

## Türkiye’de Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi Potansiyeli - Ekonomik Analizi ve AB Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Değerlendirme

Furkan DİNÇER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 65080

**ÖZET:** Dünyamızda ana gündem maddesi olan ve uzun yıllar daha gündemde kalacak olan enerji, dünya için olduğu gibi ülkemiz için de çok önemli bir sorundur. Ülkemiz, enerjide büyük oranda dışa bağımlı olarak her yıl milyarlarca dolar harcayarak enerji ithal etmektedir. Ülkemizin fosil enerji kaynakları bakımından yetersiz olması ülkemizi yeni enerji kaynakları arayışına zorlamıştır. Araştırmacılar mevcut enerji kaynaklarının daha verimli kullanılması için çalışmalar yaparken bir yandan da yenilenebilir enerji kaynaklarında da çözüm arayışları için özveriyle çalışmaktadırlar. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisi, ülkemiz için en baskın enerji üretim kaynakları arasındadır. Ülkemiz, güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde; bir hayli ilerlemiş, büyük ölçekte güneşten elektrik enerjisi üretimi yapabilen Avrupa Birliği ülkelerinden çok daha yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Avrupa Birliği ülkelerinin büyük bir kısmı, tüketicileri güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde bilinçlendirme çalışmaları yaparak birçok teşvik mekanizmalarıyla çeşitli imkânlar sunmaktadır ve yaygınlaştırılmasını sağlamaktadır. Ülkemizde bu çalışmalar yeterli ölçüde yapılamamaktadır. Bu çalışmada özellikle ülkemizin güneş enerjisi potansiyelini dikkate alıp Avrupa Birliği ülkeleri ile karşılaştırmalı bir analiz ve güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde maliyet analizleri yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş Enerjisi, Avrupa Birliği, Elektrik, Güç Üretim

### Potential of Electricity Production of Solar Energy in Turkey and Economical Analysis with Comparative Evaluation According to the European Union Countries

**ABSTRACT:** Energy that the main agenda item for many years and our worlds more energy will be remain on the agenda is the most important problem for our country too. The energy in our country largely dependent on foreign countries by spending billions of dollars each year are imported. Insufficient in terms of fossil energy resources of our country, our country has been forced to seek new energy sources. Researchers working for more efficient use of available energy resources when performing renewable energy sources also have been working with dedication to the search for solutions. Solar energy in renewable energy sources, for our country is the most dominant source of energy production according to the other countries. Our country has advanced a great deal in the production of electricity from solar energy according to solar power plants with large-scale energy production can be much higher than European Union countries has the potential of solar energy. A large part of the European Union countries, consumer awareness activities in the production of electricity from solar energy by making offers many incentives and advantages dissemination provides various opportunities. In our country, these studies can not be adequately performed. In this study, particularly with the countries of the European Union and taking into consideration our country's solar energy potential of solar energy in electricity production and a comparative cost analysis was done.

**Key Words:** Solar Energy, European Commission, Electric, Power Generation

#### 1.Giriş

Dünya’da sürekli artan enerji talebi ve buna paralel olarak mevcut enerji kaynaklarının hızla tüketimi dünya ülkelerini yeni enerji kaynakları arayışına zorlamıştır. Enerji talebinin karşılanmasında meydana gelen sorunlar ve aşırı fosil yakıt tüketimine bağlı olarak küresel ısınmanın etkilerini belirginleştirmesi, enerjinin güncel bir sorun olmasına ve Dünya’nın ana gündem maddesi haline gelmesine neden olmuştur. Özellikle gelişmiş ülkeler enerji talebinin karşılanmasındaki problemlerin çözümü için enerji ana gündem maddesi ile sık sık toplantılar düzenlemektedir. Bu ülkeler enerji arz ve talep dengesini ayarlamak için çalışmaktadırlar.

Dünya Enerji Forum’unun tahminlerine göre; fosil enerji kaynaklı petrol, kömür ve doğalgaz rezervlerinin günümüz şekliyle tüketilmesi halinde önümüzdeki yüzyıl içerisinde bu yakıtlar tükenmiş olacaktır [1]. Ek olarak; fosil enerji kaynaklı bu yakıtların tüketimi ile zehirli gazların salınımı ve tüketimi çevresel açıdan ciddi bir problem teşkil etmektedir [2]. Bu enerji kaynakları küresel ısınmaya neden oldukları gibi havanın kirlenmesine, asit yağmurlarının oluşmasına, ozon tabakasının delinmesine, ormanların tahribatına da sebep olmaktadır [3]. CO<sub>2</sub> (karbondioksit) salınımının ana nedeni insanların aktiviteleri sonucu oluşmaktadır. İnsan kaynaklı bu salınım dünya ölçeğinde 2002 yılında 2,6 milyar ton olurken 2030 yılında, yılbaşına bu miktarın 4,2 milyar tona ulaşması beklenmektedir [4].

Bu etkilerin önlenmesi için enerji verimliliğinin geliştirilmesi, fosil enerji kaynaklı yakıt tüketiminin azaltılması ve çevre dostu enerji kaynaklarının tüketiminin yaygınlaştırılması gibi bazı potansiyel çözümlerin uygulanması zaruridir [3].

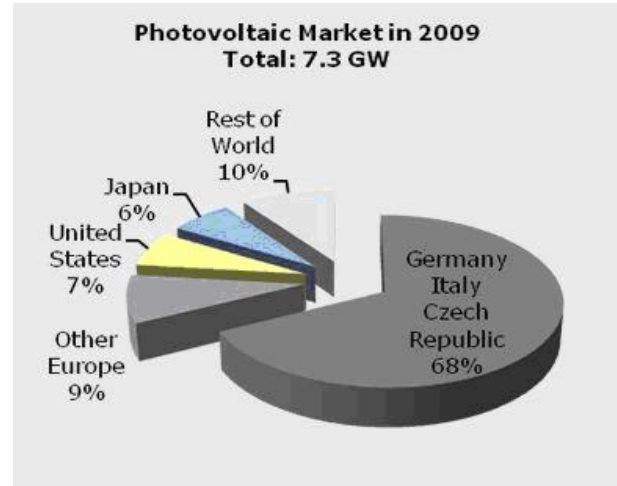
Dünya’da, 2004 yılında elektrik enerjisi üretimi 17,450 TWh olurken, 2030 yılında bu tüketimin 31,657 TWh’e ulaşması beklenmektedir. Bu elektrik enerjisi talebinin karşılanması için binlerce yeni güç santralleri inşaa edilmelidir [5]. Yeni kurulması gereken bu enerji santralleri fosil enerji kaynaklı yakıtlar için kurulursa, dünyamız gelecekte yaşanmaz bir hal alabilir. Bu yüzden, ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarını desteklemeli ve bu kaynaklardan elektrik enerjisi üretiminin yaygınlaştırılmasını sağlamalıdır.

