



# Güneş Enerji Santrallerinin Teknolojik ve Sosyal Etkileri

## Technological and Social Effects of Solar Power Plants

İzzettin Enes Şen<sup>1</sup>, Nezihe Yıldırım<sup>1</sup>, Emin Tacer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Enerji Sistemleri Mühendisliği

Bahçeşehir Üniversitesi

ienessen@gmail.com

nezihe.kucukyildiran@eng.bahcesehir.edu.tr

### Özet

Dünya nüfusunun giderek artması ile birlikte ortaya çıkan enerji talebinin büyük bir kısmı yenilenebilir enerji kaynakları olan rüzgar, güneş, jeotermal, hidrolik ve biokütle enerjisinden karşılanmak yerine, yenilenebilir olmayan kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Fosil yakıtlar dünya enerji ihtiyacının karşılanmasında önemli bir rol oynamasına rağmen sınırlı, sürdürülemez ve hava kirliliğini olumsuz etkileyen enerji kaynaklarıdır. Bu istenmeyen etkiler bizi daha temiz, sürdürülebilir, güvenli ve sınırsız kaynaklar olan yenilenebilir enerji kaynaklarına ve bunlar içerisinde en önemlisi olan güneş enerjisine yönlendirmektedir. Bu makalede, güneş çiftliklerinin teknolojik açıdan: iklim değişikliği, toprak etkisi, su kaynakları dikkate alınarak ve sosyal açıdan: istihdam, enerji bağımlılığı, sağlık dikkate alınarak incelenmesi yapılmıştır.

### Abstract

The majority part of energy demand which occur with increasing the world population are not met renewable energy sources which are wind, solar, geothermal, hydro and biomass, are met fossil fuels like petroleum, natural gas which are not a renewable energy sources. Although fossil fuels have a significant role to supply the world's energy demands, it is an energy source which is limited, unsustainable, and cause air pollution. We are directed to solar energy that is the most crucial renewable energy source in the renewable energies which are more clean, sustainable, secure and unlimited. In this article, solar power plants have been analyzed in terms of technological way; climate change, soil effect and water resources and social way; job creation, energy dependency and health.

### 1. Giriş

Enerji hayatımız için çok önem arz eden vazgeçilmez bir kaynaktır. Fosil yakıtların birçok zararı olmasına rağmen, Dünya enerji ihtiyacının çoğu fosil yakıtlardan

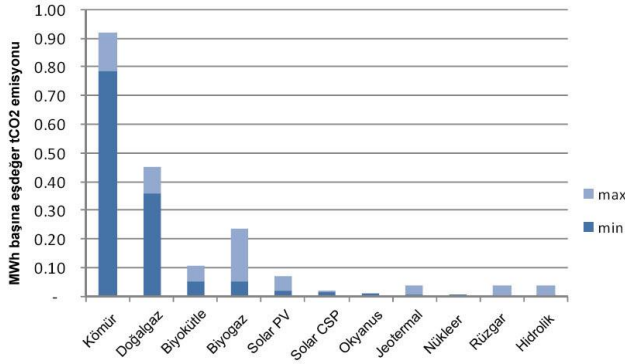
karşılanmaktadır. Bu durumun fark edilmesi sonucu Dünya enerji ihtiyacının bir kısmını yenilenebilir enerji ile karşılamak için çaba içerisinde girip teşvikler vererek insanları daha temiz ve sürdürülebilir kaynaklara yönlendirmişlerdir. Rüzgar, jeotermal, hidrolik, biokütle ve nükleer gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına oranla güneş enerjisi gelecekte çok daha büyük önem taşıyacaktır. Güneş enerjisi, diğer enerji kaynaklarına göre birim enerji başına daha az yer kullanan bir teknolojidir. Bu durum hızla artan nüfus için gerekli olan yer ihtiyacını ortadan kaldırır. Buna ek olarak, gelecekte su enerji kadar değerli olacağı için; enerji üretimi sırasında az su kullanan bir teknoloji olması da çok büyük önem arz etmektedir. Bunların yanı sıra güneş enerjisi, enerji bağımlılığını azaltmakla birlikte tüketicilerin elektrige daha düşük fiyatla ulaşmalarını sağlayacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından önemli bir tanesi olan güneş enerjisinin olumsuz etkilerini azaltmak, bu kaynağı en iyi şekilde kullanabilmek ve bilinçli bir birey olmak için teknolojik ve sosyal etkilerinin bilinmesi gelecekte çok önem arz etmektedir. Bu amaçla bu çalışma yapılmıştır.

