabilen çok sayıdaki yansıtıcı, kule üzerine yerleştirilmiş alıcıya güneş ışınlarını gönderir. Bu güneş ışınlarının

300 ila 2000 defa yoğunlaştırılmasını sağlayan bir sistemdir. Bunun sonucunda alıcıda elde edilen kızgın buhar türbinde elektrik enerjisine dönüştürölür. Diğer yoğunlaştırıcı sistemlere göre; her bir yansıtıcının bağımsız hareket imkânına sahip olması ve büyük boyutlardaki toplayıcılara göre daha az rüzgâr yüküne maruz kalması gibi üstünlükleri vardır. [10]



Şekil.1. Güneş Pili (Fotovoltaik)

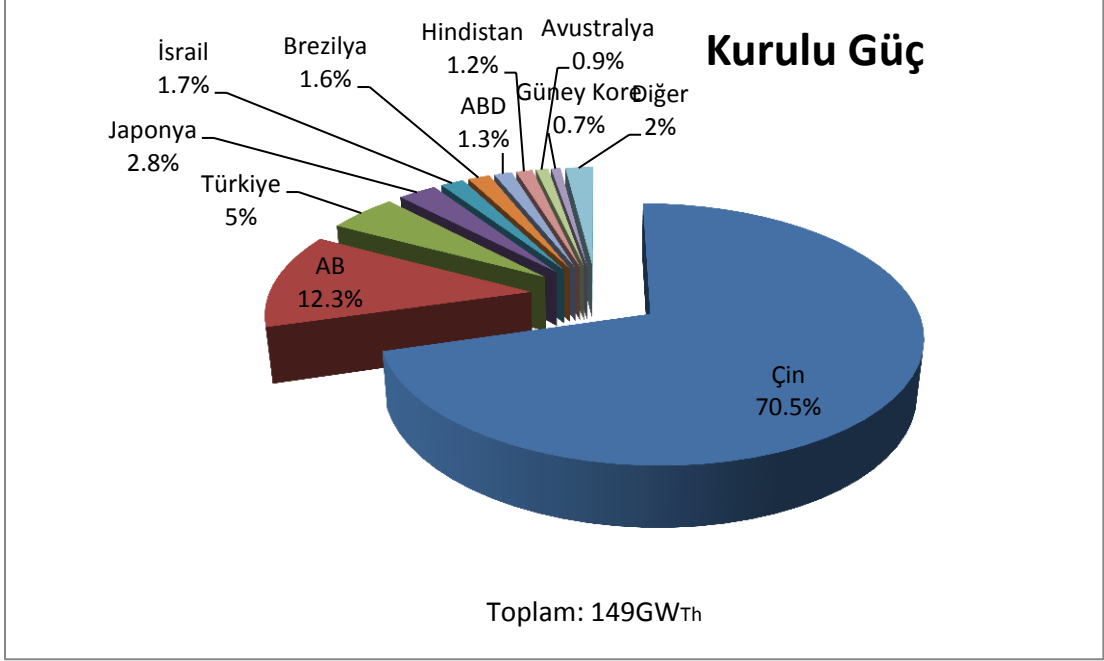


Şekil.2. Güneş Tarlası (CSP)

2. Dünya’da Güneş Enerjisi

1. Güneş Enerjisi ile Isınma

Güneş enerjisinin ısınma amaçlı kullanılması daha çok su ısıtma şeklinde olmaktadır. Bu alanda dünyada ileri gelen ölkeler Çin, Türkiye, Almanya ve Hindistan’dır. 2008 yılı sonunda kurulu olan toplam güç 149 GW_{Th}’dir.



Şekil.3. Güneş Enerjisi ile Isınmada Toplam Kurulu Gücün Ülkelere Göre Dağılımı

2009 yılında kapasite %21'lik bir artışla 180 GW_{Th} olmuştur. Çin bu alanda tek başına %34'lük artışla 29 GW_{Th} eklemiştir. Bu da küresel pazarın %80'inden daha fazla bir orana sahiptir. Dünya pazarında geri kalan kısmın büyük çoğunluğu Avrupa Birliği ülkeleri tarafından sağlanmaktadır. Çoğunluğu Almanya olmak üzere yaklaşık 18 GW_{Th} bir kapasiteye sahip olan Avrupa ülkelerini 7.5 GW_{Th} ile Türkiye izlemektedir. Fakat Türkiye'de son yıllarda bu ısınma ve ısıtma yönteminden devletin desteğini çekmesi ve alternatif ısınma kaynakları kullanılmasıyla pazarda bir daralma görülmektedir. Türkiye'yi sırasıyla Japonya, İsrail, Brezilya, ABD, Hindistan gibi ülkeler izlemektedir.

2. Güneş Pilleri

Fotovoltaik güneş enerjisi kullanımı dünyada en hızlı gelişen enerji üretim yöntemi olarak dikkat çekmektedir. Dünya üzerinde 100 'den fazla ülke bu yöntemler elektrik üretimi yapmaktadır. Sadece 2004 yılından sonraki 5 yıllık sürede bu alandaki büyüme yıllık %55'in üzerinde gerçekleşmiştir. 2010 yılında kurulan kapasite dünyada 37 GW' ı aşmıştır. 2011 yılında ise büyük artış gösteren Dünya kapasite kurulum miktarı yaklaşık 67 GW' a ulaşmıştır.

İspanya ve Almanya'da PV sistemle elektrik üretimine yapılan katkı ortalama %2'nin üzerinde gerçekleşmiştir. Ancak bu oranlar coğrafi koşulların uygunluğu ve devletlerin gösterdiği desteklerle artabilmektedir. Almanya dünyanın en büyük fotovoltaik pazarına sahip ülke olarak liderliğini sürdürmektedir. 2010 yılına kadar Almanya'da PV sistemle enerji üretimi yaklaşık 15 GWh seviyesine ulaşmıştır ve bu miktar 2 standart büyüklükteki nükleer enerji santralinin kapasitesine eşittir.