Türkiye’nin temel enerji kaynakları; petrol, linyit, kömür, doğalgaz, jeotermal ve hidrolik enerji olarak sıralanmaktadır. Türkiye’nin kendi enerji üretimi, tüm enerji ihtiyacının ancak % 48’ ini sağlayabilmektedir. Yenilenebilir olmayan, fosil kaynak potansiyeli bakımından fakir bir ülke olan ülkemiz direkt elektrik enerjisi, doğalgaz, petrol ve yüksek kalitede kömür ithali için her yıl dış ülkelere milyarlarca dolar ödemektedir [6]. Türkiye’nin enerji ihtiyacında büyük oranda dışa bağımlılığı, ülkemizde enerjinin nedenli önemli bir problem teşkil ettiğini gösteren bir ölçüttür. Bu bağlamda ülkemiz mevcut enerjinin daha verimli kullanılması için çalışmalar yürütürken bir yandan da yeni enerji kaynakları arayışı içerisinde araştırmalar yapmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında en baskın olarak kullanılan, son yıllarda yararlanmada önemli bir artış hızına sahip olan, güneş enerjisi kaynağıdır. Tükenmeyen, çevreyi kirletmeyen, dışalım gerektirmeyen ve bir ölçüde de bedava sayılabilecek kaynak olan güneş enerjisi, yeni ve yenilenebilir alması enerji kaynaklarının başta gelenidir. Bugün için güneş enerjisinin kullanımı, gündelik yaşam yapısından ve konutlardan başlamakta, iletişime, tarıma, endüstri kesimine, elektrik santrallerine ve askeri hizmetlere dek uzanmaktadır [7].

Güneş ışınımı, yaşamın sürdüğü tüm alanlarda kullanılabilir durumdadır [8]. Dünya’daki güneş enerjisinin yoğunluğu, atmosferde metrekaşe başına 1,35 kW değerindedir. Güneş enerjisi yoğunluğu bakımından dünyanın ayak izi alanının ölçüsü  $178 \times 10^6$  MW. Dünya’nın tüm yüzeyine denk gelen güneş enerjisi,  $1,22 \times 10^{14}$  TCE (ton kömür eşdeğeri) veya  $0,814 \times 10^{14}$  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 tekabül etmektedir [9].

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 [10]. Gelişmiş ülkelerde güneş enerjisinden ısı enerjisinin kullanımı bir yana sadece güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi

toplamda GW’lar seviyesine ulaşmıştır. Dünya’da güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi miktarı bir önceki yıla göre %20 artarak, 2009 yılı itibari ile 7,3 GW seviyesine ulaşmıştır [11]. Almanya, İtalya, Çek Cumhuriyeti ve diğer AB ülkeleri ana fotovoltaik pazarlar olmaya başlamış olup 5,6 GW ile dünya fotovoltaik elektrik enerjisi üretiminin %77’sini karşılamaktadırlar [12]. Şekil 1’de güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde dünya ülkelerinin paylarını göstermektedir.



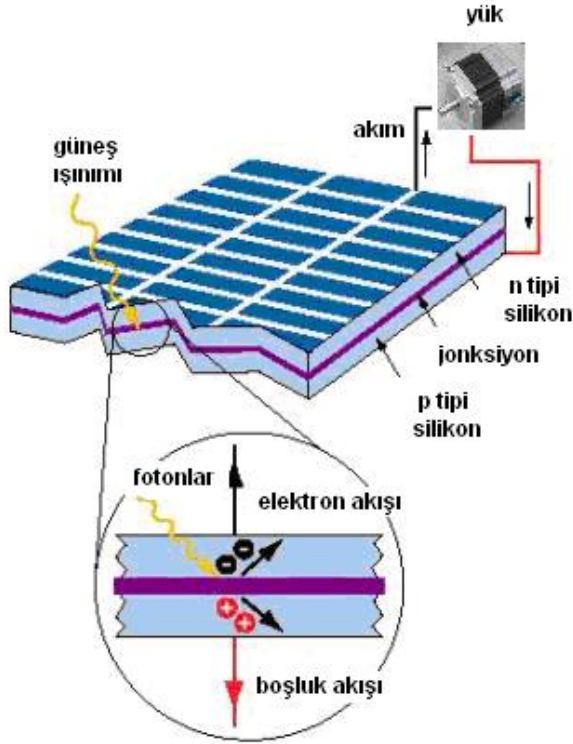
Şekil 1. 2009 Yılı İtibariyle Güneş Pilinden Elektrik Enerjisi Üretiminde Dünya Pazarı [11].

Ülkemizin güneş enerjisinden yararlanma potansiyeli İspanya dışındaki tüm Avrupa ülkelerinden fazladır. Türkiye, ortalama 1000 – 1450 kWh/m<sup>2</sup>.yıl oranlarında güneş enerjisinden faydalanabilme potansiyeline sahiptir. Bu oran da ülkemizin tükettiği elektrik enerjisi ve fosil enerji kaynaklarının 10,000 katından fazladır [13]. Ülkemizin güneş enerjisi potansiyelinin birçok gelişmiş ülkelere göre çok daha yüksek olduğu göz önünde bulundurulduğunda güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi konusunda biran önce önemli, somut, sürdürülebilir ve uygulanabilir politikalar izlenmelidir.

## 2. Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretimi

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi güneş pilleri ya da fotovoltaik piller olarak adlandırılan yarıiletken maddeler ile sağlanmaktadır. Fotovoltaik piller, güneş hücreleri veya güneş pilleri olarak da adlandırılan cihazlar, algıladıkları foton enerjisinden eşit sayıda pozitif ve negatif yükler oluşturarak güneş enerjisini doğrudan kullanılabilir yararlı elektrik enerjisine dönüştürürler [14]. Güneş pilleri pek çok farklı maddeden yararlanılarak üretilir. Günümüzde en çok kullanılan yarı iletken maddeler; kristal silisyum, amorf silisyum, galyum arsenit, kadmiyum tellürid, bakır indiyum diseleniddir. Doğada en yaygın olarak bulunan silisyum, ticari ortama girmiş güneş pillerinin en yaygın kullanılanıdır [15]. Şekil 2’de güneş pilinden elektrik

enerjisi üretiminin fotovoltaik etkisi gösterilmiştir. Güneş ışınımının, güneş paneline gelmesiyle güneş pilindeki yarıiletken teknolojisi sayesinde gerçekleşen elektron alışverişi sonucu elektrik akımı üretimi sağlanabilmektedir.



Şekil 2. Bir Güneş Pili'nin Fotovoltaik Etkisi [36].

