

# GÜNEŞ IŞINIMLI ŞEBEKE UYUMLU ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİM SİSTEMİ

Alper KURTÇU<sup>1</sup> Hasan Dinçer<sup>2</sup> Deniz DİNÇER<sup>3</sup> Ahmet Tarık UZUNKAYA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği, alper.kurtcu1@kocaeli.edu.tr

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği, hdincer@kocaeli.edu.tr

<sup>3</sup> ENPAY Endüstriyel Pazarlama ve Yatırım A.Ş. Kocaeli, den.dincer@gmail.com

<sup>4</sup> ENTES Elektronik Cihazlar İmalat ve Ticaret A.Ş., atuzunkaya@entes.com.tr

## ÖZET

Güneş enerji sistemleri, elektrik enerjisi elde etme de kullanılan en doğal ve en önemli enerji sistemlerindedir.

Herkesin bildiği gibi dünyamız büyük çevre felaketleri ile karşı karşıya kalmasından dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi gün geçtikçe artmıştır. Güneş temiz bir yakıttır fakat; sürekli bir enerji kaynağı değildir. Gündüzleri güneşli havalarda kullanılabilir. Güneşin sürekli olmamasından dolayı üretilen elektriğin depolanabilmesi için gereken sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için “fotovoltaik pil” sistemleri kullanılmaktadır.

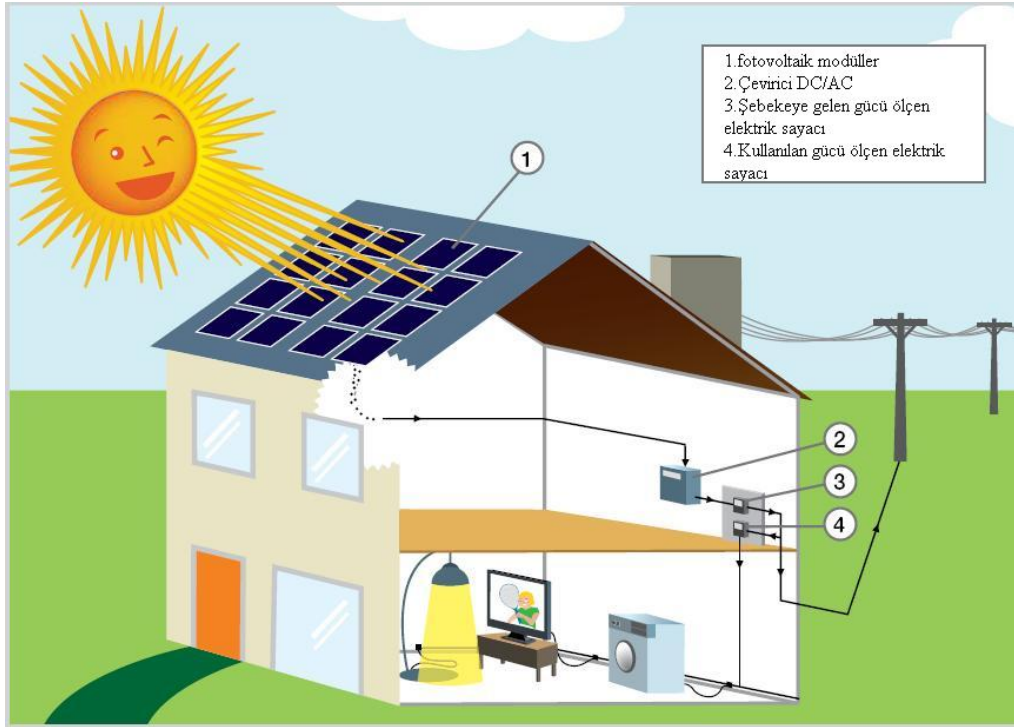
Son dönemlerde fotovoltaik pil uygulamaları giderek yaygınlaşmıştır. Özellikle evlerde paneller ile kullanılmak üzere güneş pilleri öne çıkmıştır.

Türkiye’de de son günlerde yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili çalışmalar ve Türkiye’nin güneşten faydalanma derecesi ve süresi ile ilgili araştırmalar yapılmaktadır. Sonuçta Türkiye’nin güneş enerjisini en verimli şekilde kullanabilmesi için önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir enerji kaynakları; Güneş enerjisi; Türkiye güneş enerjisi potansiyeli; Türkiye güneş enerjisi kullanımı.