### 2. Teknolojik etkiler

#### 2.1. İklim değişikliği

İklim değişikliği kara ve atmosfer ile ilgili etkileşimi anlamak olarak tanımlanabilir. Fosil yakıtların kullanımı ve buna bağlı olarak salınan su buharı (H<sub>2</sub>O), karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) ve metan (CH<sub>4</sub>) gibi sera gazları yeryüzündeki sıcaklık artışına ve iklimde değişikliğe sebep olmaktadır. Güneş enerjisinin iklim değişikliğinden dolayı karşılaşılabilecek en büyük problem su kaynaklarının azalması ve buna bağlı olarak su ile soğutulan sistemlerin ve temizlenen güneş sistemlerine ait aynaların ihtiyaç duyduğu suyun karşılanamaması olacaktır. Artan sıcaklıkların hem olumlu hem olumsuz yanı olmaktadır. Fotovoltaik (PV) sistemlerde yüksek sıcaklık sistemin çalışmasını olumsuz yönde etkileyip verim kaybına yol açmaktadır. Bunların aksine konsantre hücrelerde sıcaklığın artması daha fazla ısı emilmesi anlamına gelmekte ve verimin artmasını sağlamaktadır [2]. Şekil 1 enerji kaynaklarının yaşam döngüsü boyunca saldırdığı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) miktarlarını göstermektedir [1]. Fotovoltaik (PV) ve konsantre

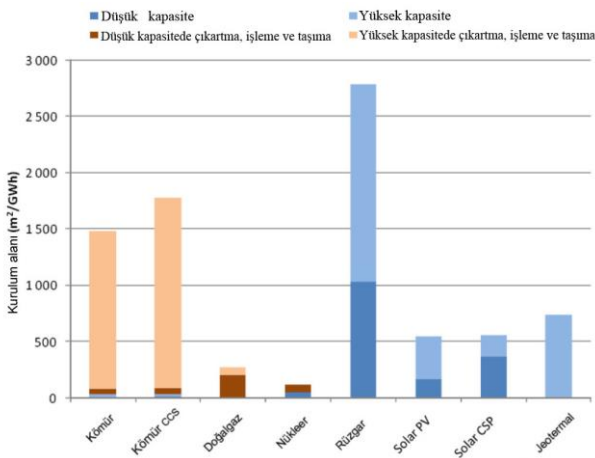
güneş enerjisi (CSP) fosil yakıtlar ve bazı yenilenebilir enerji kaynaklarına göre MWh başına karbondioksit salımları daha azdır ve bu da iklim değişikliği ile mücadelede solar enerjinin ne kadar olumlu olduğunu ve kullanımının önem arz ettiğini gösterir.