Güneş pilleri; uzun ömürlü, dayanıklı, kayda değer bir çevre kirliliği oluşturmayan yarı iletken aygıtlardır. Çalışmaları sırasında hiçbir elektriksel sorun çıkarmazlar ve çok az bakım gerektirirler. Modüler yapıda olan güneş pilleri birbirlerine seri ve paralel bağlanabilirler. Çok küçük güç gereksinimlerini karşılayabildikleri gibi, kendi başına bir güç santrali gibi de çalışabilirler [16].

Güneş enerjisi; güneş pilinin yapısına bağlı olarak, %5 ile %20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir [17]. Güneş pillerinin maliyetlerinin yüksek olduğu günümüzde elde edilen elektrik çıkış gücü oldukça az olmaktadır. Fakat teknolojinin gelişimi ile beraber güneş pillerinin verimini yükseltmede birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler kısaca; MPPT (Maksimum Güç Takibi) yöntemi ile maksimum güç noktasının yakalanması, güneş takip sistemi ile güneşin doğuş ve batış saatleri baz alınarak güneş pillerinin güneşi takip etmesinin sağlanması ve güneş pili sıcaklık korunumu, iklimlendirme gibi yöntemlerdir. Bu ve benzeri yöntemler ile güneş pillerinin verimi oldukça yükseltilebilmekte ve yatırım için ilerleyen zamanlarda, güneş pillerini uygulanabilir ve olanaklı kılmaktadır.

### 3. Türkiye'nin Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyeli

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde (DMİ) mevcut bulunan 1966–1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1,311 kWh/m<sup>2</sup>-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m<sup>2</sup>) olduğu tespit edilmiştir. Türkiye, 110 gün gibi süre bakımından da yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir ve gerekli yatırımların yapılması halinde ülkemiz, yılda birim metre karesinden ortalama olarak 1,100 kWh'lik güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretilebilir durumdadır [18]. Çizelge 1'de Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı verilmiştir. Ancak, bu değerlerin Türkiye'nin gerçek potansiyelinden daha az olduğu, daha sonra yapılan çalışmalar ile anlaşılmıştır. 1992 yılından bu yana EİE ve DMİ, güneş enerjisi değerlerinin daha sağlıklı olarak ölçülmesi amacıyla enerji amaçlı güneş enerjisi ölçümleri almaktadırlar. Devam etmekte olan ölçüm çalışmalarının sonucunda, Türkiye güneş enerjisi potansiyelinin eski değerlerden %20–%25 daha fazla olması beklenmektedir [19].

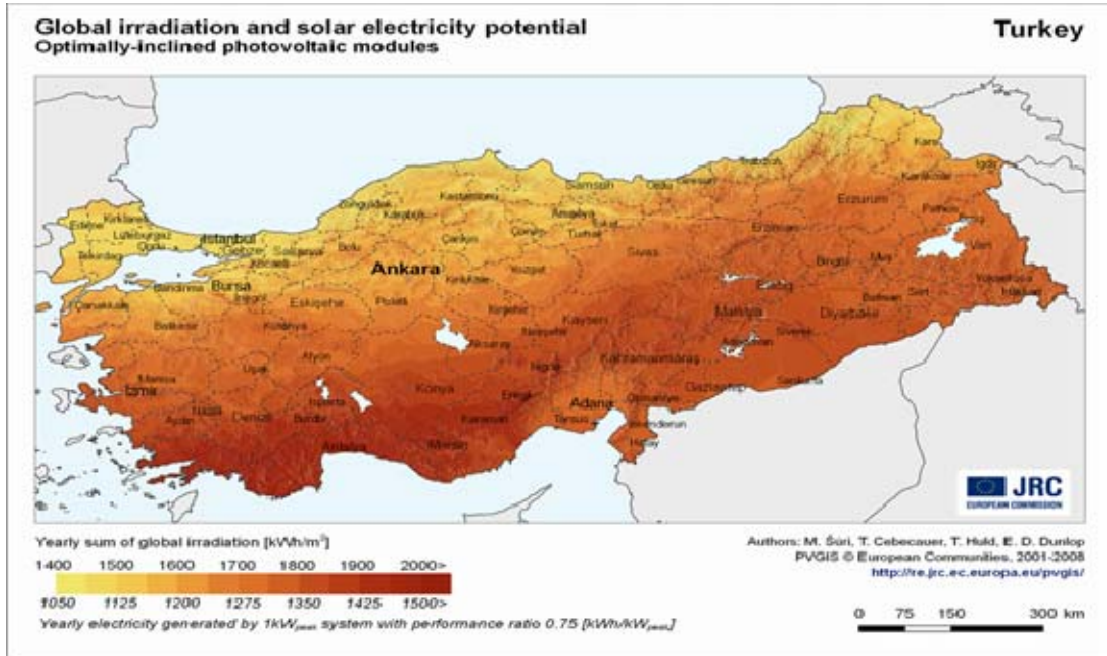
Çizelge 1. Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı [19].

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

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı – Elektrik İşleri Etüt İdaresi'nin yapmış olduğu Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası çalışması sonucunda Türkiye'de 56,000 MW termik santral kapasitesine eşdeğer güneş enerji kapasitesi bulunduğu ve bu potansiyelden yararlanılması durumunda yıllık ortalama 380 milyar kWh elektrik enerjisi üretim imkânının olduğu belirlenmiştir. Oysaki bu potansiyelden çok az miktarda yararlanılmakta olup hali hazırda Türkiye'deki toplam güneş pili (PV) kapasitesi yaklaşık olarak 1 MW mertebesindedir [29]. Türkiye yüzeyine yılda düşen güneş enerjisi 977 x 10<sup>12</sup> kWh kadardır. Bu yıl boyunca göre 111,5 x 10<sup>6</sup> MW güce eşdeğer olup, elektrik santralleri kurulu gücümüzün 5000 katını aşmaktadır. Açıklanan değerler 80,000 Mtep/yıl düzeyine karşılık

olan brüt potansiyeldir. Brüt potansiyelin tümünün enerji üretim amacıyla kullanımı söz konusu olamaz. Teknik olarak kullanılması hedeflenebilecek potansiyel 500 Mtep/yıl düzeyinde varsayılabilir [32]. Şekil 3'te Avrupa Birliği Enerji Komisyonu'nun araştırmalarına

göre, Türkiye'nin şehirlere göre solar ışım yoğunlukları gösterilmiştir [21 – 22].



