



MAKÜ FEBED  
ISSN Online: 1309-2243  
<http://febed.mehmetakif.edu.tr>

*Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 5 (1): 14-17 (2014)*

**Araştırma Makalesi / Research Paper**

## **Güneş Pili Kullanılarak Burdur'da Bir Evin Ortalama Elektrik İhtiyacının Karşılanması**

Ahmet Çıfci<sup>1</sup>, İbrahim Kırbas<sup>1</sup>, Barış İşyarlar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Burdur

<sup>2</sup>Ordu Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ordu

*Geliş Tarihi (Received): 07.12.2013, Kabul Tarihi (Accepted): 09.02.2014*

✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar: [ikirbas@mehmetakif.edu.tr](mailto:ikirbas@mehmetakif.edu.tr) (İ. Kırbas)*

☎ 0248 213 45 85 📠 0248 213 45 99

### **ÖZET**

Güneş enerjisi kullanarak enerji üretilmesi alternatif enerji kaynağı uygulamalarının en popüler olanıdır. Güneş enerjisinden doğrudan elektrik üreten fotovoltaiik pil uygulamaları giderek ivme kazanan uygulamalardır. Bu çalışmada Burdur'da yaşayan 4 kişilik bir ailenin elektrik tüketiminin güneş enerjisi ve fotovoltaiik pil uygulamasından karşılanması maliyet yönünden incelenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Güneş enerjisi, fotovoltaiik pil, maliyet analizi

### **Solar Cell Usage in a House in Burdur for Meeting Average Electricity Demand**

#### **ABSTRACT**

Energy production using solar energy is the most popular alternative energy source applications. Photovoltaic cell applications, which produce electricity directly from solar energy, have been increasingly gaining momentum. In this study, solar energy and photovoltaic cell application usage in a family of four in Burdur for meeting electricity demand in terms of cost is examined.

**Keywords:** Solar energy, Photovoltaic cell, Cost analysis

#### **1. Giriş**

Yalnızca bir günde evlerde, işyerlerinde, fabrikalarda tüketilen elektrik miktarını, ısıtmaya harcanan enerjiyi araçların kullandığı akaryakıt miktarını düşünün: milyonlarca araç, enerji harcayan milyarlarca eşya, dönen makineler, yanan ışıklar... Bunları üst üste koyduğumuzda karşımıza inanılmaz büyüklükte bir rakam çıkıyor. Bir de bu tüketimin onlarca yıldır her gün yapıldığını hesaplırsak dünyanın doğal kaynaklarının tükeneceği günlerin uzağımızda olmadığını anlarız. Son yıllara kadar enerji ihtiyacı sadece fosil kaynaklardan

karşılanıyordu. Son zamanlarda az da olsa yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı söz konusu olmuştur. Geleneksel enerji kaynakları dediğimiz fosil yakıtları hem gittikçe azalıyor hem de bu enerji türünün beraberinde yoğun çevre kirliliği yaratıyor ve biyolojik dengeyi bozuyor. Artan nüfus ve sanayileşmeden kaynaklanan enerji gereksiniminin klasik yöntemlerle karşılanamaması ve geleneksel enerji kaynaklarının bir süre sonra tükenecek olması araştırmaları yeni kaynaklara yöneltmeyi zorunlu hale getirdi (Desteknoloji, 2001).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreyi kirlenmemesinin yanı sıra tercih edilmelerini sağlayan önemli konu başlıkları; ülkelerin dışa bağımlılıklarını azaltması, yakıt giderlerinin olmaması, amortisman sürelerinin sonunda çok ucuz enerji sağlamalarıdır. Tüm bu avantajları nedeniyle gün geçtikçe yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi hızla artmaktadır (Başaran, 2013). 2004-2011 yılları arasında dünyada, yenilenebilir enerji alanında yapılan yeni yatırımlar yaklaşık %381 artışla 54 milyar dolardan 260 milyar dolar seviyesine ulaşmıştır. 2008 yılından beri dünyada ekonomik kriz olmasına rağmen, yenilenebilir enerji alanında dikkate değer yatırım yapılmaya devam edilmiştir (BNEF, 2012). Yenilenebilir enerji alanındaki yeni yatırımlar sektörel bazda incelendiğinde, rüzgâr ve güneş alanında yapılan yatırımların önde geldiği görülmektedir (Başaran ve Börekçi, 2013).

Bu yüzden yenilenebilir enerji kullanımı miktarını artırmak için gerekli çalışmaların yapılması gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının en büyüğü güneştir. Güneş enerjisi temiz bir yakıttır fakat sürekliliğinin olmaması yani kesintili olması en büyük problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bundan dolayı da elektriği üretip depolayabilen sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Direkt güneş kaynaklı elektrik üretiminin başlıca yolu "fotovoltaik pil" sistemleridir.

