

GÜNEŞ PANELİ SİSTEMLERİNİN TASARIMI

Tahsin Koroğlu, Ahmet Teke, K. Çağatay Bayındır, Mehmet Tümay
Çukurova Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

Fosil kaynakların hızlı bir şekilde tükenmesiyle; yakın gelecekte güneş, rüzgâr, dalga, biokütle, jeotermal, hidrolik ve hidrojen enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı büyük bir önem kazanacaktır. Güneş enerjisi kullanarak enerji üretilmesi yenilenebilir enerji kaynağı uygulamalarından en popüler olanıdır. Güneş kolektörleri, fotovoltaik hücreler ve güneş bacası uygulamaları kaynağı güneş olan enerji üretme yöntemlerindedir. Bu çalışmada, uygulama alanı her geçen gün artan fotovoltaik hücrelerle elektrik enerjisi

üreten sistemlerin tasarımı detaylı olarak sunulmuştur. Yük ihtiyacına en uygun donanımlar seçilerek; en verimli ve en ekonomik sistemin kurulabilmesi için gerekli detaylar ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

1. Giriş

Dünyanın en önemli enerji kaynağı güneştir. Güneşin ısınım enerjisi, yer ve atmosfer sistemindeki fiziksel oluşumları etkileyen başlıca enerji kaynağıdır. Dünyadaki madde ve enerji akışları güneş enerjisi sayesinde

de mümkün olabilmektedir. Rüzgâr, deniz dalgası, okyanusta sıcaklık farkı ve biokütle enerjileri, güneş enerjisinin değişim geçirmiş biçimleridir. Güneş enerjisi, doğadaki su döngüsünün gerçekleşmesinde de rol oynayarak, akarsu gücünü oluşturmaktadır. Doğal enerji kaynaklarının pek çoğunun kökeni olan güneş enerjisinden, ısıtma ve elektrik elde etme gibi amaçlarla doğrudan yararlanılmaktadır [1].

Güneş enerjisi çevre açısından temiz bir kaynak özelliği taşıdığından fosil yakıtlara alternatif olmaktadır. Yeryüzüne her yıl düşen güneş ısınım enerjisi, yeryüzünde şimdiye kadar belirlenmiş olan fosil yakıt haznelerinin yaklaşık 160 katı kadardır. Ayrıca yeryüzünde fosil, nükleer ve hidroelektrik tesislerinin bir yılda üreteceği enerjiden 15.000 kat kadar daha fazladır [1]. Ayrıca, güneş enerjisi hem bol, hem sürekli ve yenilenebilir hem de bedava bir enerji kaynağıdır. Bunların yanı sıra geleneksel yakıtların kullanımından kaynaklanan çevresel sorunların çoğunun güneş enerjisi üretiminde bulunmayışı bu enerji türünü temiz ve çevre dostu bir enerji yapmaktadır [1]. Yakıt sorununun olmaması, işletme kolaylığı, mekanik yıpranma olmaması, modüler olması, çok kısa zamanda devreye alınabilmesi (azami bir yıl), uzun yıllar sorunsuz olarak çalışması ve temiz bir enerji kaynağı olması gibi nedenlerle dünya genelinde fotovoltaik elektrik enerjisi kullanımı sürekli artmaktadır [1]. Güneş pilleri, halen ancak elektrik şebekesinin olmadığı,



yerleşim yerlerinden uzak yerlerde, jeneratöre yakıt taşımının zor ve pahalı olduğu durumlarda ekonomik yönden uygun olarak kullanılabilir. Bu nedenle genellikle sinyalizasyon ve kırsal elektrik ihtiyacının karşılanması gibi uygulamalarda kullanılmaktadır [2]. Ülkemizde çoğunluğu Orman Bakanlığı'nın gözetleme kuleleri, Türk Telekom, deniz fenerleri ve otoyol aydınlatmasında, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Muğla Üniversitesi, Ege Üniversitesi gibi kamu kuruluşlarında olmak üzere küçük güçlerin karşılanması ve araştırma amaçlı kullanılan güneş pili kurulu gücü 1 MW'a ulaşmıştır [3].