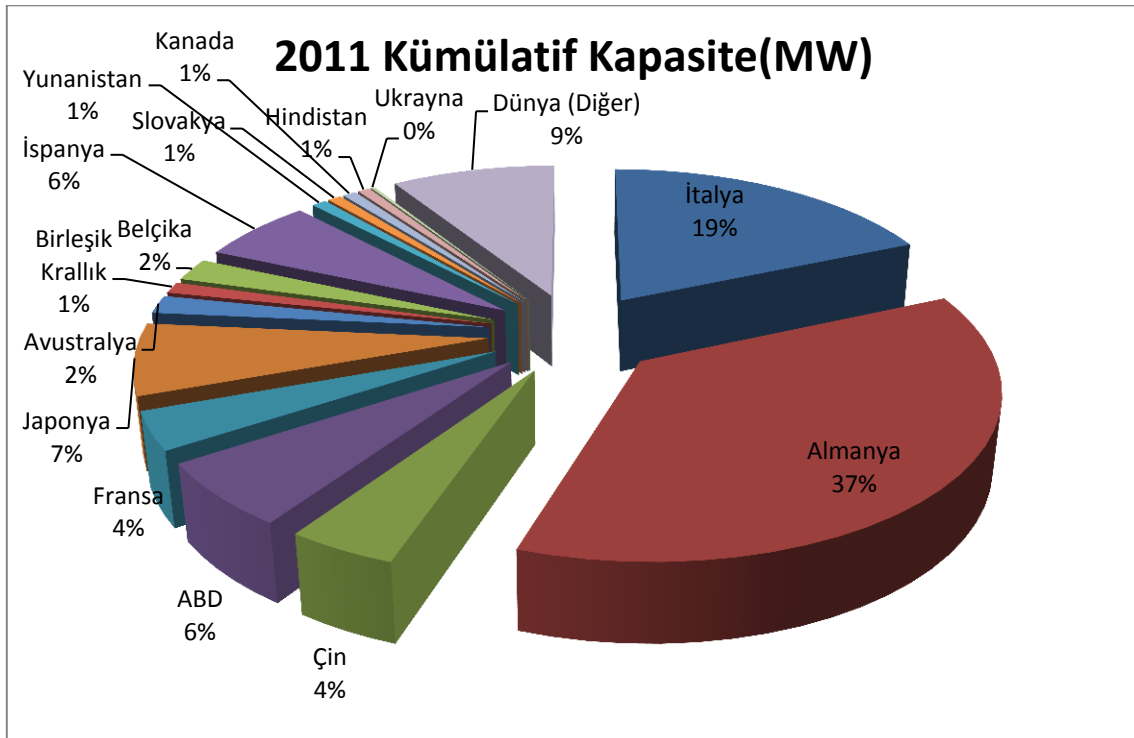
İtalya'da da fotovoltaik sistemler konusunda aşama kaydeden ülkeler arasında yer almaktadır. 2009 yılında 711 MW olan kurulu kapasite 2010 yılından itibaren 3,5GW'ı aşmıştır ve 2010 ortalarında yürürlüğe giren yeni enerji kanunu ile İtalya' da önemli gelişmeler yaşanması beklenmektedir.

Çek Cumhuriyeti 'de 2009 yılında 411 MW lık kurulu kapasitesiyle ilk 10 ülke arasında yer almıştır. Belçika da 292 MW Kurulu enerji üretimiyle dikkat çeken bir diğer ülke konumundadır.

Avrupa dışına baktığımızda ise Japonya 2009 yılındaki 484 MW lık kurulu kapasitesiyle dünya pazarında 3. sırada yer almaktadır ve bu sektörün, sahip olduğu devlet desteği sayesinde gelecekte daha da fazla büyüyeceği öngörülmektedir. ABD' de 2009 yılındaki 475 MW lık kapasitesi ile geleceğin potansiyel liderleri arasında yer almaktadır. Gelecek 5 yıllık sürede Çin ve Hindistan'ın fotovoltaik yatırımlar konusunda patlama yapması beklenmektedir. Bu ülkelerin sahip oldukları yüksek pazar potansiyelleriyle geleceğin büyük yatırımlarında söz sahibi olması beklenmektedir. Kanada ve Avustralya yaptıkları yatırımlarla yeni pazarlar açılmasında öncü rol oynamaktadır. Brezilya, Güney Afrika, Meksika, Fas, Tayvan, Tayland gelecekte fotovoltaik enerji yatırımlarında umut vadeden ülkelerdendir. [3]

Tablo.1. 2011 yılı Dünya Fotovoltaik Kurulu Güç Kapasitesi [3]

Ülke	2011'de Ekelenen yeni Kapasite(MW)	2011 Kümülatif Kapasite(MW)
İtalya	9000	12500
Almanya	7500	24700
Çin	2000	2900
ABD	1600	4200
Fransa	1500	2500
Japonya	1100	4700
Avustralya	700	1200
Birleşik Krallık	700	750
Belçika	550	1500
İspanya	400	4200
Yunanistan	350	550
Slovakya	350	500
Kanada	300	500
Hindistan	300	450
Ukrayna	140	140
Dünya (Diğer)	1160	6060
TOPLAM	27650	67350



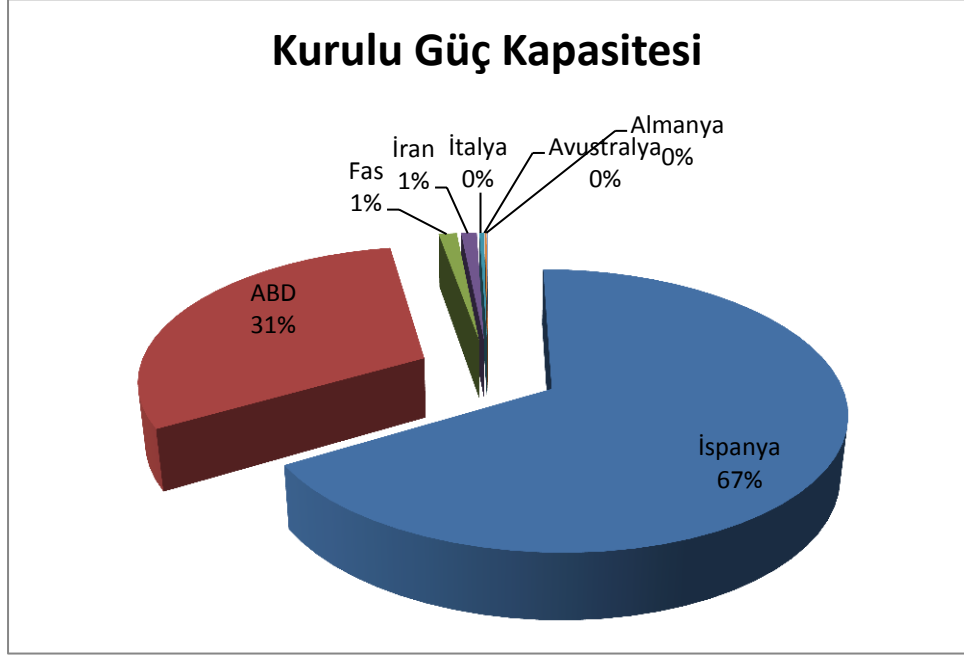
Şekil.4. 2011 yılı Dünya Fotovoltaik Kurulu Güç Kapasitesi

3. Yoğunlaştırılmış Termal Güneş Enerjisi Santralleri

1990'ların başında güneş enerjisindeki marketin genişlemesi, yoğunlaştırılmış termal güneş enerjisi yatırımlarına olan ilgiyi de arttırmış ve 2005'te yatırımlara başlanmıştır. Dünyadaki kapasite artışı 2005 yılından 2009 yılına kadar %70' ten fazla olmuştur. Bunun tamamı Amerika Birleşik Devletleri ve İspanya'ya aittir. 2005 yılında tamamı ABD'de kurulu olan 354MW'lık kapasite 2009 yılında 610MW 2010 Mart ayında ise 662MW olmuştur. Var olan kurulu gücün yaklaşık %65'i ABD'de olsa da, İspanya'daki market son yıllarda büyük bir gelişme göstermiştir. İspanya'nın 2009 yılından 2010 yılına kadar kapasitesini 220MW kurulu güçle 231MW çıkarırken, ABD bu süre zarfı içerisinde kapasitesini sadece 7MW arttırarak 431MW'a çıkarmıştır. 2011 yılında ise İspanya'nın dünya pazarındaki yerini iyice sağlamlaştırdığı görülmektedir. 2011 yılı verilerine göre İspanya'da kurulu güç kapasitesi 1099.4 MW iken Amerika'da 507.5 MW'ta kalmıştır. Yoğunlaştırılmış termal güneş enerjisi yeni ülkelerde de rağbet görmektedir. Yine 2011 verilerine dünya pazarına Fas dünya pazarına 20MW'lık bir kurulu güç kapasitesi ile giriş yapmıştır. Onu 17.25MW ile İran, 5MW ile İtalya, 2 MW ile Avustralya ve 1.5 MW ile Almaya izlemektedir. İspanya 2011 yılında dünya pazarında liderliği ele geçirmiş olsa da ABD'de 2014 yılı sonuna kadar ise 8GW'lık bir kapasite artışı daha görüleceği beklenmektedir. Fransa, Almanya ve İtalya'daki yatırımların 200MW, Abu-Dabi'de 200MW, Kuzey Afrika için ise 2020 yılında tamamlanmak üzere 1GW'lık, Fas ve Çin için ise 2GW'lık bir kapasite planlanmıştır. [6]

