

## Potential of Electricity Generation with Solar Energy in Turkey

Tarkan Koca

Inonu University, Faculty of Engineering,  
Department of Machine Engineering, Malatya / Turkey  
E-mail: tarkan.koca@inonu.edu.tr

Serhat Aksungur

Inonu University, Faculty of Engineering,  
Department of Machine Engineering, Malatya / Turkey  
E-mail: serhat.aksungur@inonu.edu.tr

### Abstract

Energy necessity increases depending on the development of technology. Our energy needs is depending on foreign countries. Therefore, energy expenditures constitute a sizable ratio of our budget. Because of this, renewable energy sources have high potential in our country is becoming very important. In addition, external conventional energy sources which we depend on foreign countries pollute and threat the environment. Therefore, it should encourage the use of renewable energy sources and should be disseminated. However, using the renewable energy sources possible by could be considered new technologies, can be costly. A good feasibility study, redeem the manufacturer from high costs and increases the efficiency. Considered to be Turkey is a developing country, day by day need for energy will be increased. This need can be met by establishing different types of power plants. To reduce dependence on foreign it must pass the condition as energy-producing country. Wind energy and solar energy must be taken seriously cause of a renewable energy source. In recent years, the number of solar field has been increasing in Turkey (Koca, and Aksungur,2017).

Turkey, owned by its geographical location has very good condition compared to most countries in terms of solar energy potential. The most solar energy field of Turkey is South East Anatolia region and the Mediterranean region and eastern Anatolia region followed. When examined Figure 5, solar energy potential of Eastern Anatolia is a very good level compared to other regions of Turkey. After the Mediterranean region and the Southeast Anatolia region, Eastern Anatolia region is the most suitable in terms of electricity generation with solar energy. Given that Turkey is a developing country day by day, it is inevitable that the energy needed to increase continuously. Especially in terms of solar energy, our country has a high solar energy potential compared to other countries. However, developed European Union countries which have less potential of solar energy from Turkey, benefit from solar energy more than Turkey (Koca, and Aksungur,2017).

With a population reaching 80 million, Turkey's energy consumption based on primary energy resources is continuing to increase. Solar energy has an important place in Turkey's renewable energy road map. Solar Energy is the most important alternative clean energy resource which is still untapped in Turkey. The yearly average solar radiation is 1311 kWh/m<sup>2</sup> per year and 3,6 kWh/m<sup>2</sup> per day. The total yearly insolation period is approximately 2460 hours per year and 7,2 hours per day. The energy yield potential for a PV plant is 1300-1600 kWh/kWp (Koca, and Aksungur,2017).

As of February 2017, Turkey's grid-connected solar energy capacity has reached 1362,60 MWe. The share of solar power plants in all power plants is still at the level of 0.88 percent. With current solar power plants, about 1505 gigawatts of electricity can be generated annually. This amount of production corresponds to 0.39 percent of Turkey's total electricity energy needs.

**Keywords:** Solar energy, Türkiye, Electric

# Türkiye’de Güneş Enerjisi İle Elektrik Üretim Potansiyeli

## Öz

Gelişen teknoloji ve artan nüfusa paralel olarak enerji ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Türkiye’nin enerji kullanımında dışa bağımlılığı, enerji giderleri noktasında önemli bir bütçe oluşturmaktadır. Yerli üretimin teşviki ile, kullanılan enerjinin de yerli olmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Enerji ithalatını asgariye indirmek için kendi enerjisini üreten ülke konumuna geçmek gerekmektedir. Bu bağlamda, Türkiye’de potansiyeli yüksek olan yenilenebilir enerji kaynakları önem kazanmaktadır. Konvansiyonel enerji kaynakları çevre kirliliğine sebep olmakta ve her geçen gün çevreyi ve insan sağlığını daha fazla tehdit etmektedir. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı teşvik edilmeli, özendirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır. İyi bir enerji ihtiyaç analizi ile üretici maliyetleri düşürülerek verimlilik artırılmış olacaktır.