## GİRİŞ

Güneş enerjisi, güneş ışığından enerji elde edilmesine dayalı bir teknolojidir. Güneşin yaydığı ve dünyamıza da ulaşan enerji, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon enerjisi ile ortaya çıkan enerjidir.



Şekil.1 Evde PV Enerji Sistemi [8]

Güneş enerjisinden faydalanmak için yapılan çalışmalar 1970'lerden sonra hızlanmıştır. Teknolojideki ilerlemeler güneş enerjisinin kullanılması için gerekli maliyetleri düşürmüştür.

Ülkemizdeki sosyal ve ekonomik gelişme nedeniyle enerjiye, özellikle elektrik enerjisine olan talep giderek artmaktadır. Ülkemizin elektrik üretimi için enerji kaynakları; su kaynakları ve linyit kömürüdür. Türkiye, enerji ihtiyacının yarısından fazlasını ithal ettiği Petrol, doğalgaz (DG) ve yüksek kaliteli kömürden elde etmektedir. 2006-2020 dönemi planlamasında, toplam elektrik üretiminde yıllık büyümenin %8 olması öngörülmektedir. 2020 yılına kadar ihtiyaç duyulan ek üretim kapasitesi, çok büyük yatırım gerektirmektedir. [1]

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, Ülkemizin enerji sorununun çözümüne katkıda bulunabilir. Türkiye'de yıllık ortalama güneş ışınımı günde 3.6 kWh/m<sup>2</sup>, toplam yıllık ışınım periyodu ise 2600 saat civarındadır. Türkiye'de güneş ışınımı bol olduğu için, PV (Photovoltaic) pazarındaki potansiyeli oldukça yüksektir.[1]

Şu anda Türkiye'nin daha fazla PV enerji üretmesini ve enerji fazlasını satmasını sağlayacak uygun bir yasal çerçeve bulunmamaktadır. Yakın gelecekte yasal çerçevenin oluşması beklenmektedir. Hükümetin FV şebeke bağlantılı güç sistemlerini içeren yasal düzenlemeleri yapması ve bunların kurulmalarını teşvik etmesi gerekir.

Güneş enerji sisteminde bulunan elemanlar aşağıda Şekil2 sunulmuştur. Güneşten istediğimiz enerjiyi elde etmek için gerekli güneş paneli, elde edilen enerjiyi depolamak için şebeke ile bağlantılı olmayan sistemlerde batarya, bataryadan da alınan enerjiyi evlerde kullanılmak üzere AC ye dönüştürmek için kullanılan inverterler kullanılmaktadır.

## 1. PV SİSTEMİNDEKİ ARAÇLAR

### 1.1 SOLAR PANELLER

Güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirmek için kullanılan sistemlerdir. İhtiyaç duyulan güce göre gerekli olan solar panel özellikleri belirlenir. Şekil.2 de PV AC elektrik üretici görülmektedir.

### 1.2 İNVERTERLER

Sistemin en önemli parçalarından biridir. Düşük güçteki gerilimi 220V AC gerilime dönüştürür.

**Kare Dalga İnverter:** En ucuz ve en az tercih edilen inverterdir. Kare dalga verimsizdir ve birçok cihazı çalıştıramaz. Bu tip inverterlerin 500 watt ve daha düşük değerlerde olan modelleri genelde çok

ucuzdur ve otomobillerde kullanılmaktadır. Ancak ev uygulamaları için çok uygun değildir.



Şekil.2 PV AC Elektrik Üretici [6]

**Düzeltilmiş Sinüs Dalga İnverteri:** Belki de en çok kullanılan ve en ekonomik inverter çeşididir. Gerçek sinüsle kare dalga arasında bir AC dalga formu çıkışı verir. Fiyatları göreceli olarak ucuzdur ve istisnalar olmakla birlikte elektrikli aletler ve bilgisayarların çoğunu çalıştırabilir. Ancak motor hız kontrolü, zamanlayıcı gibi uygulamalar düzeltilmiş sinüs dalga ile iyi bir şekilde çalışmayabilir. Bu tür inverterler özellikle küçük uygulamalar için tavsiye edilir.