Şekil 3. Türkiye'nin Şehirlere Göre Solar Işım Yoğunluğu

Ülkemiz, coğrafi konumu itibarıyla sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güney Doğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Türkiye ısısal güneş enerjisi üretimi ve kullanımı açısından Çin, ABD. ve Japonya'dan sonra dünya dördüncüsü durumundadır. Ancak elektrik enerjisi üretim ve kullanımı açısından bakıldığında aşılması gereken birçok mali ve teknolojik engeller bulunmaktadır [23].

Türkiye'nin brüt güneş enerjisi potansiyeli, 87,5 milyon ton petrole eşdeğer. Bu değerın 26,5'i ısı kullanımına, 8,75'i ise elektrik üretmeye uygundur. Türkiye, günümüzde bu potansiyelin yalnızca yüz binde 2'sinden yararlanıyor. Türkiye'de bulunan yaklaşık 18 milyon konuttan 4 milyonu, çeşitli şekillerde güneş enerjisinden yararlanıyor. Ücretsiz enerji sağlayan güneş enerjisinin enerji maliyetlerine katkısı ise 600 milyon dolar seviyesindedir. Uzmanlar, Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelini yeterli seviyede kullanabilmesi durumunda, 3,5 milyar dolarlık bir tasarruf sağlanacağını belirtiyor [24].

#### 4. Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretiminde Örnek Maliyet Hesapları

Dış aydınlatmanın güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi ile sağlanarak çevre dostu enerji ile beslenmesi için örnek bir çalışmaya değinilecektir. Günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde bazı park ve bahçelerde dış

aydınlatma güneş panellerinden elde edilen elektrik enerjisi ile sağlanmaktadır. Çalışmada verilen fiyatlar dünya güneş enerjisi pazarında ortalama ele alınabilecek bir fiyatlandırma tahmini yapılarak ele alınmıştır.

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi ile ilgili yapılan tüm bilimsel araştırmalardan sonra güneş enerjisiyle elektrik enerjisi üretiminin ne ölçüde olabileceği, nerede kullanılabileceği konusunda ihtiyaç belirlenmiştir. İlk etapta ortalama bir fabrikanın aydınlatma hususu gündeme alınmış ve gerekli hesaplar yapılmıştır. Aydınlatma direk sayısı arttıkça hesap da aynı oranda artırılabilir. Ortalama bir hesap yapıldığında; bir fabrikada 5 adet aydınlatma direği olduğu düşünülürse ve her bir aydınlatma direğinde 100 watt'lık projektörler bulunduğu ve bu projektörlerin ortalama 8 saat/gün çalıştığı varsayılırsa, bir günde harcanan enerji;

Bir günde aydınlatmanın 8 saat çalıştığı varsayıp elektriğin birim fiyatı: 0,272 TL olarak alınırsa;

100 watt x 5 aydınlatma direği x 8 saat = 4000 watt/gün (4 kW/gün)

4 kW x 0,272 TL = 1,088 TL (bir günde harcanan elektriğin fiyatı)

1,088 TL x 30 gün = 32,64 TL (bir ayda harcanan elektriğin fiyatı)

32,64 TL x 12 ay = 391,68 TL (bir yılda harcanan elektriğin fiyatı)

Ayrıca araştırmalarla beraber 100 watt'lık normal bir projektörün ortalama olarak 12 watt'lık LED

aydınlatmalı bir projekte eşdeğer olduğu varsayılırsa, sonuçta enerji tüketimi 4000 watt/gün'den 480 watt/gün'e düşecektir. Çizelge 2'de örnek maliyet cetveli verilmiştir.

**Çizelge 2. Örnek Güneş Enerjili Aydınlatma Hesabı**

Malzeme	Miktar	Toplam \$ (Dolar)
160 W Nominal Gücünde Güneş Paneli Grubu, Solar Şarj Regülatörleri, VRLA/GEL Type Akümülatör Grubu, 220 VAC – 150 W, Tam/Saf Sinüs Dalga Çıkışlı Inverter, Elektrik Panosu, Standart Düz Zemin Montaj Aparatları	1 Tk.	1.550 + KDV (ortalama fiyat)
12 W Ledli Projektör	1 Adet	270 + KDV (ortalama fiyat)

Çizelge 2'den toplam hesap elde edildiğinde; (KDV: %18 ve 1 \$ = 1.550 TL alınırsa)

$$\text{Maliyet} = (1.550 + 270) 1.18 \times 1.550 = 3.328 \text{ TL}$$

Ek olarak; dış aydınlatmanın yanı sıra 4 kişilik bir ailenin elektrik enerjisi tüketiminin güneş panellerinden üretilen elektrik enerjisi ile sağlanması için örnek bir hesaplama ve maliyet analizi yapılarak çizelge 3, 4 ve 5'te ayrıntılı olarak sunulmuştur. Çizelge 3'te 4 kişilik bir ailenin elektrik enerjisi tüketim ve dağılım miktarları için bir tablo sunulmaktadır. Bu değerler ortalama değerler olup değişkenlik gösterebilir. Hesaplanan maliyet analizinde Kahramanmaraş ilinde, güneş enerjisinden en düşük oranda faydalanılabilecek ay olan Aralık ayı baz alınarak yapılmıştır. Aralık ayı baz alındığı için, güneş enerjisinden faydalanma düzeyi en yüksek olabilecek yaz aylarında üretilen elektrik enerjisinin fazlası da çok daha farklı ihtiyaçlarda veya dış aydınlatmada değerlendirilebilir. Ayrıca çift yönlü

sayaç kullanımı ile de yaz aylarında üretililecek elektrik enerjisinin fazlası satılabilir. Aralık ayının ölçüt alınmasının nedeni; güneş panellerinin yıl boyunca hiçbir aksaklık yaşatmadan 4 kişilik bir ailenin tüm elektrik enerjisi ihtiyacının kesintisiz olarak sağlanması amaçlanmaktadır. Çizelge 4'te bahsedilen durum ve konum göz önünde bulundurularak kullanılması gereken ekipmanlar ve büyüklükleri tespit edilmektedir. Çizelge 5'teki maliyet analiz hesabı iyi irdelendiğinde güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi Aralık ayı baz alınmasına rağmen oldukça maliyet-etkin ve ekonomik olmaktadır. Aralık ayı güneş enerjisinden faydalanma değeri ve diğer hesaplamalar Kahramanmaraş ili, Merkez ilçesinin koordinatları baz alınarak Avrupa Komisyonu tarafından belirlenen "PV Estimation" (fotovoltaik tahminleme) simülasyon programı kullanılarak elde edilmiştir.