Güneş enerjisi teknolojisinin öneminin gün geçtikçe artması bu çalışmanın gerçekleştirilmesinin ana nedeni olup, yapılan literatür araştırmalarında ülkemizde güneş panel sistemleri ve bileşenlerine ait detaylı bilginin sunulmadığının görülmesi ve bu sistemlerin

tasarımı ile ilgili herhangi bir çalışmanın bulunmaması çalışmayı gerçekleştirmenin diğer önemli nedenlerindedir. Bu çalışmada şebekeden bağımsız bir güneş paneli sisteminde yer alması gereken bileşenler hakkında detaylı bilgi sunularak ve bu bileşenlerin seçiminde dikkat edilmesi gereken unsurlar tartışılmıştır. Ayrıca, yük ihtiyacı günlük ortalama 5 kW-saat olan bir ev için örnek bir tasarım yapılarak kurulum maliyeti hesaplanmıştır.

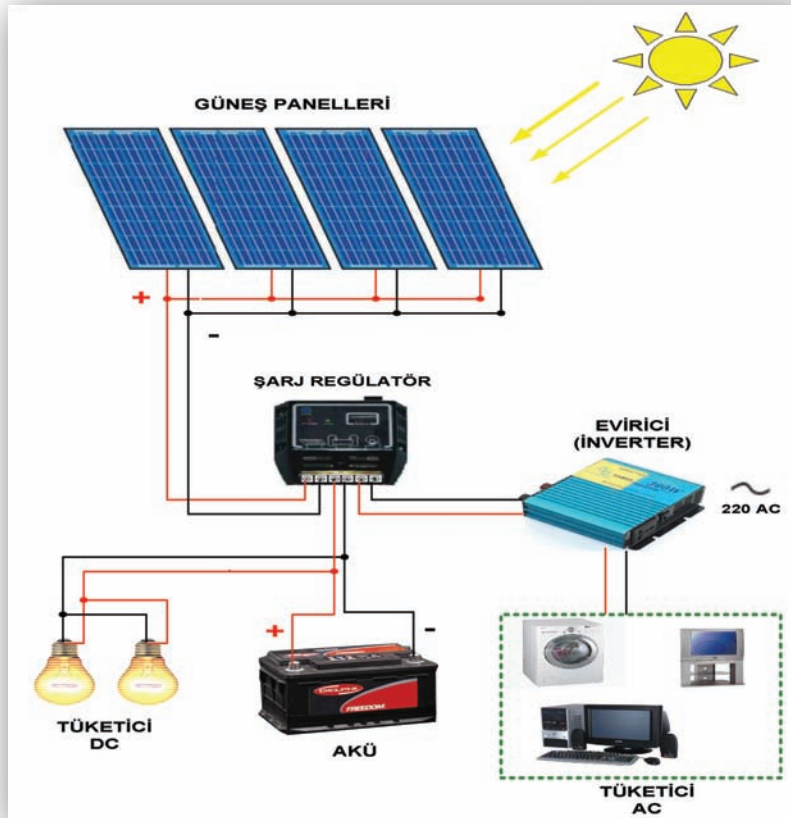
2. Sistem Bileşenleri

Güneş pili modülleri uygulamaya bağlı olarak, akümülatör, evirici (invertörler), akü şarj denetim aygıtları ve çeşitli elektronik destek devreleri ile birlikte kullanılarak bir güneş pili sistemi (fotovoltaik sistem) oluşturur [4]. 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 ve yüke gerekli olan enerji akümülatörden alınır. Akünün aşırı şarj ve deşarj olarak zarar görmesini engellemek için kullanılan denetim birimi (şarj regülatör) 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 evirici (invertör) eklenerek akümülatördeki DC gerilim, 220 V-50 Hz'lik sinüs dalgasına dönüştürülür. Benzer şekilde, uygulamanın şekline göre çeşitli elektronik devreler sisteme entegre edilebilir. Bazı sistemlerde, güneş pillerinin maksimum güç noktasında çalışmasını sağlayan maksimum güç noktası izleyici cihazı bulunur [4]. Sistemin temel elemanları aşağıdaki Şekil-1'de görülmektedir.

Şebeke bağlantılı güneş pili sistemleri yüksek güçte 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 satılabilir ve yeterli enerjinin üretilmediği durumlarda ise şebekeden enerji alınabilir. Böyle bir sistemde enerji depolaması yapmaya gerek yoktur, yalnızca üretilen DC elektriğin, AC elektriğe çevrilmesi ve şebeke uyumlu olması yeterlidir [4].