Tablo. 2. Kurulu CSP Güç Kapasitesinin Ülkelere Göre Dağılımı [6]

Ülke	Kurulu Güç Kapasitesi (MW)
İspanya	1099.4
ABD	507.5
Fas	20
İran	17.25
İtalya	5
Avustralya	2
Almanya	1.5
TOPLAM	1652.65



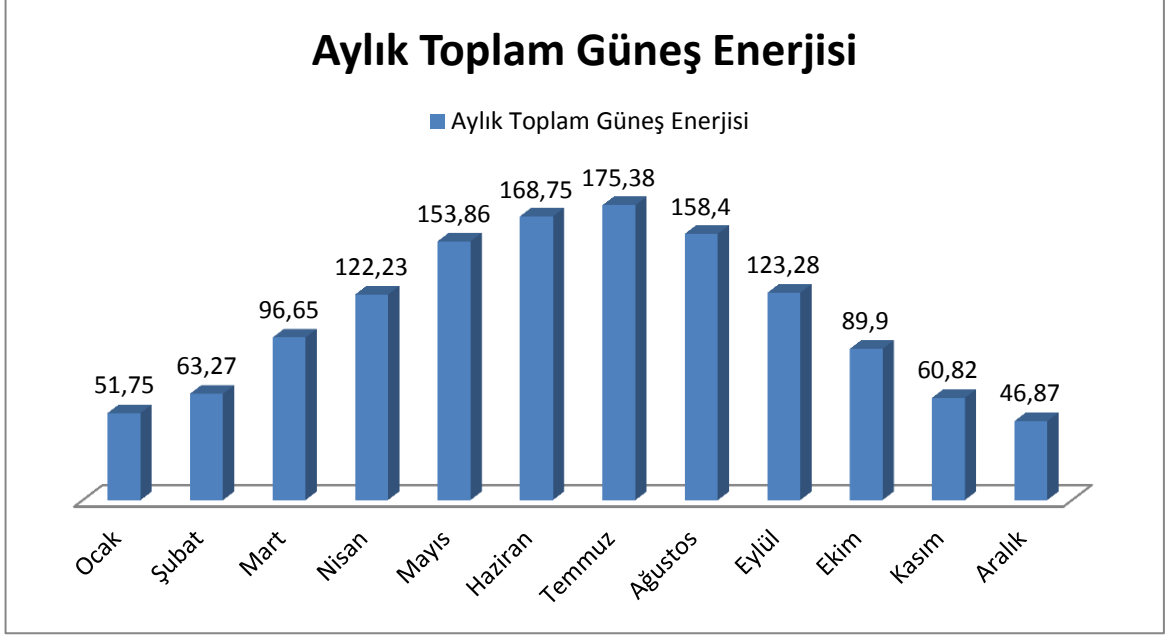
Şekil.5. Kurulu CSP Güç Kapasitesinin Ülkelere Göre Dağılımı

3. Türkiye’de Güneş Enerjisi

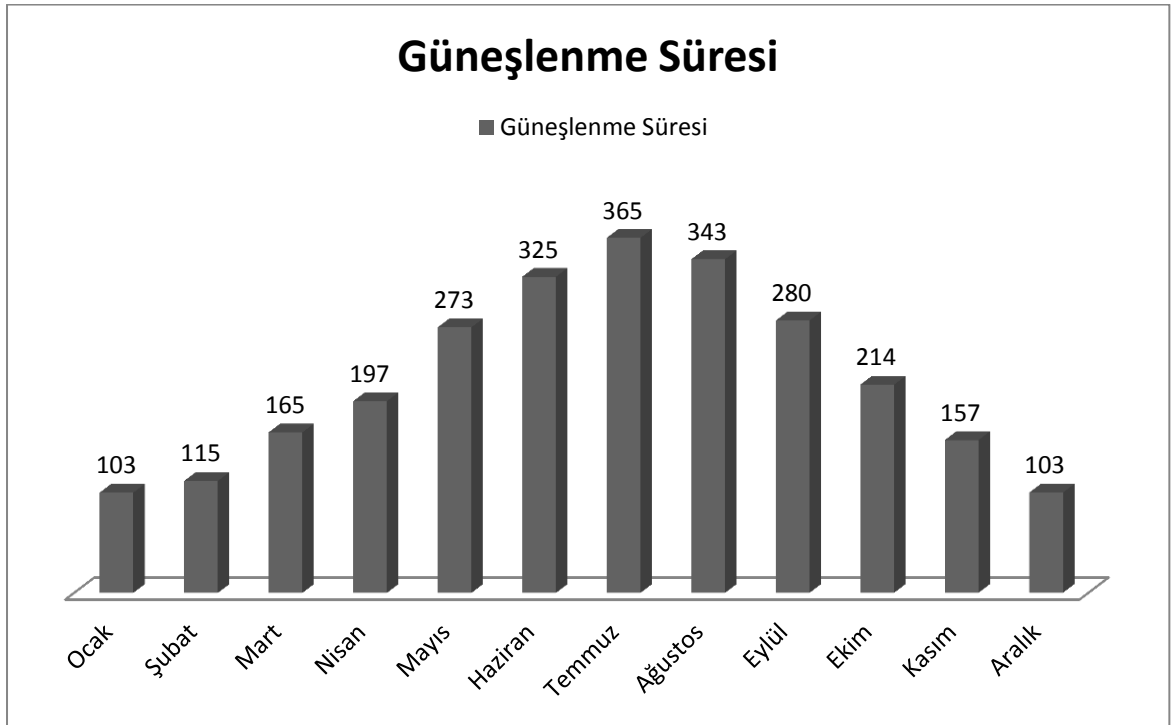
Türkiye, matematiksel coğrafi konumu nedeniyle güneş enerjisi potansiyeli yüksek ülkelerden biridir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi’nin, Devlet Meteoroloji İşleri genel Müdürlüğü’nün 1966-1982 yılları arasındaki verilerine dayanarak yaptığı çalışmalarda Türkiye’nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat toplam ışınım şiddeti ise 1311.16 kWh/m²-yıl olarak belirlenmiştir. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası ve CSP teknolojisi yardımı ile yapılan hesaplamalarda Türkiye’nin 380 milyar kWh/yıl enerji üretebilme potansiyelinin olduğu hesaplanmıştır. [1]