**Gerçek Sinüs Dalga İnverteri:** Bu İnverter gerçek bir sinüs dalga çıkışı sağlar. Bu çıkış çoğu zaman normal elektrik şebekesinden daha temiz bir güç çıkışı verecektir. Her çeşit AC uygulamayla beraber çalışır ve en pahalı inverter modelidir. Gerçek sinüs dalga inverteri ile cihazlar daha az enerji harcayarak daha verimli bir şekilde çalışır.

**Şebeke Bağlantılı İnverter:** Kullanılan şebeke gerilimine ilave olarak güneş enerji sistemi kullanılacaksa kullanılabilir. Bu sistemde güneş enerji sisteminden elde edilen enerji şebekeden çekilen enerjiyi azaltacak hatta güneş enerji panellerinden üretilen enerji ihtiyacı fazla ise üretilen fazla enerji elektrik şirketine geri satılabilecektir. Bu sistemde yedek enerji kaynağı olarak elektrik şebekesi kullanılacağından bir batarya sistemi kurmaya gerek yoktur. Son gelişmelerde verimi yüksek transformatörsüz inverterler geliştirilmiştir.

**Birden Fazla İnverter Kullanımı:** İki İnverter bir arada kullanılabilir ve böylece daha fazla güç veya daha yüksek gerilimi elde edilebilir. Eğer iki uyumlu inverter seri olarak bağlanırsa çıkış gerilimi

iki katına çıkacaktır. Eğer paralel bağlanırsa güç iki katına çıkacaktır.

### 1.3 GÜNEŞ PANELLERİ

Güneş panelleri güneş ışınlarını herhangi bir zehirli atık salınımı yapmadan ve bakım gerektirmeden elektriğe dönüştürür. Güneş enerji sistemlerinin en uçtaki elemanıdır. Birbirinden bağımsız silikon hücrelerin birleşiminden oluşur. Güneş ışınları bu hücreler üzerine düştüğünde elektronları hareket ettirerek elektrik akımı oluşmasını sağlarlar. Sadece bir silikon hücresi 0,5 volt elektrik üretebilir. Örneğin 40 cm e 80 cm standart bir 12 volt panel birbirine seri bağlı 36 hücre içerir ve çıkış tepe değeri 17 volt civarında olur. Yük altında bu çıkış 12 – 14 volt seviyelerine iner.

Eğer 2 tane solar panel 24 V çıkışını elde etmek için kullanılacaksa onları seri bağlayabiliriz. Bu durumda 72 hücreden oluşan 24 V çıkışlı bir sistem sağlanabilir. Birden fazla solar paneli bağlamak gücü artırılabilir. Güneş paneli sistemlerinden yüksek gerilimli çıkış almak akımı düşürüceğinden üretilen elektrik enerjisinin daha küçük çaplı kablo larla taşınabilmesini sağlar.



ŞEKİL.3 Panel Çeşitleri [6]

#### 3 çeşit güneş paneli vardır.

**Monokristal solar panel:** En eski ve en pahalı üretim tekniğini içermesine rağmen, varolan hücreler arasındaki ticari olarak en verimlileridir. Modüllerde verim, güneşten kabloya yaklaşık olarak %15 ile %18 arasındadır. Yapıları homojendir ve renkleri karakteristik olarak koyu maviden siyaha doğru değişir.

**Polikristal güneş panelleri:** Bu teknikte, saf erimiş silikon, silindir yada blok kalıba dökülür. Monokristale kıyasla elektriğe dönüştürme verimliliği az miktarda düşer, fakat üretim

metodundaki hassasiyet azaldığı için maliyetler de düşmektedir. Modül verimliliği, güneşten kabloya %13 ile %16 arasındadır.

**Amorf solar paneller:** Düzenli bir kristal yapı oluşturmak yerine düzensiz bir ağ oluşturur. En büyük dezavantajı düşük verimlilikleridir. Verimlilikleri güneşten kabloya %5 ile %8 arasındadır.

#### Güneş Panelleri Üzerinde Gölge Oluşumu:

Solar panellerin kurulum yapılacağı yeri seçerken özellikle gün ışığı saatlerinde ( 09.00 ile 16.00 arası) paneller üzerine herhangi bir gölge düşmediğinden emin olunmalıdır. Gölge sadece çıkış gücünü azaltmakla kalmayacak aynı zamanda paneller üzerinde hasarlara da neden olabilecektir.

Bazı üreticiler gölgeye karşı dayanıklı ürünler üretmelerde güneş panellerinin gölge görmemesine özen gösterilmektedir.