Bir evin günlük elektrik tüketimi kW-saat cinsinden hesaplanmaktadır. Evlerde kullanılan günlük ortalama enerji tüketimi değişim göstermektedir. Günlük elektrik tüketimi aylık elektrik faturasındaki tüketim miktarından yola çıkarak kW-saat cinsinden hesaplanabilir. Evlerde kullanılan her cihazın tükettiği güç bellidir. Örneğin, 10 adet 100 W'lık lamba seti saatte 1 kW-saatlik bir tüketim yapacaktır. Fotovoltaik panellerin de saatlik üretim miktarı aynı şekildedir. Örneğin, 8 adet 130 W'lık kapasiteye sahip panel saatte 1040 W-saatlik bir üretim yapacaktır.



Şekil 1. Güneş panel sistemini oluşturan temel donanımlar

2.1 Fotovoltaik (Güneş) Paneller

Güneş ışınlarını elektrik enerjisine çeviren ve sistemin ana elemanı olan ekipmandır. 1950'ler de %4 olan verimleri günümüzde %15 civarına gelmiştir. Verimleri güneşin 1000 W/m² enerji yaydığı bölgeye göre hesaplanmaktadır fakat Türkiye'de bu değer 1300 W/m² olduğundan verimleri daha iyi değerler almaktadır. 1 m² alanda kayıplar ihmal edilirse 195 Watt elektrik üretilebilir [3].

Türkiye şartlarında güneşlenme süresinin kışın 5 saat, sonbaharda 7 saat ve yazın 11 saat olduğunu göz önünde bulundurulursa (İllerin aylara göre son 20 yılın ortalamasını [5]' te sunulmaktadır); günlük ortalama yük ihtiyacı 5 kW-saat olan bir ev için; ortalama güneşlenme süresinin 6 saat olduğunu varsayılırsa saatlik 1 kW'lık üretim yapan bir güneş paneli sistemi tasarlanması evin enerji ihtiyacını karşılayacaktır. Paneller ancak optimum şartlarda optimum güçlerini verebilirler [6]. Panelin camının kirlenmesi, güneş ışınlarının sabah ve akşam dik açıyla gelmemesi, havanın çok sıcak ve çok soğuk olup verimin düşmesi gibi nedenlerden ötürü 1 kW lık panel günlük 5 kW-saatlik ihtiyacı rahatlıkla karşılayacaktır.

Tasarlanacak sistem kışın 5 saatlik güneşlenme süresinde günlük 5 kW-saat elektrik üretirken, baharda günlük 7 kW-saat, yazın 11 kW-saat elektrik üretimimiz söz konusu olabilecektir. Böylelikle baharda ve yazda kışın önceden belirlenmeyen diğer alanlarda elektrik kullanma olanağı doğacaktır. Örneğin, üretilen bu fazla enerji, aydınlatma ve temel elemanlar dışında su ısıtmada, yemek pişirmede ve klimada kullanılabilir [6].

Saatlik üretilmesi gereken elektrik miktarı 1 kW olarak belirlenmesinden sonra, panelin seçilmesi gerekmektedir. Araştırmalar sonucunda piyasada maksimum 220 Wattlık paneller bulunduğu görülmüştür [7]. 1 kW lık üretimi karşılamak amacıyla tasarlanan sistem



için en az 6 adet 175 W nominal çıkış gücünde paneller kullanılması gerekmektedir. Tasarımda Kyocera KC175 modeli kullanılmıştır. Bu panellerin MPP (maksimum güç noktası) geriliminin 23.6 Volt, MPP akımının 7.42 Amper, solar panel verimlerinin ise %15 olduğu bilinmektedir. [8]

Bir panelin boyu 1290 mm, eni de 990 mm'dir. Altı adet panelin toplam yüz ölçümü 7.8 m²'dir. Paneller eğimi her üç kurulum noktası için de 30 derecedir [8]. Bu panellerin piyasa fiyatının, yurtiçinde online satış yapan siteler araştırıldığında yaklaşık 2,28 Avro/W olduğu görülmüştür. Yani 175 W nominal çıkış gücündeki bir panel ortalama 400 Avro'ya alınabilir.