**Çizelge 3. 4 Kişilik Bir Ailenin Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Dağılımı**

Kullanım Amacı	Toplam Günlük Güç İhtiyacı (Wh)
Fırın	400
Aydınlatma	440
Buzdolabı	935
Televizyon	680
Çamaşır Makinesi	300
Bulaşık Makinesi	300
Ütü - Saç Kurutma Mks. - Diğer Ev Aletleri	600
Bilgisayar	700
<b>Toplam</b>	<b>4355</b>

**Çizelge 4.** 4 Kişilik Bir Ailenin Elektrik Enerjisinin Güneş Enerjisinden Sağlanması İçin Gerekli Ekipmanlar ve Maliyet Analizi

Kahramanmaraş'ta 1 kWp kurulu Güçten Elde Edilebilecek Ortalama Enerjisi (kWh/gün)	Gerekli Kurulu Solar Güç (Wp)	Kullanılacak Solar Panel Gücü (Wp)	Kullanılacak Solar Panel Sayısı	Panellerin Kaplayacağı Alan (m <sup>2</sup> )	12 V Akü Kapasitesi (Ah) *	Şarj Kontrol Cihazı gücü (Amper) **
2,38	1830	175	10	12,6	907	23,8

\* %40 Deşarj derinliğine (Depth of Discharge) göre

\*\* 2 seri x 9 paralel panel bağlantısına göre

**Çizelge 5.** 4 Kişilik Bir Ailenin Elektrik Enerjisinin Güneş Enerjisinden Sağlanması İçin Toplam Maliyet Analizi

Kullanılacak Malzeme	Adet	Fiyatı	Toplam
Panel (175 Watt 24 V)	10	510	5100
Akü (200 Ah 12 V)	6	330	1980
İnvertör (12/24/48 Volt, 3000 Watt)	1	1180	1180
Şarj Kontrol Cihazı (12/24 Volt, 24 Amper)	2	75	150
KDV hariç Toplam (Euro)			8410

### 5. AB Ülkelerinde Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretiminin Durum Değerlendirmesi ve Verilen Destekler

Dünya enerji piyasasında önemli bir payı olan AB ülkeleri enerji ithalatında birinci, tüketiminde ise ikinci sırada yer almaktadır. Mevcut durumda birincil enerji tüketiminin sadece %50'sini karşılayan AB, kalan yarısını da yabancı kaynaklardan temin etmektedir. Enerji arz güvenliği için bir tehdit unsuru olan bu durum AB'yi ortak bir enerji politikası geliştirmeye zorlamıştır [25]. Bu durum AB ülkelerini, enerji ana gündem maddesi ile sık sık toplanmaya zorlamıştır. Bu toplantılarda enerji sorunları ve olası çözümleri konusunda geniş bir perspektif oluşturulmuştur. Belirlenen perspektif çerçevesinde enerji ana gündem maddesi ile çeşitli direktifler yayınlamıştır.

AB ülkeleri; enerjide dışa bağımlılığını azaltmak, enerji kaynaklarının sürdürülebilirliğini garanti altına almak, iklim değişikliği ve küresel ısınma sorununu çözmek, endüstriyel gelişme, bölgesel gelişme ve istihdam sağlamak amaçlarıyla 1990 – 2004 yılları arasında enerji ana gündem maddesi ile sık sık toplantılar düzenlemiştir. Ayrıca, AB ülkeleri, enerji politikaları içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarına öncelik vermiş ve bu sayede yenilenebilir enerji teknolojisi alanında sağlanan gelişmelerle dünyada öncü rol oynamıştır. Yenilenebilir enerji, yeniliklere açık bir sektör oluşturmakla Avrupa'da sürdürülebilir ekonomik kalkınma ve 200.000 kişiye istihdam sağlanmıştır. Yürüttüğü politikalar sayesinde 2010 yılı hedeflerine yakın görülen Avrupa Birliği, enerji sektöründeki yenilenebilir enerji payını 2020 yılında %20'ye, 2040

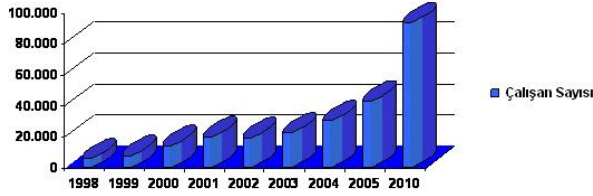
yılında ise %50'ye çıkarmayı da hedeflemektedir [26]. Hedeflenen bu vizyonu başarabilmek için, sürdürülebilir teknolojik gelişime ihtiyaç olduğu gibi bu gelişime sürdürülebilir endüstri ve pazarın hızlı gelişimi eşlik etmelidir [27].

Avrupa Birliği ülkeleri, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının ülkelerinde yaygın olarak kullanımını sağlamak için çeşitli mali teşvikler, vergi teşvikleri ve üretim teşvikleri vermektedir [28]. AB'ye üye ülkeler 1980'li yılların sonlarından itibaren yenilenebilir enerji üretimi, araştırma-geliştirme programları, örnek projelerin desteklenmesi, yatırım maliyetlerine yapılan doğrudan destekler, finansal ve vergi teşvikleri, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin teşvikli fiyatla satın alınması vb. yöntemlerini ya tek tek ya da karma bir şekilde kullanarak desteklemektedir [29].

Almanya'da yürütülen bir çalışmada, çatılarına yerleştirdikleri güneş panelleriyle ürettikleri elektrik enerjisinin üçte birini kullanan ve geri kalanını şebekeye veren tüketiciler mevcuttur. Zaten güneş pili piyasasının yıllık 500 milyon dolardan fazla olması ileriki yıllar için bunun bir göstergesidir. Fransa, İsrail, ABD. ve İspanya başta olmak üzere birçok ülke güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretmek için yoğun araştırmalar yapmaktadır [30]. Ayrıca birçok Avrupa Birliği ülkesinde güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimine yönelik çok çeşitli önemli destekler verilmektedir.

2008 yılı itibarıyla, Almanya'da kurulu olan güneş panellerinin %40'ı (1–10 kW) konutlarda, %50'ye yakın bir oranı (10–100 kW) ticari çatı sistemlerinde ve %10'a yakın bir oranı da çok büyük güneş paneli güç

santrallerinde kullanılmaktadır [31]. Şekil 4'te, Almanya'da güneş enerjisi sektöründe çalışan iş gücü miktarının yıllara göre değişimi gösterilmektedir.



Şekil 4. Almanya'da Güneş Enerjisi Sektöründe Çalışan Eleman Sayısı [37].