Bu çalışmada 2017 yılı itibariyle güneşli gün – sıcaklık ve geliş açısı verilerine dayanarak Türkiye’deki güneş enerjisi potansiyeli analiz edilmiştir. Ayrıca 2017 ilk yarısının sonuna kadar gerçekleştirilen kurulu güç miktarı tespit edilerek bir önceki yıla göre artış miktarı analiz edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Güneş enerjisi, Türkiye, Elektrik.

## 1. Giriş

Dünyada gün geçtikçe enerjiye olan ihtiyaç artmaktadır. Enerji kaynaklarının günümüz itibariyle büyük bir kısmını fosil tabanlı kaynaklar oluşturmaktadır. Fosil tabanlı enerji kaynaklarının rezervlerinin sınırlı olması ve çevreye verdiği zararlar bilim insanlarını farklı enerji kaynaklarını araştırmaya yönlendirmiştir. Böylelikle alternatif enerji kaynakları üzerinde çalışmalar gün geçtikçe hızlanmış ve çoğalmıştır. Bu kaynakların en önemli ve kullanılabilir olanları güneş, rüzgâr, su, jeotermal ve biyokütle enerjileridir. Aslında dünyanın ve Türkiye’nin sahip olduğu enerji kaynaklarının potansiyelleri düşünüldüğünde rüzgâr enerjisi en başta gelmektedir. Konvansiyonel enerji kaynaklarına oranla yenilenebilir enerji kaynakları önemli bir potansiyele sahiptir. Son yıllarda rüzgâr enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en önemli enerji kaynağı olmasına rağmen, güneş enerjisi ile ilgili çalışmalarda oldukça önem kazanmıştır.

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile (hidrojen gazının helyuma dönüşmesi) açığa çıkan ışıma enerjisidir. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, yaklaşık olarak 1370 W/m<sup>2</sup> değerindedir, ancak yeryüzüne ulaşan miktarı atmosferden dolayı 0-1100 W/ m<sup>2</sup> değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970’lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir. Dünya ile Güneş arasındaki mesafe 150 milyon km’dir. Dünya’ya güneşten gelen enerji, Dünya’da bir yılda kullanılan enerjinin 20 bin katıdır. Güneş ışınımının tamamı yer yüzeyine ulaşamaz, %30 kadarı atmosfer tarafından geriye yansıtılır. Güneş ışınımının %50’si atmosferi geçerek dünya yüzeyine ulaşır. Bu enerji ile Dünya’nın sıcaklığı yükselir ve yeryüzünde yaşam mümkün olur. Rüzgâr hareketlerine ve okyanus dalgalanmalarına da bu ısınma neden olur. Güneşten gelen ışınımının %20’si atmosfer ve bulutlarda tutulur. Yer yüzeyine gelen güneş ışınımının %1’den azı bitkiler tarafından fotosentez olayında kullanılır. Bitkiler, fotosentez sırasında güneş ışığıyla birlikte karbondioksit ve su kullanarak, oksijen ve şeker üretirler. Fotosentez, yeryüzünde bitkisel yaşamın kaynağıdır. Güneş, nükleer enerji dışındaki bütün enerjilerin dolaylı veya direkt kaynağıdır.

## 2. Güneş Enerjisinin Tarihsel Gelişimi Ve Kullanım Potansiyeli

Dünyada güneş tüm enerji kaynaklarının türediği önemli bir unsurdur. Enerji kaynaklarının başında gelen fosil yakıtlarda, yüzyıllar boyunca güneşten aldığı enerji sayesinde değişime uğrayarak kullanılır hale gelmişlerdir. Fosil yakıtlarının rezervlerinin çok büyük olmadığı düşünüldüğünde yakın gelecekte bitmeleri söz konusudur. Enerji ihtiyacını karşılamak için fosil yakıtların azaldığı düşünüldüğünde bilim insanları başka enerji kaynakları üzerine yoğunlaşmışlardır. Bu yeni enerji kaynaklarının da bulunması ve kullanıma hazır hale getirilmesi için çok uzun bir süre yoktur. Yeni enerji kaynaklarının en önemlisi rüzgâr olmasına rağmen güneş enerjisi de oldukça önemlidir.