Şekil 1: Enerji kaynaklarının yaşam döngüsü boyunca saldırdığı karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) miktarları

## 2.2. Toprak etkisi

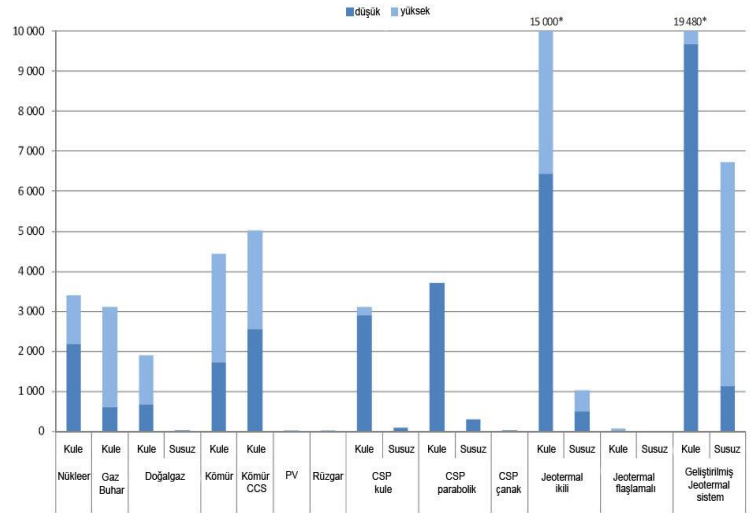
Güç üreten teknolojiler, yenilenebilir enerji kaynağı olarak topraktan sadece bitki örtüsünü kullanmak için faydalanırken, yenilenemez enerji kaynakları ise toprağı ekstraksiyon, işleme ve taşımacılık için kullanırlar. Güneş enerjisinin toprağına olan etkisi, diğer yenilenebilir ve yenilenemez olan enerji kaynaklarına kıyasla daha azdır. Karada kullanılan rüzgar türbinleri birim enerji başına en çok alan kullanan teknolojidir. Ancak rüzgar türbinleri toprağıın sadece %3 ila %5'lik bir kısmını kullanmaktadır. Diğer taraftan, konsantre güneş çiftlikleri güç üretimi için her ne kadar geniş bir alana ihtiyaç duysa da, genel olarak nüfus yoğunluğunun az olduğu yerlerde ve çöl iklimlerinde kullanıldığı için bu dezavantajı bir avantaja dönüştürebilmektedirler. Öte yandan fotovoltaik (PV) sistemler bina çatılarına kurulduğu zaman var olan alanı kullanıp ek bir alan işgal etmezler. Şekil 2'de görüldüğü gibi konsantre güneş çiftlikleri ve fotovoltaik (PV) sistemleri diğer enerji sistemlerine göre birim enerji olarak daha az bir alan kaplamaktadır [1]. Sonuç olarak toprağına etkisi açısından da güneş enerjisi teknolojilerini kullanmak daha yararlı olacaktır.



Şekil 2: Enerji kaynaklarının alan gereksinimi

## 2.3. Su kaynakları

Geleceğimiz için önem arz eden ve vazgeçilmez olan enerji ve su birbirine bağılı iki kaynaktır. Su ihtiyacı kullanılan enerji türüne göre değişkenlik gösterir. Güneş enerji sistemleri; su tüketimini fotovoltaik (PV) sistemlerde yalnızca panel temizliği, oluşan toz ve toprağı temizlemede; güneş termal enerji sistemlerinde ise elektrik üretimi ve aynı temizliğinde kullanılmaktadır. Fotovoltaik (PV) enerji sistemleri panel ve toz temizliği için 0.02 m<sup>3</sup>/megawatt saat [MWh] gibi düşük bir miktar su kullanmaktadır. Diğer taraftan, güneş termal enerji sistemi olan konsantre güneş enerji sistemleri 3.07 m<sup>3</sup>/MWh su kullanmaktadır [2]. Enerji üretimi sırasındaki su tüketim değerleri karşılaştırıldığında konsantre güneş sistemlerinin su tüketimi her ne kadar fazla olsa da buna bir çözüm bulunmuştur. Bulunan çözüm susuz soğutma sistemidir. 2009 yılına kadar Amerika'da kullanılan konsantre güneş çiftliklerinde su soğutmalı sistemler kullanılmaktaydı. 2009 yılından sonra Kaliforniya enerji komisyonu (CEC) 9 tane konsantre güneş çiftliğine susuz soğutmalı sistem kurdular ve böylece %90'a varan su tasarrufu sağladılar [3]. Şekil 3 güç üreten sistemlerin çalışma sırasındaki su kullanım miktarlarını göstermektedir. Güneş enerji sistemleri, diğer enerji kaynakları ile kıyaslandığında neredeyse hiç su kullanmamaktadır. Solar enerjinin fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla daha az su kullanması, gelecekte önemli bir rol oynamasını sağlayacaktır.