Tablo.3. Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli [1]

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi		Güneşlenme Süresi
	kcal/cm ² -ay	kWh/m ² -ay	(Saat/ay)
Ocak	4.45	51.75	103.0
Şubat	5.44	63.27	115.0
Mart	8.31	96.65	165.0
Nisan	10.51	122.23	197.0
Mayıs	13.23	153.86	273.0
Haziran	14.51	168.75	325.0
Temmuz	15.08	175.38	365.0
Ağustos	13.62	158.40	343.0
Eylül	10.60	123.28	280.0
Ekim	7.73	89.90	214.0
Kasım	5.23	60.82	157.0
Aralık	4.03	46.87	103.0
TOPLAM	112.74	1311.16	2640.0
ORTALAMA	308,0 cal/cm²-gün	3,6 kWh/m²-gün	7,2 saat/gün



Şekil.6. Aylık Işınım Şiddeti

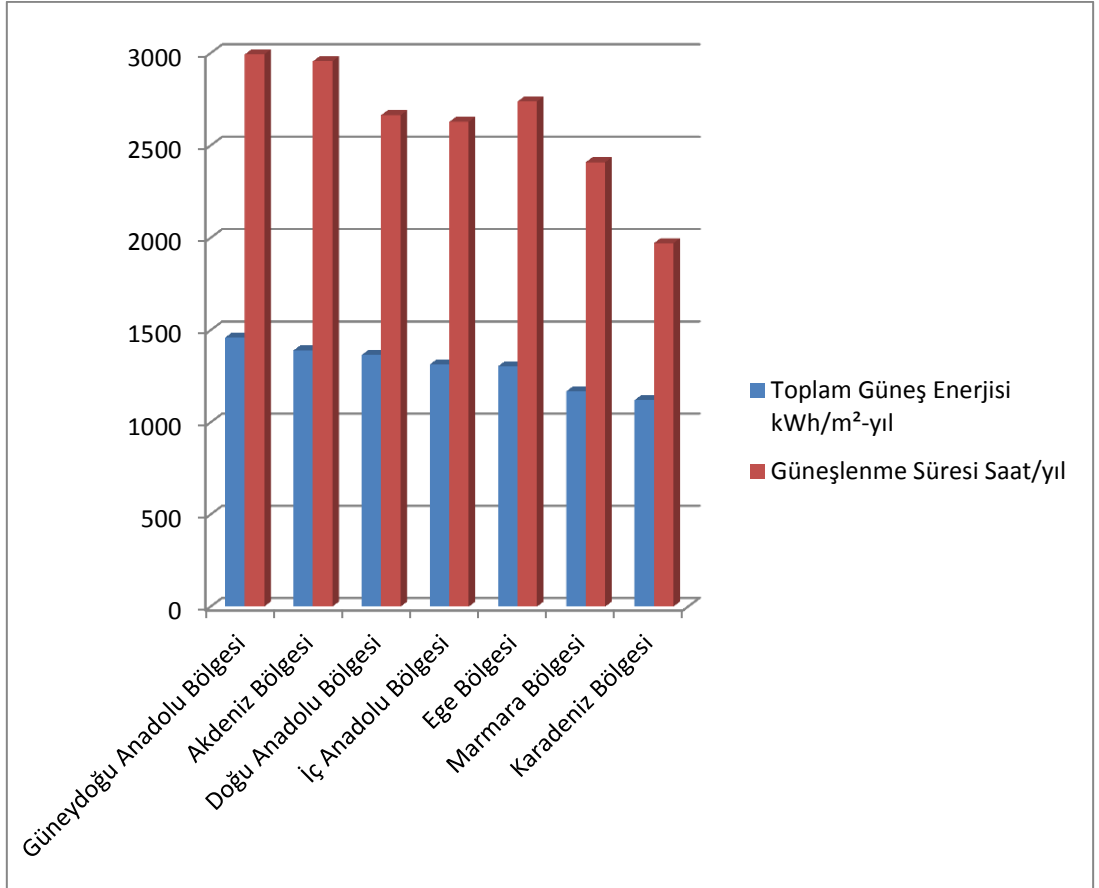


Şekil.7. Güneşlenme Süresi

Global Radyasyon Değerleri ve Güneşlenme Süresi ile ilgili tablo ve grafikler incelendiğinde en yüksek veriler temmuz ayında görülürken en düşük verilerin aralık ayında görülmektedir. 2640 saatlik güneşlenme süresi ve 1311.16 kWh/m²-yıllık global radyasyon değerleriyle Türkiye, güneş enerjisi öngören yatırımlar için ideal bir ülkedir.

Tablo.4. Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı [1]

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



Şekil.8. Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı

Türkiye’de güneşlenme süresi ve global radyasyon değerleri için en yüksek veriler Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ne aittir. Onu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Ege Bölgesi ise global radyasyon değerlerinde 5. iken güneşlenme süresinde ise 3. sıradadır. Ege Bölgesi bu özelliğiyle güneş enerjisi yatırımcıları için Türkiye’nin cazip bölgelerinden birisidir. Enerji amaçlı güneş enerjisi ölçüm çalışmalarının sonuçlanmasıyla birlikte bu verilerin değişebileceği ve %20-25 oranında bir artış gözlemlenecektir. Bu da güneş enerjisine dayalı yatırımların kapasitesinin genişlemesine etkiye bulunacak, yatırımcılar daha güvenilir verilerle hareket edebileceklerdir. [1]