Güneş enerjisinin kullanımı M.Ö. 400 li yıllara dayanmaktadır. Önce Sokrat sonra Arşimet güneş enerjisini aktif olarak kullanmışlardır. Ancak en önemli çalışmalar merceğin bulunmasıyla başlamıştır. 1725 yılında Belidor güneş enerjisi ile çalışan su pompası yapmıştır. 1860 da Fransız bilim adamı Monochok parabolik aynalar yardımı ile güneş ışınımını odaklayarak küçük bir buhar makinesi

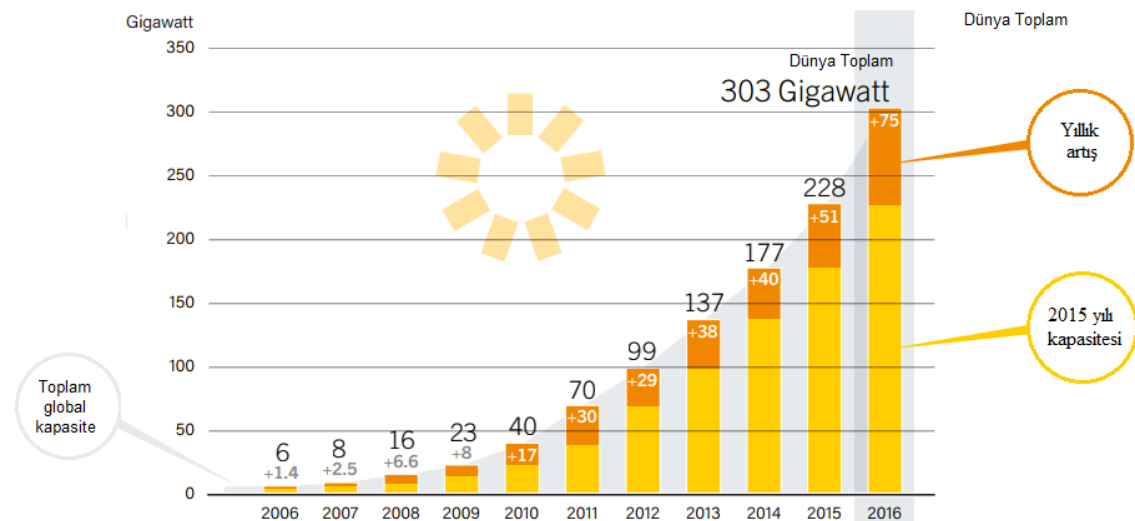
üzerinde çalışmış, güneş pompaları ve güneş ocakları üzerinde deney yapmıştır. Ancak bu çalışmalarını petrolün önem kazanması sekteye uğratmıştır. Ancak 1960'lı yıllardan sonra petrol krizinin ortaya çıkması bilim adamlarını alternatif enerji kaynakları konusunda çalışmaya itmiştir. H. Buchberg ve J.R. Roulet adlı bilim adamları güneşi kolektörü ve deposu komple bir sistem yaparak, maliyetleri azaltmak için çalışmalar yapmışlardır. Kurdukları sistemin fiziki olarak yeterliliklerini incelemiştir. Y. Jalurai ve S.K. Gupta adlı bilim adamları güneş enerjisi depolama teknikleri üzerinde çalışmalar yapmışlardır.