2.2 Akü Grubu

Aküler üretilen elektrik enerjisini depolamaya yararlar. Genel olarak üç

tipidir: Kuru (Flooded Lead Acid), AGM (Absorbed Glass Mat Sealed Lead Acid) ve GEL (Gelled Electrolyte Sealed Lead Acid). Ancak kuru tip akülerin Fotovoltaik sistemlerde daha çok tercih edilmektedir. Akülerin kapasiteleri amper-saat (Ah) olarak ifade edilir. Ömürlerini uzun tutmak için kapasitesi %50'nin altında iken şarj edilmelidir. Verimleri %90 civarındadır [3].

Güneş olmasa bile peş peşe güneşsiz geçecek günlerde ihtiyacını karşılayacak kadar akü kapasitesi gereklidir. 3 gün veya daha uzun süreyle arka arkaya güneş olmaması çoğu bölgede nispeten çok nadir olduğundan 3. güne de yetecek kadar fazla akü almak faydasına göre pahalı bir yatırımdır. Bunun yerine şebeke elektriğinin olduğu yerde 2 gün, olmadığı yerde 3 günlük ihtiyacını depolayacak kadar akü kullanımı uygun olacaktır. Bu da

günlük tüketimi 5 kW olan bir ev için 10 kW'ı karşılayacak akü kapasitesi demektir. 12 V 1200 Ah'lık akü grubu $12\text{V} \times 1200 \text{ Amper-Saat} = 14.400 \text{ watt}$ depolayabilir. Akülerde depolananın tamamını hatta %70'inden fazlasını kullanmak akünün yapısını kısa zamanda bozmaktadır. Bu yüzden 12 V 1200 Ah bir akü grubu tasarlanan sistem için ideal olacaktır [8].

Kapasitesi belli akü hücreleri birbirine bağlanarak daha yüksek kapasiteli bir akü grubu elde edilebilir. 12 V 1200 AH'lık bir akü grubunun 6 adet 12 V 200 Ah'lık akülerin paralel bağlanarak oluşturulması mümkündür. Paralel bağlama sözcüğüyle ifade edilen bu işlemde hücrelerin (+) kutupları birbirine, (-) kutupları da birbirine bağlanır. Yapılan iş aslında hücrelerin aynı cins plakalarını harici olarak birbirine bağlamaktır. Bu nedenle, elde edilen akü grubunun toplam kapasitesi, hücre kapasitesinin hücre adedi ile

çarpımı kadar olacaktır. Buna karşın akü grubunun gerilimi bir hücrenin gerilimi değerindedir. Şekil 2'de 12 V 200 Ah olan 6 hücrenin paralel bağlanarak 12 V 1200 AH kapasiteli bir akü grubunun nasıl oluşturulduğu görülmektedir [9]. Piyasada 12V 200 Ah akülerin fiyatının yaklaşık 283 Avro olduğu görülmektedir.

2.3 Akü Şarj Regülâtörü

Fotovoltaik panelden gelen akımı düzenleyerek aküye iletilmesini sağlar. Akünün tam dolmasını ve aşırı kullanımlarda deşarj (boşalmasını) olmasını engeller [3]. Bir regülâtör seçerken dikkat edilmesi gereken en önemli parametre, regülâtörün gerekli olan maksimum akıma dayanıklı olmasıdır. Seçilen regülâtörün, kullanılan batarya voltajı ile uyumlu olmasına da dikkat edilmelidir [10].

Şarj regülâtörleri kullanılacak sisteme göre 12V/24V/48V ve/veya 10A/20A/

40A/ 60A gibi değerlerde değişir. Şarj regülâtörleri aynı zamanda DC voltaj çıkışları olduğundan doğru akımla çalışan cihazlara direkt gerilim verirler. Şarj regülâtörlerinin LCD göstergeli modelleri de mevcuttur. LCD göstergelide anlık akü ve panel akım, akü ve panel voltajını ve akünün şarj durumunu gösterir [11]. Sisteme şarj regülâtör seçerken maksimum akımı göz önünde bulundurmak gerekir. Tablo 1'de kullanılan sisteme uygun şarj regülâtörü çeşitleri sunulmuştur [12].