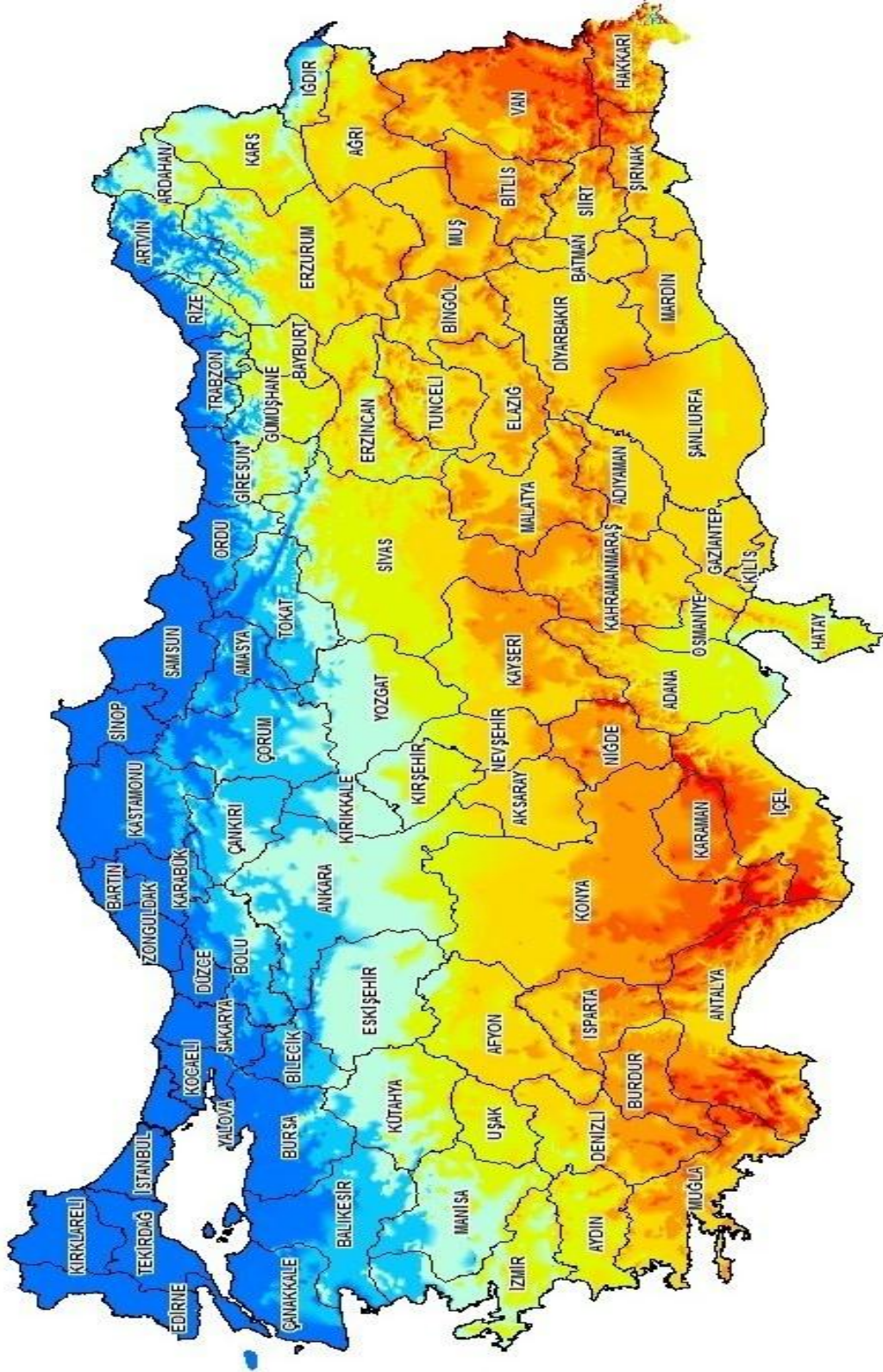
Türkiye’de güneş enerjisinden yararlanma daha çok güneş kolektörleri vasıtasıyla sıcak su elde etmek için kullanılmaktadır. Türkiye’de kurulu olan güneş kolektörü miktarı yaklaşık 12 milyon m²’dir. Teknik güneş enerjisi potansiyeli 76 TEP (884 MWh) olup, yıllık üretim hacmi 750.000 m²’dir. Güneş enerjisinden ısı enerjisi yıllık üretimi 432.000 TEP (5000GWh) ‘tır. Türkiye bu alanda Çin’den sonra 2. sıradadır. Bunun 130.000 TEP’i sanayi tüketimi için, 302.000 TEP’i ise diğer sektörler için gerçekleşmektedir. [8]

Türkiye’nin güneş enerjisinden yararlanmada fotovoltaik pillerle 5MW’lık bir kurulu güç kapasitesi öngörülmektedir. Fakat Türkiye 1.5MW’lık bir kapasiteyi kullanmaktadır. Bu uygulamalarda Türk Telekom 500kW ilk sırada yer almaktadır. Onu 94kW ile Muğla Üniversitesi takip etmektedir. Muğla Üniversitesi’nin bu konudaki araştırma ve geliştirme çalışmalarına büyük önem vermektedir. Kurulu güç anlamında Muğla Üniversitesi’ni takip eden ise diğer bir üniversite olan Ege Üniversitesi’dir. Ayrıca Türkiye’de birçok firmanın küçük ölçekli işletmeleri mevcuttur. Bu uygulamaların çoğu daha çok trafikte kullanılan işaretler ve trafik lambaları içindir. [2]

Türkiye’de bir güneş enerjisi termik santrali henüz bulunmamaktadır. Bu alandaki devlet teşvikleri üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Son olarak bu alandaki yatırımların farkındalığını arttırmak amacıyla Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) çalışmaları EİE tarafından yapılmış, bunun yanı sıra Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı güneş enerjisi termik santrallerinin bağlanabileceği trafo merkezlerinin bağlanabilir kapasitelerini belirlemiştir. Bu çalışma sonucunda Türkiye’de 31.12.2013 yılına kadar 600MW’lık bir kurulu güç kapasitesi belirlenmiştir. [8]

Toplam Güneş
Radyasyonu

KWh/m²-yıl



Şekil.9. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA)

Tablo.5. Bölge ve Trafo Merkezleri Bazında Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretim Tesisi Bağlanabilir Kapasiteleri [8]

Bölge No	Trafo Merkezleri	Kapasite (MW)
1 Konya	Akşehir, Alibeyhöyüğü, Beyşehir, Çumra, Konya-3, Konya-4, Ladik, Seydişehir	46
2 Konya	Altinekin, Ereğli, Güneysınır, Karapınar, Kızören	46
3 Van, Ağrı	Başkale 380, Engil, Erciş, Van, Van 380	77
4 Antalya	Akorsan, Finike, Kaş, Kemer, Korkuteli, Serbest Bölge	29
5 Antalya	Akseki, Alanya 1, Alanya 2, Alara, Gazipaşa, Gündoğdu, Serik, Varsak	29
6 Karaman	Ermenek, Karaman, Karaman OSB	38
7 Mersin	Akbelen, Anamur, Erdemli, Gezende HES, Mersin 2, Mersin 380, Taşucu	35
8 Kahramanmaraş, Adıyaman	Adıyaman Gölbaşı, Andırın, Çağlayan Havza, Doğanköy, Göksun, Kahramanmaraş, Kılavuzlu, Narlı, Sır	27
9 Burdur	Bucak, Burdur, Tefenni	26
10 Niğde, Nevşehir, Aksaray	Bor, Derinkuyu, Misliova, Niğde	26
11 Kayseri	Çinkur, Kayseri Kapasitör, Pınarbaşı, Sediremeke, Taksan, Yeşilhisar	25
12 Malatya Adıyaman	Adıyaman, Darende, Hasançelebi, Malatya 1, Malatya 2, Malorsa	22
13 Hakkari	Bağışlı, Hakkari	21
14 Aydın Muğla	Bozdoğan, Dalaman, Datça, Fethiye, Marmaris, Muğla, Yatağan, Yeniköy	20
15 Isparta, Afyon	Barla, Eğirdir, Isparta, Keçiborlu, Kovada 2, Kuleönü, Şarkikaraağaç	18
16 Denizli	Acıpayam, Bozkurt, Tavas	18
17 Bitlis	Adilcevaz, Tatvan	16
18 Bingöl, Tunceli	Bingöl, Özlüce HES, Pülümür, Tunceli	11
19 Şırnak	PS-3, Şırnak, Uludere	11
20 Adana, Osmaniye	Bahçe, Karaisalı, Osmaniye, Toroslar	9
21 Muş	Muş	9
22 Siirt, Batman, Mardin	Kızıltepe, Mardin, Siirt 380, Siirt Çim, Siirt TM	9
23 Sivas	Kangal	9
24 Elazığ	Elazığ 2, Hankendi, Hazar 1, Hazar 2, Maden	8
25 Şanlıurfa, Diyarbakır	Siverek	7
26 Erzurum	Erzurum-1, Erzurum-2, Hınıs	5
27 Erzincan	Erzincan, Erzincan-OSB	3



Şekil.8. Yatay Yüzeyle Gelen Toplam Güneş Radyasyon Değeri 1650 kWh/m²-yıl'dan Büyük Olan Alanlar [8]

Belirlenen trafo merkezleri ve bunların civarındaki arazileri gösteren harita incelendiğinde güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisi kurmak kapsamında başvuru yapılabilecek yatırım sahalarının güneş radyasyon değerinin 1650 kWh/m²-yıl'dan büyük olması gerektiği görülmektedir. Yatırım yapacak olan firmalar veya kurumlar belirledikleri sahalarda kanun gereği en az bir yıl ölçüm yapmak zorundadırlar. Yeni düzenlemelerle bu sürenin 3 aya kadar inebileceği belirtilmektedir.