Güneş enerjisi konusundaki ilk ulusal kongre 1975 yılında İzmir'de gerçekleştirilmiştir. Yine ilk pasif güneş enerjisi uygulaması Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) bünyesinde 1975 yılında tesis edilmiştir. Güneş enerjisi konusundaki çalışmalar ağırlıklı olarak ODTÜ, İTÜ, Yıldız ve Ege Üniversiteleri tarafından yaygın olarak yürütülmekle beraber, Türkiye'deki tek Güneş Enerjisi Enstitüsü Ege Üniversitesi bünyesinde 1978 yılında kurulmuş ve o günden itibaren faaliyet göstermektedir. 1980'lerin sonunda bu konudaki çalışmaları devlet destekli TÜBİTAK bünyesindeki Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü (MBEAE) yürütmektedir. MBEAE, güneş enerjisi düşük sıcaklık uygulamaları ve Türk endüstrisinin ısı enerjisi ihtiyacının modellenmesi konusundaki projeleri 1977-1985 yılları arasında ağırlıklı olarak desteklemiştir. Yine TÜBİTAK bünyesinde 1986 yılında kurulan Ankara Elektronik Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü güneş pillerinin tasarımı ve üretimi konusundaki çalışmaları desteklemektedir. Güneş ışınımı, yaşamın sürdüğü tüm alanlarda kullanılabilir durumdadır [2]. Dünya'daki güneş enerjisinin yoğunluğu, atmosferde metrekare başına 1,35 kW değerindedir. Güneş enerjisi yoğunluğu bakımından dünyanın ayak izi alanının ölçüsü 178x106MW. Dünya'nın tüm yüzeyine denk gelen güneş enerjisi, 1,22x10<sup>14</sup> TCE (ton kömür eşdeğeri) veya 0,814x10<sup>14</sup> TOE (ton petrol eşdeğeri) miktarına denk olmaktadır. Diğer taraftan, bir yılda güneş enerjisinden gelen miktar bilinen kömür rezervlerinin 50 katına, bilinen petrol rezervlerinin 800 katına denk gelmektedir [3]. Küresel enerji talebinde, güneş enerjisi kaynağı çok önemli bir yer teşkil etmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı, 2050 yılında küresel elektrik enerjisi üretiminin %11 gibi önemli bir oranının güneş enerjisinden sağlanacağını öngörmektedir.

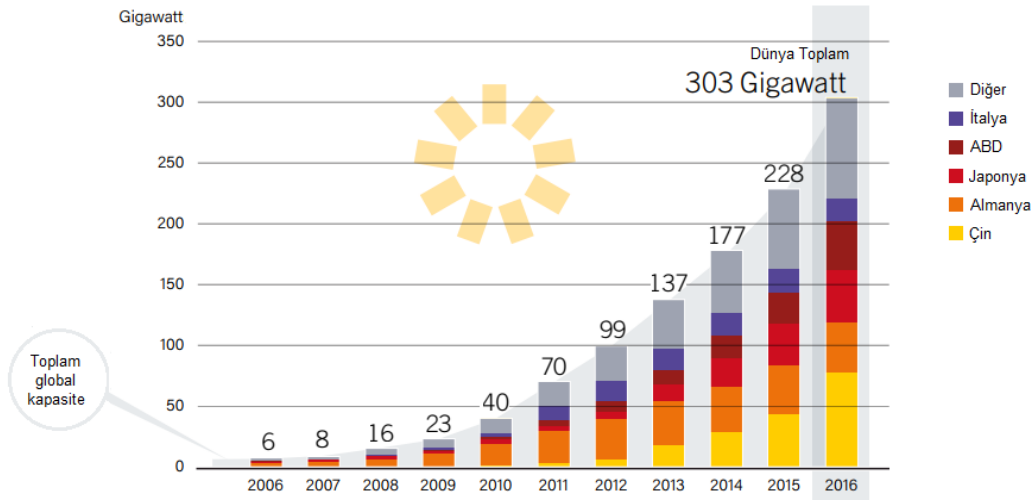
### 3. Güneş Enerjisinin Dünyadaki Durumu

Son yıllarda güneş enerjisi kullanımı oldukça artmıştır.