Şekil 3 Güç üreten sistemlerin çalışma sırasındaki su gereksinimleri

## 3. Sosyal Etkileri

### 3.1. İş olanakları

Güneş enerji çiftlikleri milyonlarca insana temiz, sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji imkanı sunmasının yanı sıra onlara ciddi iş olanakları da sağlamaktadır. 2030 yılı için Avrupa Fotovoltaik Endüstri Birliği Greenpeace raporlarındaki tahminlerde dünyada fotovoltaik (PV) sistemlerinin kurulumu ve imalatında 10 milyon kişinin tam zamanlı olarak istihdam edileceği bildirilmektedir. Raporda, 10 kişi/MWp, kurulum için 33 kişi/MWp, toptan satış işleri için 3-4 kişi/MWp, araştırma işleri için 1-2 kişi/MWp

gerektiği belirtilmektedir. Türkiye’de ICAT tarafından hazırlanan güneş yol haritasında oluşturulacak olan fotovoltaik (PV) işlerde kurulum için 34.6 iş/MWp, işletim ve bakım için 2.7 iş /MWp, sistemlerin üretimi için 10 iş/MWp, toptan-perakende satış kurulum ve bakım için 36 ilave iş/MWp; yaratılacak olan konsantre güneş enerji santrallerinde her 100MWp santral için 400 tam zamanlı imalat işi, 600 kurulum işi ve 30 bakım ve servis işi sağlanması beklenmektedir.

Çizelge 1 Güneş enerjisi yol haritası hedefleri

Konular	PV	CSP	TOPLAM
Kurulum Bütçesi (EURO/Wp)	3 - 1.7	2.8 - 2	
Kurulu Güç (MWp)	4800	200	
Yatırım değeri(Milyon EURO)	14.400 – 8.160	560 - 400	<b>14.960 – 8.560</b>
İstihdam edilecek kişi/MWp	37-46	10	
<b>Toplam direkt işgücü (kişi)</b>	<b>177.000-220.800</b>	<b>2.000</b>	<b>179.600-222.000</b>

Çizelge 1’de görüldüğü gibi 2020 hedeflerinde yaklaşık olarak 200.000 direkt istihdamın yaratılacağı beklenmektedir. Her ne kadar şu anda kurulu fotovoltaik (PV) gücümüz 3.5 MW olsa da hedeflenen değerler erişilemez değerler değildir. Bütün bunların sonucunda, güneş enerjisi işsizliği azaltmada önemli bir rol oynayacaktır. Türkiye İstatistik Kurumu 15.04.2010 tarihli raporunda toplam işsizlik oranını %13.5 olup, şehirlerde %15.6, üniversite mezunlarında ise %40.1 olarak açıklamıştır [4]. Kurulacak olan güneş enerji santralleri sadece işsizliği azaltmakla kalmayıp üniversite mezunu olup da işsiz olanların sayısını azaltıp ülke ekonomisine de katkıda bulunacaktır. Sonuç olarak; ülkemizin uygun coğrafi konumu ve güneşlenme saatleri göz önünde bulundurulduğunda güneş çiftliklerinin sayısının artırılması istihdamı arttıracaktır.