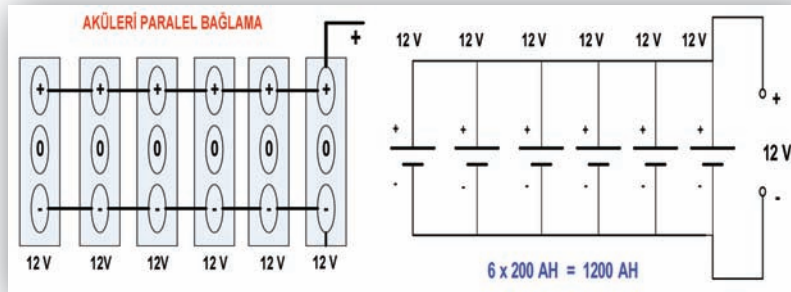
Tasarlanan sistem saatlik 1 kW güç üreten ve 12 V nominal gerilim değerine sahip olduğundan seçilecek şarj regülâtörü 12 V 60 A değerlerine sahip olmalıdır ve piyasada 200 Avro gibi bir fiyata temin edilebilir.

2.4 Evirici

Panellerin ürettiği DC enerjiyi evlerde kullanılan AC enerjiye (220V-50 Hz) çevirir. Tam sinüs özelliği de çamaşır makinesi, bulaşık makinesi ve buzdolabı gibi endüktif yükleri karşılamak ve bozmamak için gereklidir [6].

İnverterin gücü aynı anda çalışacağını düşünülen cihazların anlık toplam gücüne göre seçilmelidir. Örnek vermek gerekirse 2 kW çamaşır makinesi, 300 W televizyon ve 200 W lık lamba aynı anda çalıştırılmak istenirse 2500 W'lık bir inverter seçimi gerekecektir [6]. Kimi tasarımlarda inverter seçimi saatlik üretilen miktarla aynı yapılmaktadır. Örneğin saatlik üretim 1 kW ise inverter 1 kW güçte çalışacak şekilde seçilmiştir. Ancak saatlik üretim 1 kW olmasına rağmen aküde biriken güçten yararlanarak daha fazla güç tüketen bir cihaz kullanma ihtiyacı doğabileceğinden daha yüksek güçte çalışabilen bir inverter seçimi daha mantıklıdır.

İnverter seçimi daha da yüksek tutabilir ancak fiyat yönünden de uygun bir seçenek arandığından ortalama 2500 W'lık bir inverter kullanım için idealdir. Piyasada bu güçteki inverter fiyatı 460 Avro civarındadır.



Şekil 2. Akülerin paralel bağlanması

Tablo 1. Şarj regülâtörünün panel gücü ve nominal voltaj değerine göre seçimi

Nominal Gerilim Değeri	Panel Gücü	Maksimum Akım
12 V	153 W	9 Amper
	374 W	22 Amper
	544 W	32 Amper
	748 W	44 Amper
	1020 W	60 Amper
24 V	216 W	9 Amper
	748 W	22 Amper
48 V	340 W	5 Amper
	1088 W	16 Amper

2.5 Kablo Seçimi

Fotovoltaik sistemlerde kablonun seçimi ihmal edilmemesi gerekmektedir. Bilhassa DC (doğru akım) sistemlerin hesaplanmasında dikkat edilmesi gereken ana faktörlerinden birisidir ve dikkat edilmediğinde oluşan zararın maliyeti yüksektir. Fotovoltaik sistem kurumunda sistemin hesaplanması ve gereken ürünlerin seçimi kolay değildir ama genelde ihmal edilen ve ihmal edilmemesi gereken bağlantı ürünlerinin önemi fazlasıyla yüksektir. Bir sistemin maliyetini incelendiğinde, bağlantı parçalarının değeri yaklaşık %5 ile sınırlıdır. Fakat bağlantı ürünlerinde yanlış seçim yapıldığında, yangın tehlikesi ile karşı karşıya kalarak maddi zarara uğranabilir ve daha önemlisi insan hayatına zarar verebilir [13].