Şekil 1'de dünyada yıllara göre güneş enerjisi kurulu güç artışı görülmektedir. Özellikle 2016 yılında 75 GW artış, bir önceki yılın artış miktarının 50 GW olduğu düşünüldüğünde, dikkat çekmektedir. Şekil 2'de 2016 yılı sonu itibari ile dünyada ülke bazında güneş enerjisi üretimi tesisi kurulu güçleri görülmektedir.



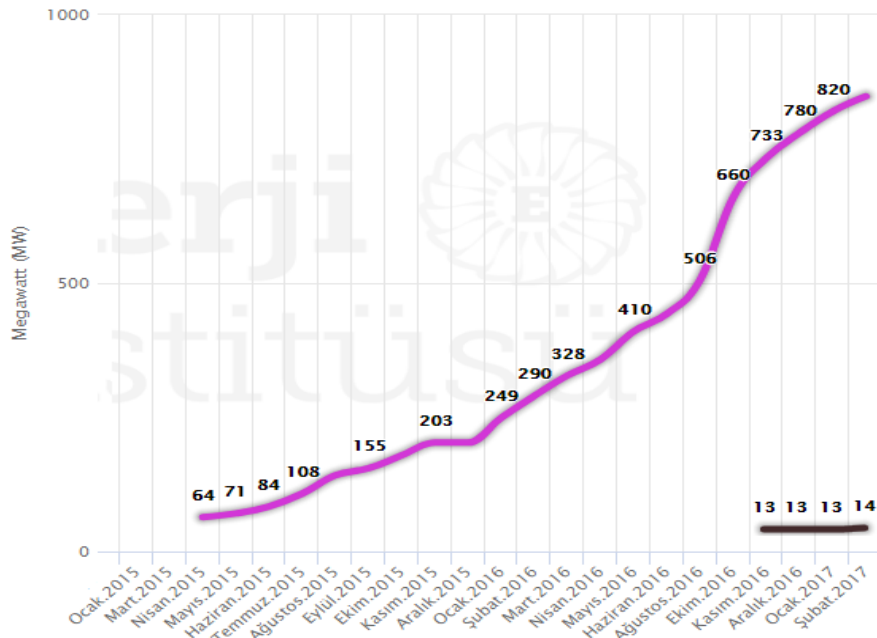
Şekil 1. Yıllara göre küresel güneş enerjisi kurulu güç artışı, 2006 – 2016



Şekil 2. Dünya güneş enerjisi kurulu gücü (2006 – 2016)

#### 4. Güneş Enerjisinin Türkiye'deki Durumu

Türkiye güneş enerji santralleri açısından dünyada çok gerilerdedir. Ancak son yıllarda bu alanda çalışmalar oldukça artmıştır. Şekil 3'de Türkiye'de 2017 yılı Şubat ayı itibariyle kurulu güç artışı görülmektedir [6]. Tablo 1'de 2016 yılı itibariyle Türkiye'de güneş enerjisi kurulu gücü görülmektedir [14].



Şekil 3. Türkiye'de yıllara göre kurulu güç artışı

Türkiye'nin güneş enerjisine dayalı elektrik üretim kapasitesi 2017'nin ilk altı ayında 566 MW artarak toplamda 1.505 MW'a ulaşmıştır. Böylece Türkiye bu dönemde gerçekleşen kurulu güç artışında Almanya ve İngiltere'den sonra Avrupa'nın en büyük üçüncü pazarı olmuştur. Türkiye, özellikle son iki yılda güneş enerjisinde önemli büyüme sağlamıştır.