### 3.2. Enerji bağımlılığı

Türkiye artan enerji ihtiyacına karşın yetersiz üretim kapasitesi sonucu dışa bağımlı bir ülke haline gelmiştir. Dünya birincil enerji tüketiminde petrol %32, doğal gaz %23, kömür %30, nükleer %4.4, hidrolik %6.7 ve yenilenebilir enerji kaynakları %2.1 yer alırken, Türkiye’de ise bu oranlar petrol %27, doğalgaz %33, kömür %27, nükleer %0, hidrolik %10 ve yenilenebilir enerji kaynakları %1.63’tür. Değerler karşılaştırıldığında dünyadaki doğal gaz %23 iken bizde %33 ve doğal gaz tüketiminde dışa bağımlılık oranımız %98’dir. Bu yüksek bağımlılık, ülke ekonomisi ve enerji güvenliği açısından büyük bir problem yaratmaktadır. Türkiye’ye yakın bir ülke olan Almanya göz önüne alındığında yenilenebilir enerji yüzdesi %9.1 ve doğal gaz ise %23 olup dünya oranları ile aynı değerdedir [5]. 2012 yılında Almanya’da kurulu güneş enerji gücü 32 GW iken ülkemizde 2013 sonu itibarıyla 3.5 MW gibi oldukça düşük bir değerdedir. Almanya ile Türkiye solar ışınım değerleri kıyaslanacak olursa sırasıyla 1100kWh/m<sup>2</sup>yıl, 1527kWh/m<sup>2</sup>yıl’dır [6]. Türkiye’nin daha fazla solar ışınım değerine sahip olmasına rağmen kurulu olan 3.5MW solar enerjisinin artırılması gerekmektedir. Yatırımların artması devlet teşvikleri ile paralel gitmektedir. Ülkemizde 10 yıl süre ile 13.3 ABD doları cent/kWh uygulanmakla birlikte Çizelge 2’de görüldüğü gibi 5 yıl süre ile de yerli imalat teşviki de uygulanmaktadır [7]. Özetleyecek olursak, yenilenebilir enerji kaynağı olan solar enerjii kullanmamız durumunda değişken fiyatlı, depolama problemi

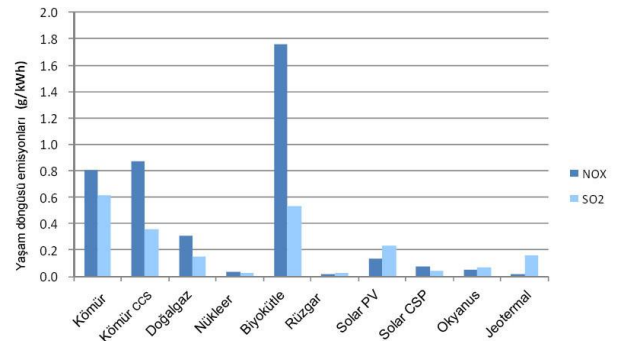
ve taşımacılık masrafları olan doğal gazdan kurtulup yerine temiz, güvenilir ve ülke ekonomisine katkıda bulunacak solar enerjii kullanmamız bize birçok alanda olduğu gibi enerji bağımlılığı alanında da avantaj sağlayıp ülkemizin geleceğinde büyük rol oynayacaktır.

Çizelge 2 Güneş enerjisi için yerli üretim teşvikleri

II Sayılı Cetvel (29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanunun hükmüdür.)		
Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)
C- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekanığı imalatı	0,8
	2- PV modülleri	1,3
	3- PV modülünü oluşturan hücreler	3,5
	4- İnvertör	0,6
	5- PV modülü üzerine güneş ışınımı odaklayan malzeme	0,5
D- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Radyasyon toplama tüpü	2,4
	2- Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	3- Güneş takip sistemi	0,6
	4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3
	5- Kulede güneş ışınımı toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4
	6- Stirling motoru	1,3