Devlet teşvikleriyle ilgili çalışmalar da sürmektedir. Son yapılan düzenlemelere göre devlet fiyat alım garantisiyle üretilen elektriğe kilowatt-saat başına 13.3 dolar/cent üzerinden alım garantisi vermektedir. Ayrıca 2008'de çıkan yenilenebilir enerji kanununda da belirtildiği üzere güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisi kapsamındaki yatırımlarda orman vasfı olan, hazinenin özel mülkiyetinde olan veya devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan taşınmazlar Çevre ve Orman Bakanlığı veya Maliye Bakanlığı tarafından bedeli karşılığında izin verilir, kiralanır, irtifak hakkı tesis edilir veya kullanımına izin verilir. Bu desteklerin dışında devlet, yatırımda kullanılacak yapı malzemelerinin üretimi için de teşvik destekleri sunmaktadır. [7]

Tablo.6. Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi için Devlet Destekleri [9]

Destek Türü	Destek İçeriği
Alım Garantisi	13.3 dolar cent /kWh
Arazi Kullanımı	Orman vasıflı olan veya hazine arazileri için izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma için bedellerine % 85 indirim uygulanır.
Destek Süresi	En fazla 10 yıl

Tablo.7. Tipine Göre Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi için Devlet Destekleri[7]

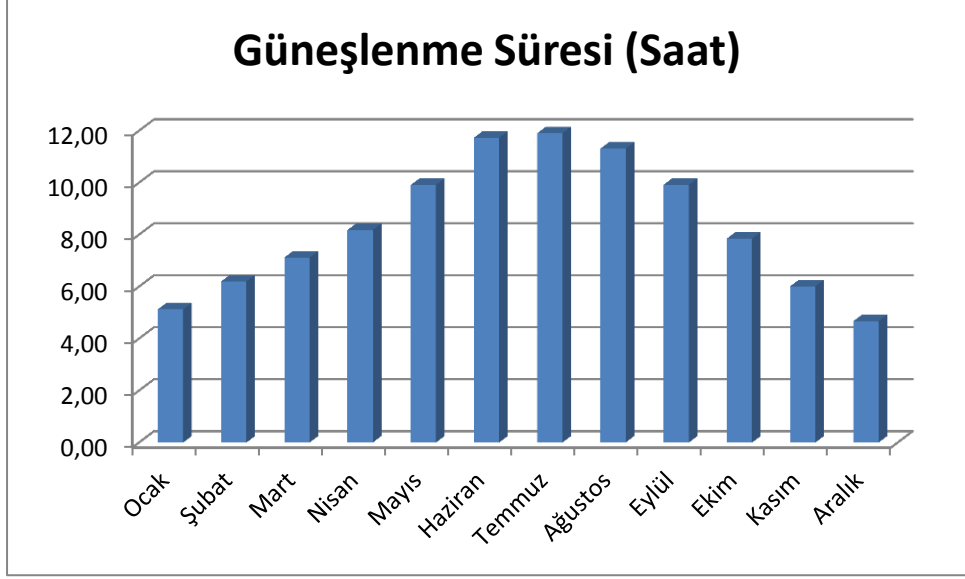
Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)
Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0.8
	PV modülleri	1.3
	PV modülünü oluşturan hücreler	3.5
	İnvertör	0.6
	PV modülü üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme	0.5
Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	Radyasyon toplama tüpü	2.4
	Yansıtıcı yüzey levhası	0.6
	Güneş takip sistemi	0.6
	Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1.3
	Kulede güneş ışınını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2.4
	Stirling motoru	1.3
	Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0.6

4. Muğla'da Güneş Enerjisi

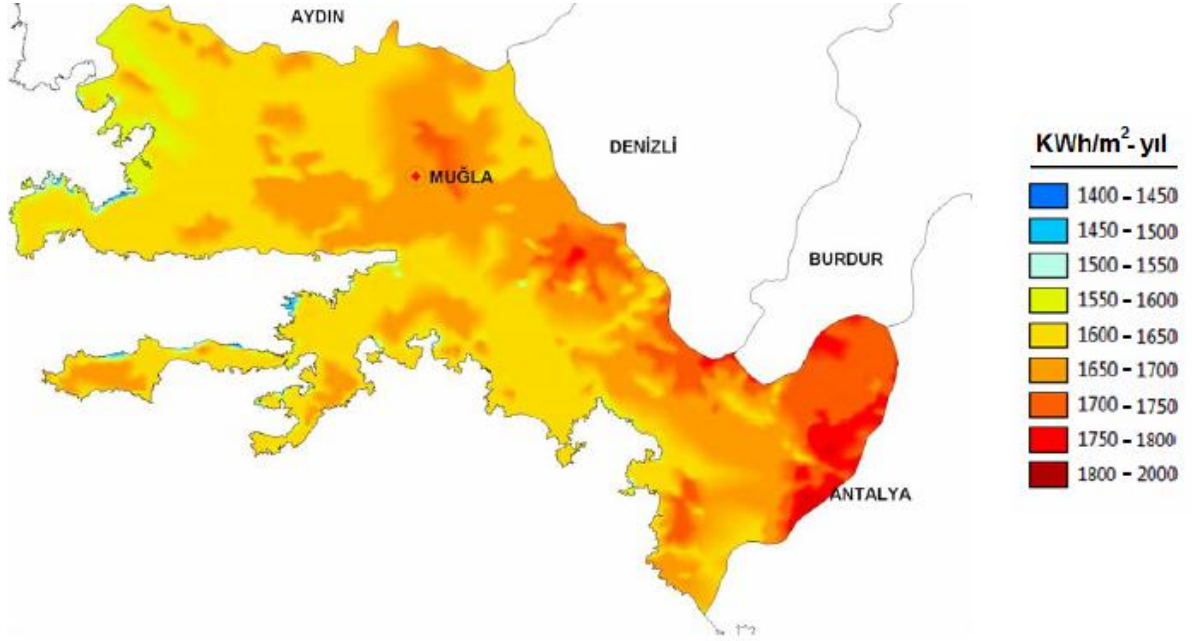
Muğla İli Türkiye'nin güneybatısında yer alması ve güneş alma potansiyeliyle güneş enerjisine dayalı yatırımlara elverişli bir ildir. İl genelinde yıllık ortalama 3043 saatlik güneşlenme süresi 2640 saatlik Türkiye ortalamasının üzerindedir. 1621 kWh/m²-yıl ile küresel radyasyon değeri de Türkiye'nin 1311.16 kWh/m²-yıl değerinin yine oldukça üzerindedir. Bu veriler Muğla'nın güneş enerjisi potansiyelini ortaya koymak açısından önemlidir. Muğla İli için 20MW'lık bir kapasite ve 7 trafo merkezinin belirlenmiştir. 20MW'lık kapasitenin tamamının kullanılması halinde 50 milyon USD'lik bir yatırım öngörülmektedir. Güneş enerjisinde marjinal maliyetin kapasite arttıkça azalması yatırımcıları kapasitenin tamamını ya da büyük bir kısmını kullanmaya yöneltmektedir.