Son yıllarda fotovoltaik pil uygulamaları dünyada birçok ülkede giderek yaygınlaştı. Özellikle evsel elektrik tüketiminde güneş pilleri lider konumdadır.

Güneş enerjisinden dolayı ve dolaysız yoldan elektrik üretmek mümkündür. Dolaylı yoldan elektrik üretme yönteminde, yoğunlaştırıcılar ya da yansıtıcı aynalar yardımıyla etkisi artırılan güneş enerjisi, özel bir sıvıyı buharlaştırıyor ve elde edilen yüksek basınçlı buharla türbin döndürülüyor. Bu türbin bir elektrik jeneratörüne bağlanarak elektrik elde ediliyor. Ayrıca güneş enerjisi ile hidrojen üretilip, yakıt hücresi kullanarak hidrojeni elektriğe dönüştürmek de mümkün. Doğrudan elektrik üretme yönteminde ise güneş pili kullanılıyor. Bu alandaki Ar-Ge çalışmaları güneş pillerinin daha verimli kullanımı üzerinde yoğunlaşmış durumda (Desteknoloji, 2001). Üretilen bu elektrik enerjisi tüketim yerlerinde iki şekilde kullanımı mümkündür. Şebekeye bağımlı ve şebekeden bağımsız sistemlerdir.

Güneş pilleri, elektrik enerjisinin gerekli olduğu her uygulamada kullanılabilir. Güneş pili modülleri uygulamaya bağlı olarak, akümülatörler, inverterler, akü şarj denetim aygıtları ve çeşitli elektronik destek devreleri ile birlikte kullanılarak bir güneş pili sistemi (fotovoltaik sistem) oluştururlar. Bu sistemler, özellikle yerleşim yerlerinden uzak, elektrik şebekesi olmayan yörelerde, jeneratöre yakıt taşımanın zor ve pahalı olduğu durumlarda kullanılırlar.

Bu sistemlerde yeterli sayıda güneş pili modülü, enerji kaynağı olarak kullanılır. Güneşin yetersiz olduğu zamanlarda ya da özellikle gece süresince kullanılmak üzere genellikle sistemde akümülatör bulundurulur. Güneş pili modülleri gün boyunca elektrik enerjisi üreterek bunu akümülatörde depolar, yüke gerekli olan

enerji akümülatörden alınır. Akünün aşırı şarj ve deşarj olarak zarar görmesini engellemek için kullanılan denetim birimi ise akünün durumuna göre, ya güneş pillerinden gelen akımı ya da yükün çektiği akımı keser. Şebeke uyumlu alternatif akım elektriğinin gerekli olduğu uygulamalarda, sisteme bir inverter eklenerek akümülatördeki DC gerilim, 220V, 50Hz'lik sinüs dalgasına dönüştürülür. Benzer şekilde, uygulamanın şekline göre çeşitli destek elektronik devreler sisteme katılabilir (Üstündağ, 2003).

Şebeke bağlantılı güneş pili sistemleri yüksek güçte-sentral boyutunda sistemler şeklinde olabileceği gibi daha çok görülen uygulaması binalarda küçük güçlü kullanım şeklindedir. Bu sistemlerde örneğin bir konutun elektrik gereksinimi karşılanırken, üretilen fazla enerji elektrik şebekesine satılır, yeterli enerjinin üretilmediği durumlarda ise şebekeden enerji alınır. Böyle bir sistemde enerji depolaması yapmaya gerek yoktur, yalnızca üretilen DC elektriğin, AC elektriğe çevrilmesi ve şebeke uyumlu olması yeterlidir. Şebekeden bağımsız sistemlerde ise sadece üretilen elektriğin depolanıp kullanılması söz konusudur. Güneşin olmadığı gece saatlerinde akü üzerine depolanan elektrik kullanılır (Üstündağ, 2003).

Fantidis ve arkadaşları (2013) Yunanistan'ın 46 bölgesi için ortalama günlük küresel güneş ışınımını değerlendirmek için HOMER yazılımı (Hybrid Optimization Model for Electric Renewable - Elektrik Yenilenebilir Sistemler için Hibrid Optimizasyon) kullanarak yıllık enerji üretimini, ekonomik analizi ve çevresel faktörleri hesaplamışlardır. Akyüz ve arkadaşları (2009) ise ticari bir tavuk çiftliğinin enerji ihtiyacını karşılamak için Balıkesir iline ait güneş radyasyonu verilerini kullanarak hibrit bir sistemin teknolojik uygulanabilirliğini ve çevresel performansını değerlendirmişlerdir. Bir diğer çalışmada (Engin, 2010) ise Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü tarafından 1994-2000 yılları arasında ölçülen meteorolojik veriler kullanılarak Bornova'da bir evin ortalama elektrik ihtiyacını karşılamak üzere bir PV-rüzgâr hibrit enerji sistemi HOMER yazılımı kullanılarak incelenmiştir. Al-Karaghoulı ve Kazmerski (2010) de Güney Irak'ta yapılacak bir şebekeden bağımsız PV sisteminin analizini yapmış ve sistemin başlangıç maliyetini, jeneratör sisteminin net bugünkü maliyetini ve elektrik maliyetini hesaplamışlardır.