Solar sistem iki bölüme ayrılabilir: Sistem-Akü [SA] ve Akü-Tüketici [AT]. SA bölümü DC (doğru akım) bölümüdür ve genelde 12, 24 veya 48 V DC olarak kurulur. SA bölümünde güneş pilleri sayesinde üretilen elektrik akım, şarj regülatörü üzerinden akülere depolanır. Sistemim gücü 1000 W olarak alındığında ve sistem 12 V_{DC} olarak kurulmuş ise; $I = 1000 \text{ W} / \sim 17 \text{ V} = \sim 58 \text{ A}$. Burada akım panel gücünün panelde oluşan ve şarj regülatöründe düzeltilmemiş gerilime (17V) bölünerek hesaplanmıştır. Sistemde şarj regülatör bulundurulmasının temel sebebi de bu çıkış geriliminin regüle edilerek akünün nominal değerinde (12V) şarj olmasını sağlamaktır. Bu sistem için seçilmesi gereken bağlantı kablosunu en az 58 A akım taşıma gücüne sahip olması gerekmektedir [13].

Kablo kesitini hesaplamak için kullanılması gereken formül:

$$A[\text{mm}^2] = 0.0175 * 2 * L * P / (f_k * U^2) \quad (1)$$

A = İletken Kesiti

$f_k[\%]$ = İletken Kaybı

0,0175 = Bakır için spesifik direnç
[Ohm \times mm² / m]

L[m] = Kablo uzunluğu

P[W] = Kablo tarafından alınması gereken güç

U[V] = Sistem Voltajı



Tablo 2. Solar panel sistemlerinde kablo seçimi

Kablo Uzunluğu [m]	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9
Amper [A]	Kablo Kesiti [mm ²]							
0-20	2,5	6	6	6	10	10	10	10
21-36	6	6	10	10	20	20	20	35
37-50	6	6	10	10	20	20	20	35
51-65	10	10	20	35	35	35	35	35
66-85	20	20	35	35	35	35	35	35
86-105	20	20	35	35	35	35	35	35
106-125	35	35	35	35	35	35	35	35
125-150	35	35	35	35	35	35	35	35
151-200	35	35	50	50	50	50	50	50

Verilen formüle göre yapılacak hesaplamalarla kullanılacak kablo kesiti bulunabilir. Formülde kullanılan veriler bilgisayar ortamında hesaplanarak pratik bir tablo oluşturulmuştur. Tablo 2'de çeşitli amper ve kablo uzunlukları için gereken ve standart olan kablo kesitleri sunulmuştur.

Tabloda 2'de görüldüğü gibi saatte 58 A akım taşıma gücüne sahip olması gereken saatte 1 kW güç üretecek şekilde tasarlanan güneş paneli sistemi için 4 metreden uzun mesafeler için 35 mm² kesitinde kablo kullanılması uygun görülmektedir.

3. Kurulum Maliyeti Hesabı

Tablo 3'te saatte 1 kW güç üretebilen ve ortalama 4 kişilik bir ailenin elektrik ihtiyacını karşılayabilecek (günlük ortalama 5 kW-saat) bir sistem tasarımı için seçilen sistem bileşenlerinin maliyetleri hesaplanmaktadır [7].

Hesaplanan toplam malzeme gideri 10.670 TL olarak bulunmuştur. Ancak, hesaplara kablo fiyatı dâhil edilmemiştir. Kullanılacak kablo uzunluğunun uygulanacak mekâna göre değişiklik göstermesinden dolayı kablo fiyatı,

Tablo 3. 1 kW güç üretebilen sistemin maliyetinin hesaplanması

Donanım	Özellik (Güç-Akım)	Fiyat
Fotovoltaik hücreler	6 x 175 W = 1050 W	2400 Avro
Akü Grubu	6 x 12 V 200 AH = 12 V 1200 AH	1700 Avro
Akü Şarj Regulator	12 V 60 A	200 Avro
Evirici (Inverter)	12 V DC - 230 V AC / 50 Hz 2500 W	460 Avro
Toplam Maliyet	4760 Avro + KDV = 5616 Avro (1 Avro =1,9 TL)	10.670 TL

sigorta ve akü gücü göstergesi gibi donanımlar toplam maliyete dâhil edilmemiştir. Bunun yanında ilk montaj için işçilik maliyeti de hesaplamada yer almamaktadır.