Güneş pilleri ile elektrik enerjisi üretimine alım garantisinin yanında alım fiyatlarının da yüksek olması durumu, güneş enerjisi potansiyeli az olmasına rağmen birçok Avrupa Birliği ülkesi için yatırımları olanaklı oluşturmaktadır. Birtakım destekler; Almanya'da yürürlükte olan bazı teşvikler: Güneş enerjisinden üretilen elektriğin fiyatı 40 €/kWh. Toplam yatırım tutarının %25'ini geçmeyecek şekilde devlet sübvasyonu. Avusturya, toplam enerji tüketiminin çeyreğini (%23) yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamasıyla övünmektedir. Belçika'da bütün yenilenebilir enerji yatırımlarında %15'e kadar devlet yardımı yapılmaktadır. Ulusal bağlamda yenilenebilir enerji kaynakları gelişimini desteklemek için en önemli ölçü "yeşil elektrik" üreticilerine verilen 0,02449 €/kWh doğrudan destekleme ödemesidir. Toplam destek miktarı uygun yatırım maliyetinin maksimum % 30'u ile sınırlıdır. Danimarka, elektrik dağıtım şirketleri yenilenebilir enerji kullandıkları takdirde 1,5 €/kWh teşvik almaktadır. Dağıtım şirketleri kullandıkları yenilenebilir enerji birim kWh için 0.18 €/kWh genel karbon vergisi iadesi almaktadır. Fransa, yenilenebilir enerji ekipmanlarından toplam vergi tutarının %25'i alınmamaktadır. İngiltere, elektrik firmalarının yenilenebilir kaynakların kullanım payının korunmasını zorunlu kılan "Yenilenebilirlerin Zorunluluğu" adında bir uygulama mevcuttur. İsveç, toplam sermaye miktarının maksimum % 25'ine kadar kurulan her kW başına 332€ destekleme ödeneği yapılmaktadır. İtalya, yatırımların %40'a kadar olan kısmı devlet veya yerel otoriteler tarafından sübvansede edilebilmektedir. Güneş enerjisi projeleri için ise, katma değer vergisi %20 yerine %10 alınmaktadır. Yunanistan, Girit Adası'nda kurulacak olan güneş santrallerinin yatırım tutarının %50'si devlet tarafından sübvansede edilmektedir [32].

Fotovoltaik sektörünün son 50 yıllık geçmişini incelendiğinde, güneş panelinden elektrik enerjisi üretiminin kendini amorti etmesi, panel ömür süresinden daha fazlaydı. Son on yıllarda; güneş panellerinin verimliliğinin geliştirilmesi ve yeni üretim teknikleri ile geri ödeme süreleri bulunduğu yerin güneş parametrelerine göre 3 – 5 yıl seviyelerine kadar düşebilmektedir. Günümüzde, fotovoltaik pilin maliyeti watt peak başına \$2,5 US olmakta ve bu değer 2020 yılı

itibariye yaklaşık olarak watt peak başına \$1 US değerlerine azaltılması hedeflenmektedir [33].

1998 yılında hiç fotovoltaik paneli olmayan İspanya, 10 yıl içinde kurduğu 2511 MW'lık güçle dünya lideri konumuna gelmiştir. Onu 1500 MW'la Almanya ve 342 MW ile ABD. izlemektedir. Bu durumun meydana gelmesinden en büyük etkenlerden biri tüketicilere önemli destekler ve teşviklerin verilmesidir. Örneğin; Avrupa'da, evlerde üretilen güneş enerjisine kilovat saat başına 30–40 euro cent civarı bedeller ödenebilmektedir ve bu sayede panellere yaptığınız ilk yatırım bedeli karşılanabilmektedir [34].

## 6. Türkiye'de İlgili Kanun ve Tasarılarla Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisinin Üretimine Değerlendirilmesi

Elektrik piyasası yönetmeliği yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili olarak bazı teşvikler ve düzenlemeler vardır [32]. Fakat Avrupa ülkelerine göre karşılaştırma yapıldığında yapılan düzenlemelerin iyi yönde ama desteklerin yetersiz olduğu görülmektedir. Özellikle ülkemizin enerji ihtiyacı ve güneş enerjisi potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda genele yayılabilecek desteklenmiş sürdürülebilir enerji politikalarına ihtiyaç vardır.

Lisans başvuru ücreti indirim ve lisans ücreti muafiyeti; yerli doğal kaynaklar ve yenilenebilir enerji kaynaklarına bağlı tesislerin tasarımı için lisans başvurusu ücreti olarak, toplam lisans ücretinin sadece % 1'i ödenecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarını (YEK) kullanan üretim tesisleri, tesisin lisans sözleşmesinde belirtilen tamamlanma süresini takip eden ilk sekiz yıl için lisans ücreti ödemeyeceklerdir. Şebekeye bağlantıda öncelik; Türkiye Elektrik Dağıtım Kurumu (TEDAŞ) ve/veya dağıtım lisansları, yerli doğal kaynaklar ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı üretim tesislerinin şebeke bağlantısı için öncelik sağlayacaktır. YEK' ten elde edilen enerjinin yüksek fiyatla alımı; YEK kaynaklı elektrik enerjisi üretimi yapan kurumlara 7 yıl süreyle enerjiyi kWh'i 5 cent USD az olmamak, 6 cent USD geçmemek üzere %20 fazlasıyla alım garantisi veriliyor [32].

ABD.'nin Enerji AR-GE çalışmasının toplam AR-GE çalışmasına oranı % 2.28 iken, bu oran İtalya'da % 4.14, Türkiye'de % 0.27'dir [35]. Dolayısıyla güneş pili kullanımının yaygın olmamasının yanında ülkemizde enerji gibi çok önemli bir sorunda enerji arge çalışmaları çok yetersiz kalmaktadır. Güneş enerjisi potansiyelinin oldukça yüksek olduğu ülkemizde özellikle enerji AR-GE çalışmalarına daha çok önem verilmelidir.

Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli göz önüne alındığında fotovoltaik güç sistemleri birçok farklı uygulamalarda çekici bir seçenek olma potansiyeline sahip olmasına rağmen, bu sistemlerin devlet otoritelerine ve toplumumuza geniş ölçüde sağlıklı verilerle tanıtılmamış olması nedeni ile ülkemizde yeterince desteklenmemektedir. Yakın gelecekte

yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya enerji dengelerinde küçümsenmeyecek katkılarının olacağı ve PV (fotovoltaik) sistemlerinin bu katkıda önemli bir payı olacağı, genel kabul halindedir. Bu gelişmelere ayak uydurmak amacı ile “güneş pili teknolojileri” ve “PV sistemleri” ile ilgili bilgi-beceri birikiminin ülkemize taşınabilmesi için bu konuda bilimsel ve teknolojik projelerin üretilmesi devlet ve özel girişimce özendirilebilmelidir. Ayrıca, PV güç sistemlerinin mimari ile bütünleşmesi ve çift yönlü sayaç kullanımı konusunda yasal düzenlemelerin yapılması ile öncelikle kamuya ait yeni projelerde, üniversite yerleşke planlamalarında, oto-yol inşaatlarında ve diğer yapılarda kullanımı teşvik edilmelidir [23].