### 1.4 AKÜLER

Aküler şebekeden bağımsız sistemlerde kullanılmaktadır. Enerjiyi kimyasal konumda depolayan elektrokimyasal bir cihazdır. Bir elektrik devresiyle bağlantı kurulduğunda, kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüşür. Her bir hücre bir pozitif bir de negatif elektrot ile bir ayıraçtan oluşur. Akü deşarj edilirken, iki elektrodun içinde bulunan farklı malzemeler arasında elektrokimyasal değişimler meydana gelir. Elektronlar, pozitif ve negatif elektrotlar arasında hareket ederken bir dış devreyi de faaliyete geçirir.

### 1.5 ÇİFT YÖLÜ ELEKTRİK SAYACI

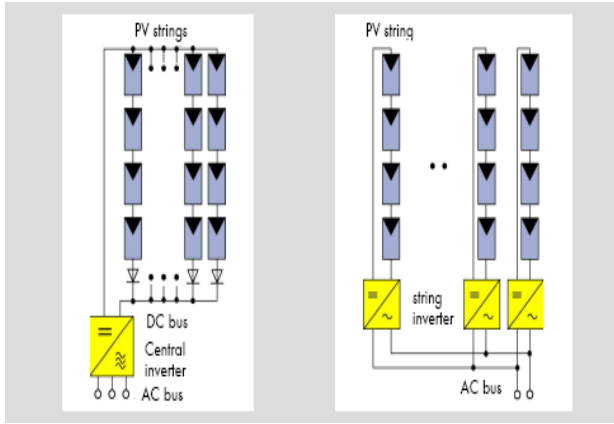
Çift yönlü elektrik sayaçları; evlerinde, iş yerlerinde, fabrikalarında güneş panelleri ve/veya rüzgâr türbini gibi elektrik enerjisi üreten cihazları kullanan kullanıcıları kapsıyor. Bu çift yönlü elektrik sayaçlarının diğer sayaçalardan ayıran en önemli özelliği, çift yönlü çalışabilmesidir. Elektrik şebekesinden gelen elektrik enerjisini ve üretilip şebekeye gönderilen elektrik enerjisini ölçer. Sayaç şebekeye gönderilen enerji teşvik kapsamında tüketimden düşürecek özelliktedir. Çift elektrik sayacının çalışma yapısı Şekil.4'te verilmiştir.

Eğer şebeke ile paralel çalışabilecek yenilenebilir bir enerji sistemine sahipseniz ( rüzgâr, güneş, rüzgâr+güneş ) çift yönlü elektrik sayaçları yardımıyla ürettiğiniz enerjinin fazlasını devlete satabileceksiniz. Günlük tükettiğiniz enerji miktarı ürettiğiniz enerji miktarından fazla ise çift yönlü elektrik sayacı tükettiğiniz enerji miktarını hafızasına kaydeder. Eğer ürettiğiniz enerji miktarı tüketiminizden fazla ise bu durumda bu fazla enerji şebekeye basılabilir. İşte bu durumda çift yönlü elektrik sayacı devreye girer ve şebekeye verilen enerji miktarını tüketiminizden düşer. Kullanımından da anlaşıldığı gibi çift yönlü elektrik sayacı çok kullanışlı ve faydalı bir cihazdır.



ŞEKİL.4 Çift yönlü sayacın çalışma prensibi [9]

## 2.ŞEBEKE BAĞLANTILI SİSTEM TASARIMI



ŞEKİL.5 PV sistem tasarımı [11]

- 1.Sistemin gücü ihtiyaçla değil, PV panellerin kurulabileceği alan büyüklüğü ile ya da bu sistemin kurulması için ayrılmış bütçe ile ilgilidir. Üretilen elektrik yüksek fiyatlı bir tarife üzerinden satılacağı için mümkün oldukça büyük bir sistem kurulmalıdır.
- 2.PV parça teknolojisinin seçilmesi: Farklı PV modellerinin verimleri ve sıcaklık kayıpları farklıdır.
- 3.Sistemin kurulacağı yer ve montaj konstrüksiyonu uygun seçilmelidir.
- 4.Sistemin kurulacağı alanın gün içindeki güneşlenme süresinin belirlenmesi.
- 5.İnverter konseptinin belirlenmesi.
- 6.İnverter gücünün belirlenmesi.
- 7.İnverter geriliminin hesaplanması.
- 8.Paralel PV dizi gruplarının sayısının belirlenmesi
- 9.Kablolama altyapısının oluşturulması.