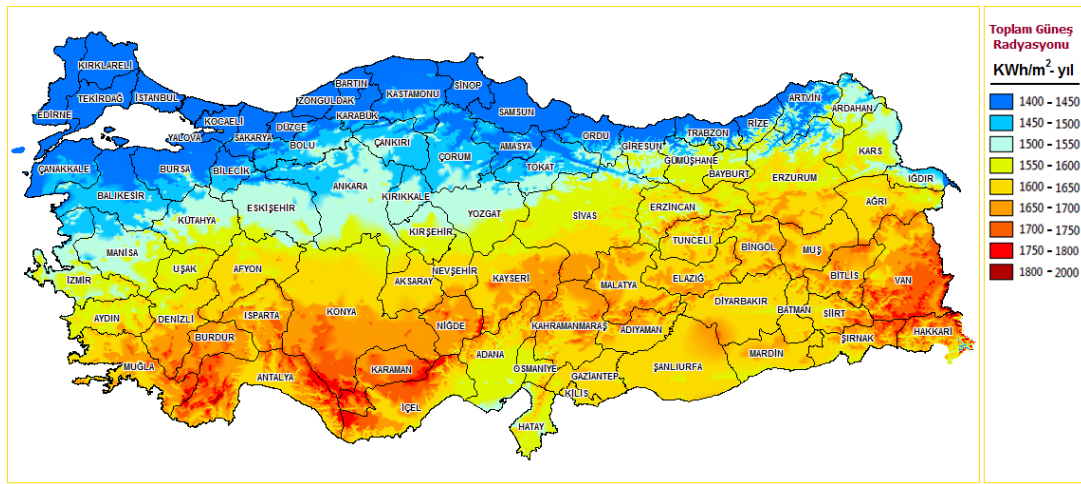
Tablo 1. Türkiye'de güneş enerjisi kurulu gücü (2016 yılı İtibariyle)

Aktif Santral Sayısı:	1644
Kurulu Güç:	1362,60 MWe
Yıllık Elektrik Üretimi:	~ 1.505 GW

Tablo 2. Türkiye güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri (Bölgelere göre)

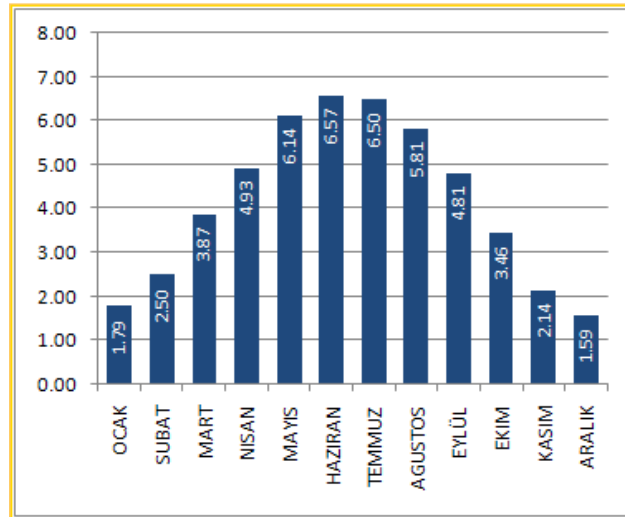
Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m <sup>2</sup> - yıl)	Güneşlenme Süresi (saat/yıl)
Güneydoğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

Tablo 2 ve Şekil 4’de Türkiye coğrafi bölgelerinin enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri görülmektedir.

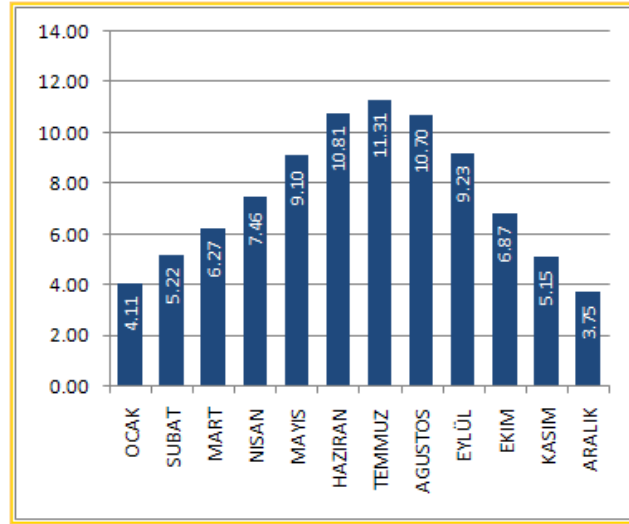


Şekil 4. Türkiye'nin yıllık güneş enerjisi potansiyeli haritası [1]

Türkiye, coğrafi konumu itibarıyla sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından çoğu ülkeye göre oldukça iyi durumdadır. Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güney Doğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz bölgesi olup bunu Doğu Anadolu bölgesi takip etmektedir (Demircan ve Alakavuk 2008).