2005 tarihinde 25819 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren 5346 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” ile yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilecek enerjiye taban fiyat garantisi (5 eurocent/kWh) ve belli bir süre (10 yıl) alım garantisi getirilmiştir. Ayrıca bu tesislerin kurulacağı yerlerdeki hazine ve orman arazilerinde kolaylık sağlanması, yenilenebilir özellikle olması sebebiyle YEK belgesi verilmesi ve aynı kanunla 4628 sayılı yasada yapılan değişiklik ile kendi ihtiyaçlarını karşılamak üzere 500 kW’a kadar tesis kuranlar şirket olma ve lisans almadan muaf tutulmuşlardır [29].

Türkiye’nin, güneşlenme süresi birçok Avrupa ülkesininkinden fazladır. Buna rağmen Avrupa, ülkemize oranla güneşten daha fazla yararlanmaktadır. Türkiye’nin önemli bir güneş potansiyeli varken yararlanmıyor olması izah edilemez.

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi için birçok gelişmiş ülkelere benzer enerji destek teşvikleri için ülkemizde de çalışmalar yapılmaktadır. Bu bağlamda temiz enerjiye desteği artırmayı amaçlayan tasarı, evlerde elektrik enerjisi üretimine de olanak sağlayacaktır. Yasa tasarısında, evlerden üretilecek güneş kaynaklı elektriğin kilovat saati (kWh) için ilk on beş yıl 35; santrallerden üretilecek olan elektriğin kWh’i için de ilk on yıl 25, ikinci on yıl ise 20 eurocent ödenmesi öneriliyor [34].

## 7. Sonuç ve Öneriler

Ülkemiz enerjide önemli bir oranda dışa bağımlı bir ülkedir. Her yıl milyarlarca dolar dış ülkelere enerji ithalatı için ödeme yapan ülkemiz ayrıca zaman zaman da politik sorunlarla karşı karşıya kalabilmektedir. Uzun vadede, bu sorun ülkemiz için önemli bir problem teşkil etmektedir. Ayrıca ülkemizin Kyoto protokolüne imza atmış olması, gelecekte fosil kaynaklı enerji tüketiminin çevresel problemlerinden dolayı da ülkemize bir ek yük getirmesine neden olabilecektir. Tüm bu nedenlerin ışığında ülkemizin mevcut enerji tüketiminde enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynakları ana maddeleri adı altında sürdürülebilir bir enerji politikasına sahip olması zorunludur.

Yenilenebilir enerji kaynakları bakımından ülkemiz birçok gelişmiş ülkeye göre daha büyük potansiyele

sahiptir. Özellikle güneş enerjisi bakımından ülkemiz dünya ülkeleri arasında en büyük güneş enerjisi potansiyeline sahip ülkeler arasında gösterilmektedir. Fakat birçok gelişmiş AB ülkesinin güneş enerjisi potansiyeli ülkemize göre çok daha az olmasına rağmen, bu ülkelerin güneş enerjisinden faydalanma oranı ülkemize göre çok yüksek seviyededir. Bununla ilgili somut örnekler makale içerisinde sunulmuştur.

Günümüz şartları içerisinde, böyle bir potansiyele sahip olan ve enerjide ciddi sıkıntıları olan ülkemizin uzun vadede bir güneş enerjisi politikası maalesef somut olarak mevcut değildir. Bunun nedeni olarak da güneş enerjisi teknolojisindeki yüksek maliyetler gösterilmektedir. Ancak 2020 yılına kadar Türkiye’nin elektrik enerjisi planlaması yapılırken, bu süre içerisinde fiyatlarda oluşacak değişiklikler de dikkate alınmalıdır. Çünkü günümüzden 10 – 15 yıl öncesinde sadece özel uygulamalarda kullanılabilen güneş pilleri günümüzde birçok gelişmiş ülkede büyük ölçekte güneş santralleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye’nin bu ülkelere göre güneş enerjisi potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda bu konuda bir an önce geniş çaplı bir araştırma yapılmalı ve uygulamaya geçilmelidir. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi, hükümetlerin yaygın olarak kullanımını teşvik ettiği teknolojiler arasında değerlendirilmelidir. Güneş enerjisi ile ilgili uygulamalar halka inmeli, özellikle konutlarda dış aydınlatmanın ve ortak elektrik enerjisinin güneş enerjisinden sağlanması teşvik edilmelidir. Bu uygulamaların yaygınlaşması ve ülkemizde, birçok AB ülkesinde olduğu gibi güneş enerjili güç santrallerinin yaygınlaştırılması ülkemizde bu teknolojinin üretilmesine bağlı olmaktadır. Diğer taraftan bu teknolojiyi ithal etmek ülkemize çok da faydalı olamayacaktır. Ülkemiz hem güneş enerjisi teknolojisinin alıp geliştirme için araştırma-geliştirme faaliyetleri yaparsa, hem de güneş enerjisi uygulamalarının yaygınlaştırılması sağlanırsa, mutlaka enerjideki bu ciddi sıkıntı büyük ölçüde giderilmiş olacaktır.

Bütün bu verilen bilgiler ve tavsiye edilen konular ışığında, alternatif enerji kaynaklarının daha fazla kullanılabilmesi için kendi üretimimiz olan güneş panelleri, ölçüm cihazları ve diğer donanımla bir sektör oluşturulduğunda, kaynaklarımızı en verimli şekilde kullanabileceğimiz sonucuna ulaşılmaktadır [20].

Genel olarak, yenilenebilir enerjinin geliştirilmesiyle ilgili olarak AB politikaları, yasa ve yönetmeliklerinin mevcut durumuna bakıldığında Türkiye’nin gidermesi gereken birçok eksik bulunmaktadır. Yenilenebilir enerjinin gelişimi için uygun politikaların oluşturulması ve uygulanmasında devletin rolü çok önemlidir. Bakanlıklar arası (örneğin tarım, enerji ve çevre bakanlıkları arasında) koordinasyon ve işbirliğinin geliştirilmesi, bu konularda etkinlik ve etkililiğin sağlanması da önemlidir. Politika ve uygulamadaki başarılar önemli bir sonuç alınmasını sağlayabilir. Gerekli fonları harekete geçirme kapasitesine sahip özel sektör, yenilenebilir enerji kaynaklarının



geliştirilmesine katılım konusunda teşvik edilmelidir [32]. Ülkemizde zaman zaman “her eve bir güneş pili” şeklinde atıflar dillendirilmektedir fakat üzerinde yeterince durulmamaktadır. Ülkemizin, enerjide büyük oranda dışa bağımlılığını azaltmak ve milyarlarca doları her yıl başka ülkelere ödemek yerine tüketicilere çeşitli destek ve teşvikler vererek güneş pillerinin kullanımı özendirilmelidir.