### 3.3. Sağlık

Git gide artan nüfus, enerji ihtiyacı ve buna bağlı olarak kullanılan petrol, kömür ve doğal gazın saldıdığı bir takım gazlar insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bunlardan bazıları; solunum yolu rahatsızlığı ve kalp hastalığına sebep olan kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ve akciğer rahatsızlıkları ve astıma sebep olan azot oksit (NO<sub>x</sub>)’tir. Şekil 4 güç üreten teknolojilerin yaşam döngüsünde kükürt dioksit ile azot oksit gazlarının emisyonlarını göstermektedir. Şekil 4 incelendiğinde kömür, doğal gaz ve biokütleden daha az emisyonu olduğu görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynağı olan solar teknolojilerin kullanımının artması, hem fosil yakıtların kullanım oranını azaltarak bize daha güvenilir bir yakıt sunacak hem de geleceğimiz için daha temiz bir hava sunacaktır [1]. Bunların aksine solar hücrelerin üretim aşamasında içerisinde bulunan yanabilen, patlayabilen ve zehirli olan maddeler işçilere zarar verebilir. Ama Şekil 4’e bakıldığında zaman gelecekte çok önem arz edecek bu teknoloji kaçınılmaz olmakla birlikte bu tür üretim sırasında oluşabilecek herhangi bir problem diğer üretim tesisleri için de geçerli ve bunların tedbirleri alınmaktadır.



Şekil 4 Güç üreten teknolojilerin yaşam döngüsündeki emisyonları

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada, güneş enerji santrallerinin teknolojik ve sosyal etkileri ele alınmıştır. Değerlendirilen bütün bilgilerin ışığında solar enerjinin teknolojik açıdan, su tüketiminin ne kadar az olduğu, birim enerji başına kullanılan kurulum alanının diğer kaynaklara göre az olduğu ve CO2 açısından fosil yakıtlara göre az salınım ortaya çıkardığı grafiklerle gösterilmiştir. Diğer taraftan, güneş enerji santrallerinin sosyal açıdan değerlendirmesi de yapılmıştır. Sosyal açıdan ise, yarattığı istihdam boyutuna, enerji bağımlılığını azaltıp ülke ekonomisine katkıda bulunduğu ve sağlık açısından salınan emisyonların azlığına dikkat çekilmiştir. Bu çalışmanın özeti olarak, güneş enerjisinin kaçınılmaz bir enerji kaynağı olduğu anlaşılmaktadır.

#### 5. Kaynaklar

- [1] Müller, S., Brown, A., and Ölz, S., "Policy considerations for deploying renewables", International Energy Agency (IEA), 2011.
- [2] Hernandez, R. R., Easter, S. B., Murphy-Mariscal, M. L., Maestre, F. L., Tavassoli, M., Allen, E. B., Barrows, C. W., Belnap, J., Ochoa-Hueso, R., Ravi, S., ve Allen, M. F., "Environmental impacts of utility-scale solar energy", 768-775, 2013.
- [3] Carter, N. T. ve Campbell, R. J., "Water issues of concentrating solar power in the U.S. Southwest", Congressional Research Service, CRS Report for Congress, 2, 2009.
- [4] Çetin, M., ve Eğrican, N., "Employment impacts of solar energy in Turkey", 7184-7190, 2011.
- [5] BP Statistical Review of World Energy, Haziran, 2014.
- [6] <http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=gunes&bn=233&hn=&nm=384&id=40695>, 2013.
- [7] Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanun, [http://www.enerji.gov.tr/mevzuat/5346/5346\\_Sayili\\_Yeni\\_lenebilir\\_Enerji\\_Kaynaklarinin\\_Elektrik\\_Enerjisi\\_Uretim\\_i\\_Amacli\\_Kullanimina\\_Iliskin\\_Kanun.pdf](http://www.enerji.gov.tr/mevzuat/5346/5346_Sayili_Yeni_lenebilir_Enerji_Kaynaklarinin_Elektrik_Enerjisi_Uretim_i_Amacli_Kullanimina_Iliskin_Kanun.pdf), 2005.