Tablo.8. Aylara Göre Güneşlenme Süresi [1]

Ay	Güneşlenme Süresi (Saat)
Ocak	5.13
Şubat	6.20
Mart	7.12
Nisan	8.18
Mayıs	9.91
Haziran	11.73
Temmuz	11.90
Ağustos	11.31
Eylül	9.92
Ekim	7.85
Kasım	6.01
Aralık	4.67



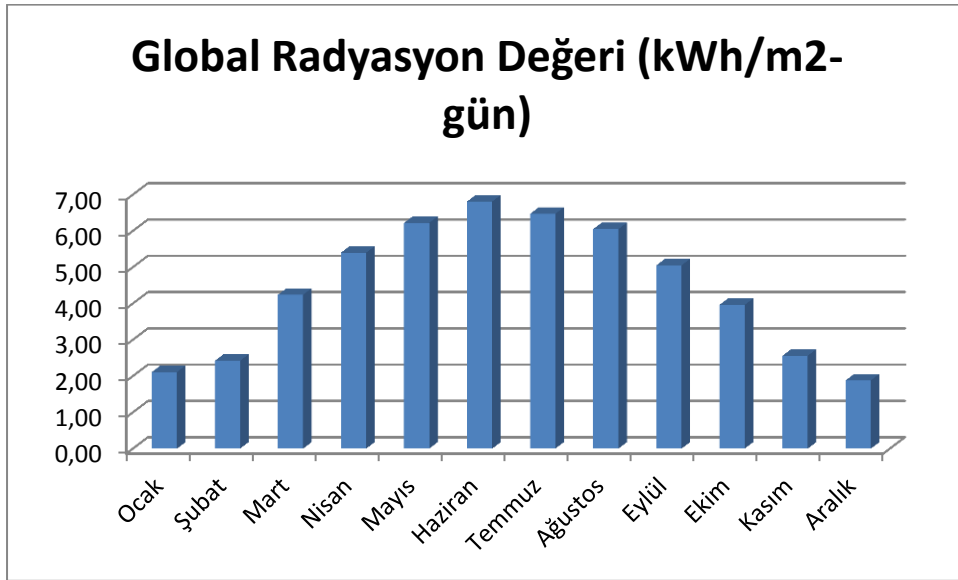
Tablo.9. Muğla İli Aylara Göre Güneşlenme Süresi



Şekil.9. Muğla İli Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası[1]

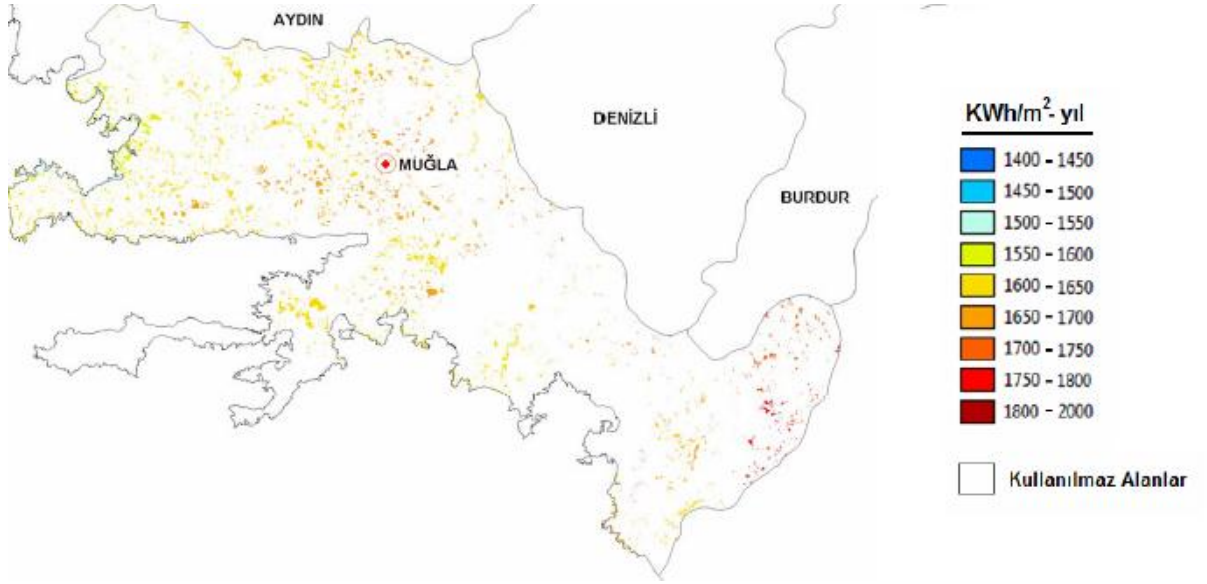
Tablo.10. Muğla İli Aylara Göre Global Radyasyon Değerleri[1]

Ay	Güneşlenme Süresi (Saat)
Ocak	2.11
Şubat	2.42
Mart	4.24
Nisan	5.40
Mayıs	6.22
Haziran	6.81
Temmuz	6.47
Ağustos	6.05
Eylül	5.05
Ekim	3.96
Kasım	2.56
Aralık	1.88



Şekil.10. Muğla İli Aylara Göre Global Radyasyon Değerleri

Muğla İli'nde en yüksek güneşlenme süresi temmuz ayında görülürken en düşük seviye aralık ayında görülmektedir. Global radyasyon değerleri de güneşlenme süresindeki dalgalanmalarla paralellik göstermektedir.



Şekil.11. Muğla İli Güneş Termik Santrali Kurulamaz Alanlar[1]

Güneş Termik Santrali'nin kurulabilmesi için gerekli kriterlerin sağlanması gerekmektedir. Bu kriterler güneş termik santrali kurulacak sahanın belirlenmesinde büyük bir önem arz etmektedir. Kriterleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- Arazi eğimi 3 dereceden küçük olmalıdır.
- Yerleşim alanları ile 500m emniyet şeridi dışındaki alanlarda olmalıdır.
- Kara ve demir yolları ile 100m emniyet şeridi dışındaki alanlarda olmalıdır.
- Havalalanları ile 3km emniyet şeridi dışındaki alanlarda olmalıdır.
- Çevre Koruma, Milli Parklar ve Tabiat Alanları ile 500 m emniyet şeridi dışındaki alanlarda olmalıdır.
- Göller, nehirler, baraj gölleri ile sulak alanlar olmamalıdır.
- Koru Ormanları, Ağaçlandırma Alanları, Özel Ormanlar, Fidanlıklar, Sazlık ve Bataklıklar, Muhafaza Ormanları ve Arboratum olmamalıdır.
- Yatırım maliyetleri açısından trafo merkezlerinin 10-15km yarıçapındaki dairesel alanlarının içinde olmalıdır.
- Arazide gölgeye sebep verecek yükselti ve çukur bulunmamalıdır.
- Yükseklik 1300-1400m'yi geçmemelidir.
- Arazi üzerine denk gelen maden ruhsatı veya jeotermal ruhsatı bulunmamalıdır.[1]