## 3. TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Türkiye'nin yıllık enerji üretiminin 100 milyon MW olduğu düşünülürse bir saniyede dünyaya gelen güneş enerjisi, Türkiye'nin

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi (kcal/cm <sup>2</sup> -ay) (kWh/m <sup>2</sup> -ay)	Güneşlenme Süresi (saat/ay)
Ocak	4,45	51,75
Şubat	5,44	63,27
Mart	8,31	96,65
Nisan	10,51	122,23
Mayıs	13,23	153,86
Haziran	14,51	168,75
Temmuz	15,08	175,38
Ağustos	13,62	158,40
Eylül	10,60	123,28
Ekim	7,73	89,90
Kasım	5,23	60,82
Aralık	4,03	46,87
<b>Toplam</b>	<b>112,74</b>	<b>1311,00</b>
<b>Ortalama</b>	<b>308,0 cal/cm<sup>2</sup>-gün</b>	<b>3,6 kWh/m<sup>2</sup>-gün</b>
		<b>7,2 saat/gün</b>

ÇİZELGE.1 Türkiye'nin toplam güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı [1,2]

enerji üretiminin 1.700 katıdır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde (DM,) mevcut bulunan 1966–1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve Isınım şiddeti verilerinden yararlanarak EİE tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ısınım 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 yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir ve gerekli yatırımların yapılması halinde Türkiye yılda birim metre karesinden ortalama olarak 1.100 kWh'lik güneş enerjisi üretebilir. Çizelge.1'de Türkiye güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri aylara göre dağılımı verilmiştir.

Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güneydoğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Buna göre genel olarak Türkiye'nin en çok ve en az güneş enerjisi üretilen ayları sırası ile Haziran ve Aralık olmaktadır. Güneş enerjisi üretiminin yok denecek kadar az olduğu Karadeniz bölgesi dışında yılda birim metre karede 1.100 kWh'lik enerji üretilir ve toplam güneşli saat miktarı ise 2.640 saattir. Buna göre Türkiye'de toplam olarak yıllık alınan enerji miktarı ise yaklaşık 1015 kW saat kadardır. Ancak, bu değerlerin, Türkiye'nin gerçek potansiyelinden daha az olduğu, daha sonra yapılan çalışmalar ile anlaşılmıştır. 1992 yılından bu yana EİE ve DMII güneş enerjisi değerlerinin daha sağlıklı olarak ölçülmesi amacıyla enerji amaçlı güneş enerjisi ölçümleri almaktadırlar. EİE'nin ölçü yaptığı 8 istasyondan alınan yeni ölçümler ve DM, verileri yardımı ile 57 ile ait güneş enerjisi ve güneşlenme süreleri değerleri hesaplanarak bir kitapçık halinde sunulmuştur.



## 4. TÜRKİYE’DE GÜNEŞ ENERJİSİ

### Güneş Kolektörleri

Türkiye’de güneş enerjisinin en yaygın kullanımı sıcak su ısıtma sistemleridir. Halen ülkemizde kurulu olan güneş kolektörü miktarı 2001 yılı için 7,5 milyon m<sup>2</sup> civarındadır. Çoğu Akdeniz ve Ege Bölgelerinde kullanılmakta olan bu sistemlerden yılda yaklaşık 290 bin TEP ısı enerjisi üretilmektedir. Sektörde 100’den fazla üretici firmanın bulunduğu ve 2000 kişinin istihdam edildiği tahmin edilmektedir. Yıllık üretim hacmi 750 bin m<sup>2</sup> olup bu üretimin bir miktarı da ihraç edilmektedir. Bu haliyle ülkemiz dünyada kayda değer bir güneş kolektörü üreticisi ve kullanıcısı durumundadır. Güneş kolektörlerinin ürettiği ısı enerjinin birincil enerji tüketimimize katkısı yıllara göre Çizelge.2’de verilmiştir.

Yıllar	Güneş Enerjisi Üretimi (bin TEP)
1998	210
1999	236
2000	262
2001	290

**ÇİZELGE.2** Türkiye'nin yıllara göre güneş enerjisi üretimi [2]

## 5. TÜRKİYEDEKİ SON DURUM

Sistem maliyetleri Avrupa’daki maliyetlere yakın.