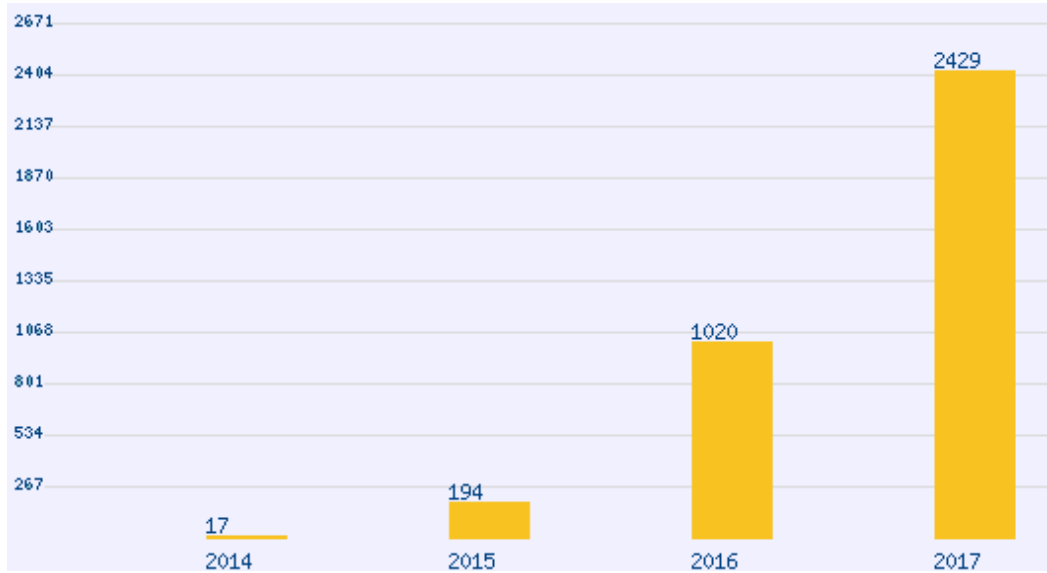


Şekil 5. Türkiye global radyasyon değerleri (KWh/m²-gün) [1]



Şekil 6. Türkiye güneşlenme süreleri (saat)

2014-2017 yılları arası güneş enerjisi ile gerçekleştirilen elektrik üretimine dair veriler Şekil 6'da gösterilmiştir. Grafik üzerindeki değerler GWh olup, 2017 yılı üretimi sadece Ocak – Ekim dönemini kapsamaktadır.



Şekil 7. Güneş enerjisi ile elektrik üretimi (Yıllık) (GWh)

## 5. Sonuç ve Değerlendirme

Global düzeyde gelişen teknoloji ve artan nüfus bağlamında enerji ihtiyacı sürekli artmaktadır. Enerji üretim yöntemlerinin küresel kirliliğe etkisi düşünüldüğünde alternatif ve çevre dostu üretim yöntemlerinin önemi artmaktadır. Güneş enerjisinin yenilenebilir enerji kaynağı olarak son çeyrek yüzyılda önemi oldukça artmıştır. Türkiye, jeopolitik konumu bakımından güneş enerjisinden faydalanma potansiyeline sahip bir ülkedir. Ancak küresel ölçekte, potansiyeli Türkiye'den daha düşük olan ülkelerin Türkiye'ye oranla güneş enerjisinden daha fazla faydalandıkları görülmektedir.

Türkiye'nin öz kaynakları değerlendirilerek dışarıya olan enerji bağımlılığı asgariye indirilmelidir.