1. Muğla İli'ndeki Uygulamalar

1996 yılından bu yana faaliyet gösteren Muğla Üniversitesi Temiz Enerji Kaynakları Araştırma ve Geliştirme Merkezi güneş enerjisi alanında birçok başarılı uygulamaya imza atmıştır. Binaya entegre fotovoltaik uygulamanın Türkiye'deki ilk örneği, Muğla Üniversitesi öğrenci kafeteryasının çatısına kurulumu yapıp 2003 yılında devreye giren ve 25.6kWp'lık güce sahip sitemdir. Bu sistemle yıllık ortalama 35000kWh elektrik üretilmektedir. Türkiye'de binaya entegre fotovoltaik sitemin en büyük örneği Muğla Üniversitesi Rektörlük Binası'nda uygulanmıştır. 2008 yılından beri faaliyette olan bu sistem ile yıllık ortalama 48000kWh enerji üretimi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca üniversite kampüsünün çeşitli yerlerindeki aydınlatma sistemleri de güneş enerjisi ile çalışmaktadır. DPT Muğla Üniversitesi ortaklığında kurulan yıllık 300 m³ kereste kurutma kapasite sitemine sahip tesis de başarılı uygulamalar arasında ön plana çıkmaktadır.



Şekil.12. Muğla Üniversitesi

Muğla Belediyesi şehrin sahip olduğu güneş enerjisi potansiyelini, hazırladığı çeşitli projelerle değerlendirmektedir. Çalışmalar belediye binasının dış aydınlatma sistemiyle başlayan Muğla Belediyesi çalışmalarına İsveç'in Malmö Belediyesi ile ortaklaşa yaptığı güneş evi projesi ile devam etmiştir. Muğla Belediyesi'nin son çalışmalarından birisi ise 8000 konutun enerji ihtiyacını karşılayacak kapasitede bir güneş tarlası kurulumuna yöneliktir. T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansının(GEKA) 2010 yılı iktisadi kalkınma mali destek

programı kapsamında Muğla Belediyesi hazırladığı projeye, kendisine ait mezbahada 100kW'lık kapasiteye sahip güneş enerjisi sistemi ile yıllık 210000 kWh elektrik tüketimi olan tesisin, 160000 kWh saatini güneş enerjisi yoluyla karşılayacaktır. [5]



Şekil.13. Muğla Belediyesi Güneş Evi

2. Neden Muğla'da Güneş Enerjisi Yatırımı Yapılmalı?

- Muğla yıllık 3043 saatlik güneşlenme süresi ve 1621 kWh/m²-yıl'lık global radyasyon değeri ile Türkiye ortalamasının üzerindedir.
- Muğla için T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın belirlediği 20MW'lık kapasitenin yakın zamanda artacağı öngörülmektedir bu nedenle Muğla gelecekte yapılacak güneş enerjisi yatırımları için ön plandadır.
- Muğla sahip olduğu 7 trafo merkezi ile yapılacak güneş enerjisi yatırımlarında arazi yelpazesinin geniş olmasını sağlamaktadır.
- Sahip olduğu coğrafi konum ve arazi yapısı ile Muğla büyük kapasiteli güneş enerjisi yatırımlarına uygunluğu ile dikkat çekmektedir.
- Muğla ve çevresi sahip olduğu turizm potansiyeli ile yapılan yatırımların ulusal ve uluslararası arenada tanıtımına büyük katkı sağlamaktadır.
- Doğa ve çevre koruma bilincinin üst düzeyde olduğu bir şehir olan Muğla'da kamu kurumları, sivil toplum kuruluşları ve yöre halkı, yenilenebilir enerji yatırımlarına sıcak bakmaktadır.
- Yerleşim yerlerine olan ulaşım ağının gelişmiş olması ve güneş enerjisi yatırımına uygun arazilere ulaşımın kolaylığı yatırım maliyetlerini azaltmaktadır.

- Termik santraller ve etkilerinden yıllarca mustarip olan Muğla ve çevresinin temiz enerji yatırımlarına olan ihtiyacı gün geçtikçe artmaktadır.
- Mevcut zamana kadar Muğla ve çevresinde gerçekleştirilen başarılı güneş enerjisi projeleri ve yatırımları gelecek için umut vadetmektedir.
- Güney Ege Kalkınma Ajansı Muğla Yatırım Destek Ofisi uzmanları Muğla'ya güneş enerjisi yapmayı düşünen firmalara bölge ile ilgili olarak destek sağlamaktadır.

3. Muğla İli'nde Uygun Olabilecek Araziler



Şekil.14. Milas



Şekil.15. Datça



Şekil.16. Marmaris



Şekil.17. İkizce Köyü Mevkii



Şekil.18. Akkaya Köyü Mevkii

5. Kaynakça

- [1] Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Resmi Web Sitesi. *Güneş Enerjisi Çalışmaları*. 23 Ocak 2012. http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/gunes_index.html
- [2] Elektrik Mühendisleri Odası Resmi Sitesi. *Güneş Enerjisiyle Elektrik Üretmek*. 2 Şubat 2012. http://www.emo.org.tr/ekler/9f2051206250683_ek.pdf?dergi=5
- [3] EPIA. (2011). *Market Report 2011*. 22 Ocak 2012. <http://www.epia.org/>
- [4] GENSED. (2011). *Güneş Enerjisinin Önemi ve GENSED Hakan Erkan Sunumu*. 6 Kasım 2011. <http://www.gensed.org/pdf/sunum%28EMOPERPA%29.pdf>
- [5] Muğla Belediyesi. (2011). *Muğla Belediyesinden Güneş Enerjisi Atağı*. 19 Aralık 2011. <http://www.mugla-bld.gov.tr/elements/documents/adobe/bulten/2011/aralik2011.pdf>
- [6] Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. (2011). *Renewables Global Status Report 2011*. 17 Ocak 2012. http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR2011.pdf
- [7] T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun*. 14 Ekim 2011. <http://www.epdk.gov.tr/web/elektrik-piyasasi-dairesi/kanunlar>
- [8] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Resmi Web Sitesi. <http://www.enerji.gov.tr/>
- [9] TOBB. (2010). *Yenilenebilir Enerji Teşvikleri – Ela Uluatam*. 12 Aralık 2011. <http://www.tobb.org.tr/AvrupaBirligiDairesi/Dokumanlar/Raporlar/YenilenebilirEnerjiTeşvikleri.pdf>
- [10] Ünalın S. (2010). *Alternatif Enerji Kaynakları Ders Notları*. 11 Kasım 2011. <http://akmyo.kocaeli.edu.tr/altenerkaydersnot.pdf>
- [11] Varınca K, Gönüllü T. (2006). *Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma*. 18 Aralık 2011. <http://www.yildiz.edu.tr/~kvarınca/Dosyalar/Yayinlar/yayin008.pdf>