Bu çalışmada Burdur'da yaşayan 4 kişilik bir ailenin elektrik tüketiminin güneş enerjisi ve fotovoltaik pil uygulamasından karşılanması maliyet yönünden incelenmiştir

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada 01.05.2012-01.05.2013 tarihleri arasında Burdur'da yaşayan dört kişilik bir ailenin ortalama elektrik tüketimi temel alınarak maliyet çalışması yapılmıştır. Ailenin ortalama elektrik tüketimi için Akedaş (2013) verileri kullanılmış ve aylık bazda yıllık elektrik tüketimi Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Bir ailenin bir yıllık elektrik tüketimi (Akedaş, 2013)

Aylar	Elektrik tüketimi (kWh)				Fatura (TL)
	Gündüz	Puant	Gece	Toplam	
Mayıs 2012	62	93	65	220	71.40
Haziran 2012	120	77	81	278	88.90
Temmuz 2012	105	64	79	248	77.70
Ağustos 2012	146	86	87	319	102.20
Eylül 2012	40	54	48	142	50.10
Ekim 2012	93	68	58	219	79.10
Kasım 2012	114	77	62	253	91.80
Aralık 2012	133	91	73	297	107.80
Ocak 2013	105	69	61	235	84.30
Şubat 2013	110	82	69	261	94.50
Mart 2013	85	72	56	213	78.50
Nisan 2013	82	61	54	197	71.40
<b>Toplam</b>	<b>1195</b>	<b>894</b>	<b>793</b>	<b>2882</b>	<b>997.70</b>

Güneş pili teknolojisinin tek kristal silisyum, çok kristal silisyum, amorf silisyum, ince film (CuInSe, CdTe vb.) gibi çeşitleri bulunmaktadır. Çalışmada, en yaygın kullanıma sahip ve ekonomik açıdan en uygun olan çok kristal silisyum güneş pili tercih edilerek şebekeden bağımsız bir sistem tasarlanarak, sistem maliyeti ve gerekli cihazların maliyeti araştırılmıştır. Belirlemiş olduğumuz marka ve modeller için üç ayrı firmadan alınan fiyatlar neticesinde en uygun fiyatlı olanlar içinden bir sistem tasarlanmıştır. Yılda yaklaşık 3000 kWh üretim elde edeceğimiz bir sistemin maliyeti Tablo 2'de verilmiştir.

Şekil 1'deki solar enerjisi hesaplayıcı modülünde Türkiye'ye ait belirli iller üzerinden hesaplama yapılabilmektedir. Biz de Burdur iline enlem, boylam ve güneş ışınım şiddeti bakımından en yakın olan Antalya ilini kullanarak sistem üzerinden örnek bir hesaplama yaptık.

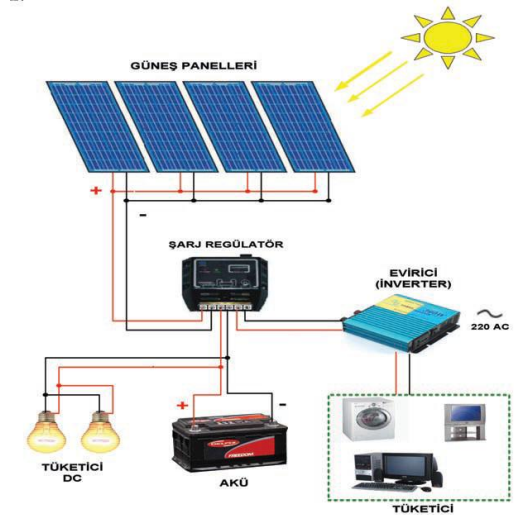
### 3. SONUÇLAR

Bu çalışma Burdur'da yaşayan 4 kişilik bir ailenin 1 yıllık elektrik kullanımının gerçek değerlerini baz alarak, bu tüketimin güneş pili ile karşılanmasını amaçlamaktadır (Şekil 2). Sistem saatte 2 kW günlük ortalama 8-10 kW elektrik üretecek şekilde tasarlanmıştır. Sistem bileşenlerini ve bu bileşenlere ait fiyatlandırma Tablo 2'de görülmektedir. Her bileşenin aynı özellikleri için üç farklı firmadan fiyat alınarak oluşturulan tablodan, en uygun malzeme seçilerek sistem oluşturulmuştur. Bu fiyatlandırma için montaj, işçilik ve sarf malzemesi (kablo vb.) gibi giderler dikkate alınmamıştır. Toplam tutar 11136 TL olarak belirlenmiştir. Elektrik dağıtım şirketinden alınan verilere göre aile yılda 2882 kWh elektrik kullanarak şirkete toplamda 997.70 TL fatura ödemiştir. Bu veriler değerlendirildiğinde tasarladığımız sistemin yatırım maliyetini geri ödemesi 11 yılda gerçekleşmektedir.