Özellikle rüzgâr enerjisi santralleri ve güneş enerjisi santralleri bir an önce kurulmalı ve elektrik üretimi miktarı artırılmalıdır. Rüzgâr enerjisi santralleri gelişimi çok hızlı olmaktadır ama güneş enerjisi santralleri gelişimi oldukça yavaş ilerlemektedir.

Türkiye'nin, 80 milyonu aşan nüfusu ile enerji maliyeti her geçen gün artmaktadır. Güneş enerjisi, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli açısından önemli bir yere sahiptir. Ancak bu potansiyel aktif

olarak değerlendirilmemektedir. Orta ve uzun vadede çalışmalar yapılarak bu potansiyelin değerlendirilmesi ve Türkiye'nin enerji dışı bağımlılığı büyük oranlarda azaltılabilir. Dünya'da güneş enerjisi üretim miktarı incelendiğinde 2016 yılında 75 GW kurulu güç artışı görülmektedir. 2015 yılında bu miktar 50 GW'tır. 2016 yılında, 2015 yılına göre kurulu güçteki %50 artış, dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen önemin arttığını göstermektedir. 2017 yılı itibarıyla Türkiye'nin şebeke bağlantılı güneş enerjisi kurulu gücü 1505 MW kapasiteye ulaşmıştır. Bu artışın yaklaşık 600 MW değeri, 2017 yılının ilk altı ayında gerçekleşmiştir. Bir önceki yılın kurulu gücünün yaklaşık 860 MW olduğu düşünüldüğünde, sadece 2017 yılının ilk yarısında bir önceki yıla göre yaklaşık %65 artış olduğu görülmektedir. Güneş enerjisi ile elektrik üretiminde yakalanan bu ivme sürdürülerek 2023 yılında kurulu gücün 5000 MW değerine ulaşması hedeflenmektedir.

## 6. References

- <http://www.eie.gov.tr> (Erişim Tarihi : 11.12.2016)
- Akpınar, A., Kömürcü, M. İ., Kankal, M., Özölçer, İ. H., Kaygusuz, K.2008.: "Energy situation and renewables in Turkey and environmental effects of energy use", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 12, (8), , pp. 2013- 2039.
- Özgöçmen, A.2007.: "Electricity Generation Using Solar Cells", Gazi University in Turkey, MSc Thesis.
- Research and Development on Renewable Energies: 'A Global Report on Photovoltaic and Wind Energy', International Science Panel on Renewable Energies, ISPRES 2009, Paris.
- PVPS Report Snapshot of Global PV 1992-2013 Preliminary Trends Information from the IEA PVPS Programme, 2013.
- <http://enerjienstitusu.com/turkiye-kurulu-elektrik-enerji-gucu-mw/> (15.12.2017)
- Global Renewable Energy Report, 2016.
- 6094 sayılı YEK kanun ve bu kanun çerçevesinde yayımlanan 28022 sayı ve 11 Ağustos 2011 tarihli Bakanlık tebliği, Ankara, 2011.
- Demircan N., Alakavuk Z.2008. Fotovoltaik Prensipleriyle Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 17-19 Aralık 2008, İstanbul, UTES' .
- Altıntop, N., Erdemir, D.2013. "Dünyada ve Türkiye'de Güneş Enerjisi ile İlgili Gelişmeler," Mühendis ve Makina, cilt 54, sayı 639, s. 69-77.
- <http://www.ren21.net> (Erişim tarihi: 11.12.2017)
- <http://www.altungroup.com/> (Erişim tarihi: 11.12.2017)
- SolarPower Webinar: Market report and solar developments in Europe (Erişim tarihi: 11.12.2017)
- <http://www.enerjiatlas.com/gunes> (Erişim tarihi: 14.12.2017)
- Koca, T., Aksungur, S.2017. "Dünyada ve Türkiye'de Güneş Enerjisi İle Elektrik Üretim Potansiyeli", 23<sup>rd</sup> International Energy and Environment Fair and Conference, pp. 69-73.