1. Teşvik ya da vergi indirimi olmadığından sektörün önu tıkalı.

2. Türkiye’de üretim olmadığı için teşvik yok. Cari açık problemi.

3. Teşvik olmadığı için pazar büyümüyor. Yatırımcı pazarı olmayan bir ürünün üretimine yatırım yapmıyor.

### Verimlilik

1. 13,3 milyar kWh teknik kayıp

2. 1,5 milyar kWh güneş potansiyeli

3. Sadece kayıpları azaltarak **150 milyon YTL kazanç** sağlayabilirdik. [5]

## 7. SONUÇ

Ülkemiz güneş enerjisi potansiyeli bakımından oldukça iyi bir durumda olmasına karşın bu durum yeterince iyi bir şekilde kullanılmıyor. Bunun sebebi kurumlar arası anlaşmanın yapılamaması ve devlet tarafından teşviğin olmamasıdır. Bu duruma rağmen çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır.

TSE güneş enerjisi ile standartları çıkarmaya başlamış olup ayrıca TÜBİTAK tarafından güneş arabaları yarışları düzenlenmektedir. Şimdiye kadar yapılmış çalışmaların ve edinilen tecrübelerin uygulamaya aktarılması ve bir düzen çerçevesinde

yapılabilmesi için güneş enerjisi ile ilgili bağımsız bir üst koordinasyon kurulunun kurulması ve bu kurulun bu konuda çalışan ve faaliyet gösteren tarafları bir araya getirip bilgi alışverişini sağlaması ve gerekli kanuni düzenlemelerin yapılmasını sağlamasının gerekliliği ortadadır.

Türkiye’de güneş enerjisinin kullanımı (sıcak su elde edilmesi dışında) genelde bilinmemekte, tanıtımı yapılmamakta ve devletçe teşvik edilmemektedir. Dolayısıyla, bu konuda hizmet verecek mühendislik, müşavirlik ve müteahhitlik firmaları ve ilgili sanayi gelişmemektedir. İlk yatırım giderleri yüksek olan, ancak yakıt masraflarının olmaması nedeniyle işletme masrafları bulunmayan çevre ile uyumlu, güneş kaynaklı enerji üretim sistemlerinin gerçekleştirilmesi için gerekli uzun vadeli finansman imkânı sağlandığında bu teknolojiler gelişecek ve enerji darboğazlarının konuşulduğu ülkemizde bu kaynaktan en üst seviyede faydalanmanın yolu açılmış olacaktır.

Ayrıca Devletçe, sadece güneş pillerinin değil diğer güneş enerjisinden faydalanma yöntemlerinin de tanıtılması, teşvik edilmesi ve gerekli kanuni düzenlemelerin yapılması gereklidir.

## KAYNAKLAR

[1] R. Wennersten, A. Spitsyna, “Potential for renewable energy in Turkey”, Royal Institute of Technology (KTH) <http://www.renet-project.eu>

[2] Elektrik isleri Etüt ,dairesi Genel Müdürlüğü Resmi internet sayfası, [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr), erişim: nisan 2006.

[3] Sen, Z., “Türkiye’nin Temiz Enerji imkânları”, Mimar ve Mühendis Dergisi, Sayı: 33, Nisan-Mayıs-Haziran, 6-12, 2004.

[4] Türkiye Çevre Vakfı, “Türkiye’nin Çevre Sorunları 2003”, Ankara, 2003.

[5] Enis Fakıoğlu ENISOLAR Enerji Ltd

1. Ulusal Enerji Verimliliği Forumu 16-17 Ocak 2009, İstanbul

[6] <http://www.turksan.com/gunes-enerjisi-solar-enerji-nedir.html>

[7] [http://www.eyt.com.tr/led\\_gunes.asp](http://www.eyt.com.tr/led_gunes.asp)

[8] Epia\_Techno\_leaflet\_FINAL\_WEB.pdf

European Photovoltaic Industry Association

[9] Özgür SARPDAĞ Makine Mühendisi (3e electrotech dergisinde yayımlanmıştır)

[10] <http://www.alternaturk.org/cift-yonlu-elektrik-sayaci.php>

[11] 5\_California\_Solar\_Business\_Delegation\_V ortrag\_Bernd\_Engel\_241007.pdf

[12] Yrd. Doç. Dr. Vehbi BÖLAT, Güneş Pillerinin Elektriksel Davranışı ve Fotovoltaik Sistemler