Şekil 1. 15 m<sup>2</sup> kristal teknoloji güneş pilinin 1 yıllık verimi (Ibcsolar, 2013).

Pillerin garanti süresi 20 yıldır ve genelde sistemlerin 35-40 yıl gibi kullanım süresine sahip olduğu düşünülürse yatırım maliyeti çıktıktan sonra uzun yıllar bedava elektrik kullanılabilir.



Şekil 2. Güneş panel sistemini oluşturan temel donanımlar (Köroğlu ve ark. 2010).

Tablo 2. Sistem için gerekli olan malzemeler ve fiyatları (TL cinsinden)

Malzeme Çeşidi	A Firması	B Firması	C Firması	Seçilen
	(Dijital Elektronik, 2013)	(Ekogüneş, 2013)	(Led Aydınlatma, 2013)	
<b>1 m<sup>2</sup> kristal güneş pili</b> (15 x 18 V 100 Watt)	5475	5625	5625	5475
<b>Akü</b> (6 x 12 V 200 AH kuru tip )	5580	4818	4284	4284
<b>Denetim birimi</b> (Şarj regülatörü 50 Amper)	485	477	650	477
<b>Inverter</b> (12V DC-230V AC/50 Hz 2500 W)	900	1090	967	900
			<b>TOPLAM</b>	<b>11136</b>

### 3. KAYNAKLAR

- Akedaş (2013). Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ş.
- Akyüz E., Bayraktar M., Oktay Z. (2009). Hibrid yenilenebilir enerji sistemlerinin endüstriyel tavukçuluk sektörü için ekonomik açıdan değerlendirilmesi: Bir uygulama, *BAÜ FBE Dergisi*, 11(2):44-54.
- Al-Karaghoulı A., Kazmerski L.L. (2010). Optimization and life-cycle cost of health clinic PV system for a rural area in Southern Iraq using HOMER software, *Solar Energy*, 84(4):710-714.
- Başaran, K. (2013). Bulanık Mantık Kontrollü Otonom ve Şebeke Bağlantılı Rüzgar-Güneş Hibrid Güç Sisteminin Optimizasyonu ve Adnan Menderes Üniversitesi Kampüs Alanında Uygulanması, *Doktora Tezi*, Güneş Enerjisi Anabilim Dalı, İzmir, 131 s.
- Başaran, K., Börekçi, S. (2013). 150 kW Şebeke Bağlantılı Çatı Kurulumlu Fotovoltaik Sistem Fizibilitesi, *2. Güneş Sempozyumu*, Antalya.
- BNEF (2012). The Future of Energy, 2012 Result Book, Bloomberg New Energy Finance, New York, 40p.
- Desteknoloji, (2001). Yenilenebilir Enerji Kaynakları, *DESTEKnoloji*, (Sonbahar-2001).
- Dijital Elektronik (2013). Erişim adresi: [www.dijitalelektronik.com](http://www.dijitalelektronik.com). Erişim Tarihi: 23.06.
- Ekogüneş (2013). Erişim adresi: [www.ekogunes.com](http://www.ekogunes.com), Erişim Tarihi: 23.06.
- Engin, M. (2010). Bornova için Güneş-Rüzgar Hibrid Enerji Üretim Sistemi Tasarımı, CBÜ Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 2(13):11-20.
- Fantidis, J.G., Bandekas, D.V., Potolias, C., Vordos N. (2013). Cost of PV Electricity – Case Study of Greece, *Solar Energy*, 91:120-130.
- Ibc Solar (2013). [http://www.abc-solar.com.tr/solar\\_enerji\\_hesaplayicisi.html](http://www.abc-solar.com.tr/solar_enerji_hesaplayicisi.html), Erişim Tarihi: 02.06.
- Köroğlu, T., Teke, A., Bayındır, K.Ç., Tümay M. (2010). Güneş Panelleri Sisteminin Tasarlanması *Elektrik Mühendisleri Dergisi*, 439:98-104.
- Led Aydınlatma (2013). Erişim adresi: [www.ledaydinlatma.com](http://www.ledaydinlatma.com), Erişim Tarihi: 23.06.
- Üstündağ, A. (2003). Güneş Enerjisi Uygulama Alanları, *Lisans Tamamlama Tezi*, Gazi Üniversitesi Makine Eğitimi Bölümü, Ankara.