### Kaynaklar

1. Kumar, A., Kumar, K., Kaushik, N., Sharma, S., Mishra, S.: “Renewable energy in India: Current status and future potentials”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, (8), October 2010, pp. 2434-2442.
2. Čeřovský, Z., Mindl, P.: “Hybrid Electric Cars, Combustion Engine driven cars and their Impact on Environment”, *SPEEDAM 2008 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion*, pp. 739 – 743.
3. Wai, R., J., Wang, W., H., Lin, C., Y.: “High-Performance Stand-Alone Photovoltaic Generation System”, *IEEE Transactions On Industrial Electronics*, 55, (1), January 2008.
4. Müller-Steinhagen, H., Malayeri, M., R., Watkinson, A., P.: “Heat Exchanger Fouling: Environmental Impacts”, *Heat Transfer Engineering*, 30, (10–11), 2009, pp. 773–776.
5. Güler, Ö.: “Wind energy status in electrical energy production of Turkey”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, (2), February 2009, pp. 473-478.
6. Özgöçmen A., Güneş Pilleri Kullanarak Elektrik Üretimi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Mayıs 2007, Ankara.
7. Kutlu S., Güneş Tarlası İle Elektrik Enerjisi Üretimi ve SDÜ Kampüs Alanında Bir Uygulama Analizi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2002, Isparta.
8. Akpınar, A., Kömürcü, M., İ., Kankal, M., Özölçer, İ., H., Kaygusuz, K.: “Energy situation and renewables in Turkey and environmental effects of energy use”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12, (8), October 2008, pp. 2013-2039.
9. Özgöçmen, A.: “Electricity Generation Using Solar Cells”, Gazi University in Turkey, MSc Thesis, May 2007.
10. Research and Development on Renewable Energies: ‘A Global Report on Photovoltaic and Wind Energy’, International Science Panel on Renewable Energies, ISPRES (2009), Paris.
11. <http://www.solarbuzz.com/marketbuzz2010-intro.htm>, Erişim Tarihi: 10.19.2010.
12. Republic of Turkey Prime Ministry, Investment Support and Promotion Agency of Turkey: *Turkish Environmental Technologies & Renewable Energy Industry Report*”, [www.invest.gov.tr](http://www.invest.gov.tr), August 2010, pp. 1 – 28.
13. Gümüş, B., Tüzün, M., N.: “Kentlerde Enerji Verimliliği, Van İlinin Enerji Üretim Potansiyeli ve Elektrik Enerjisi Problemleri”, *Van Kent Sempozyumu*, 1-3 Ekim 2009, sayfa: 301 – 320, Van.
14. Altaş İ. H., *Fotovoltaik Güneş Pilleri : Yapısal Özellikleri ve Karakteristikleri*, Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e, Nisan 1998, Sayı 47, Sayfalar:66-71, Bileşim yayıncılık A.Ş., İstanbul.
15. Perdahçi C., Güneş Pillerinin Çatı Dizaynında Kullanılması, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 2005, Mersin.
16. Gençoğlu, M. T., *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Önemi*, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14/2, 57-64, Aralık, 2002.
17. Küpeli A. Ö., Güneş Pilleri ve Verimleri, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2005.
18. Varınca K. B., Gönüllü M. T., Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli Ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi Ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma, I. Ulusal Güneş Ve Hidrojen Enerjisi Kongresi 21-23 Haziran 2006, Eskişehir.
19. <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgues.html>, (07.02.2010).
20. Çolak, İ., Bayındır, R., Demirtaş, M.: “Türkiye’nin Enerji Geleceği”, *Tübvav Bilim Dergisi*, 2008. 1, (2), sayfa: 36 – 44.
21. Suri M., Huld T. A., Dunlop E. D., Ossenbrink H. A., Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries, *Solar Energy*, 81, (10), pp.s 1295-1305, October 2007.
22. [http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eu\\_opt/pvgis\\_solar\\_optimum\\_TR.png](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eu_opt/pvgis_solar_optimum_TR.png), Erişim Tarihi: 08.02.2010.
23. Demircan N., Alakavuk Z., Fotovoltaik Prensipleriyle Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES’2008 17-19 Aralık 2008, İstanbul.
24. <http://www.kobifinans.com.tr/tr/sector/2180506/22823>, Erişim Tarihi: 08.02.2010.
25. Yörkan A., Avrupa Birliği’nin Enerji Politikası ve Türkiye’ye Etkileri, *Bilge Strateji*, 1, (1), Güz 2009.
26. Kulözü N., Yenilenebilir Enerji Politikaları: Fransa Örneği, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 2005, Mersin.
27. Nowak, S. Aulich, H. Bal, J.L. Dimmler, B. Garnier, A. Jongerden, G. Luther, J. Luque, A. Milner, A. Nelson, D. Pataki, I. Pearsall, N. Perezagua, E. Pietruszko, S. Rehak, J. Schellekens, E. Shanker, A. Silvestrini, G. Sinke, W.

- Willemsen, H: ‘The European Photovoltaic Technology Platform’, IEEE Photovoltaic Energy Conversion Conferences, 2, May 2006, pp. 2485 – 2489.
28. Durak M., Avrupa Birliği Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Küçük HES’ler ve Rüzgar Enerjisi Yatırımlarına Verilen Teşvikler, Meteoroloji Mühendisliği Dergisi, 2005.
  29. Gürbüz A., Enerji Piyasası İçerisinde Yenilenebilir (Temiz) Enerji Kaynaklarının Yeri Ve Önemi, 5. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu (İats’09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye.
  30. Çolak İ., Bayindir R., Sefa İ., Demirbaş Ş., Ergen H., “Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı”, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, 19-21 Ekim 2005, Mersin.
  31. <http://www.epia.org/policy/national-policies/germany/german-pv-market.html>, Erişim Tarihi: 14.03.2010.
  32. Kaya D., Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması, TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi, 11.05.2006, ETKB-Ankara.
  33. Kalogirou, S., Solar Energy Engineering: Processes and Systems, chapter 9, (Academic Press, June 2009), pp. 469-517.
  34. <http://www.solar-bazaar.com/gunes.asp?id=204>, Erişim Tarihi: 07.02.2010.
  35. Pamir A. N., Dünyada ve Türkiye’de Enerji, Türkiye’nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları, Metalürji Dergisi, Say: 134, Mayıs 2003.
  36. <http://www.esdalcollege.nl/eos/vakken/na/zonnecel.htm> Erişim Tarihi: Ocak 2010.
  37. The Institute of Energy Economics, Solar Photovoltaic Market Cost and Trends in EU, IEEJ, Japan, October 2006.