4. Öneriler

Fotovoltaik pazarı dünyanın en dinamik sektörlerindedir. Son yıllarda bu pazar yılda %35 büyümektedir. Yeterli destek ve teşvik mekanizmaları ile 2010 yılında küresel yıllık pazarın 5.6 gigawatt olması beklenmektedir. Fotovoltaik sistem fiyatlarının her yıl %5 azalacağı öngörülmektedir; böylece her geçen yıl daha da büyüyen bir sektör olacaktır [11].

Küresel fotovoltaik piyasası liderleri Almanya, ABD ve Japonya'dır. Ancak şimdiden büyüyen yeni piyasalar çıkmaktadır. İspanya, İtalya, Fransa ve Yunanistan'ın önümüzdeki yıllarda bu sektöre büyük yatırımlar yapacağı bilinmektedir [14].

PV sistemleri ya tek başlarına, ya da elektrik şebekesine bağlı olarak kullanılabilirler. Bu iki sistemde PV'nin kullanımı çok farklıdır. Tek başına kurulan PV sistemler, elektrik şebekesine bağlı olmayan konutlar içindir ve tüm



elektrik ihtiyacını karşılarlar. Gündüz üretilen elektrik, akülerde depolanır ve ihtiyaç duyuldukça, özellikle geceleri kullanılır [14].

Şebekeye bağlı sistemler ise genelde ihtiyacın %50'si veya biraz daha fazlasını karşılayacak şekilde projelendirilir. Bu sistemler illa ki tüm elektrik ihtiyacını karşılamak üzere projelendirilmezler çünkü daha büyük bir

sistem daha masraflı olur. Şebekeye bağlı sistemlerde, üretilen fazla elektrik, şebekeye geri verilir/satılır. Elektrik ihtiyacı olduğunda ise şebekeden satın alınır [14].

Temmuz 2008'de yürürlüğe giren 5784 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında 500 kW'a kadar elektrik üretimi için Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'ndan (EPDK) lisans alınması zorunluluğu kaldırılmıştır. Şirket kurma zorunluluğu olmadan şahısların kendi ürettiği elektriğin kullanımdan artan kısmını Enerji Bakanlığı'na satabilmesi konusunda proje yürütülmektedir. Proje kapsamında Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) iletim sistemi planlamasında, güneş pilinin elektrik sistemine entegrasyonu için çalışmalar yapılacaktır [11].

Tablo 4. Enerji tüketen cihazlar

Cihaz	Süre (Ortalama)
4 Adet 20 W tasarruflu Ampul	6 Saat
1 Adet 51 Ekran Televizyon	3 Saat
1 Adet Bilgisayar	4 Saat
1 Adet Çamaşır/Bulaşık Makinesi	1 Saat
1 Adet No-Frost Buzdolabı	12 Saat

Enerji Bakanlığı güneş pillerinin ve yoğunlaştırıcı güneş termik santrallerinin desteklenmesine yönelik çıkaracağı yeni bir yönetmelik ile farklı düzenlemeler yapacaktır. Buna göre Enerji Verimliliği Kanunu'nda öngörülen en az 5 Avro Sent'lik alım garantisi daha üst seviyelere çıkarılacaktır. Bunun anlamı ise, güneş pillerinden üretilen elektriğin devlete, satın alınan fiyattan daha yüksek bir fiyata satılacak olunmasıdır. Kurulacak PV sistemin büyüklüğüne göre, ihtiyaçtan daha fazla elektrik üretilerek, maddi kazanç elde edilebilecektir. Bu da PV sistemlere yapılan ilk yatırımın daha kısa sürede geri ödenmesi anlamına gelmektedir [14].

Mevcut koşullarda bir evin tüm elektrik ihtiyacını PV sistemle karşılamak için 10000 -20000 Avro arasında bir ilk yatırım masrafı yapmak gerekmektedir. Bu ilk yatırımın geri ödemesi 6-10 yıl arasındadır. PV güneş panellerinin garantisi ise en az 18 yıldır ve genelde 35-40 yıl kullanımları vardır. İlk yatırım masrafı çıktıktan sonra, yıllarca bedavaya bu enerjiyi kullanmış olunacaktır [14].

Tasarlanan sistem saatte 1 kW elektrik üretimi gerçekleştiren günlük ortalama 5 kW-saat elektrik tüketilmesine olanak sağlayan bir sistemdir. Sistemin enerji ihtiyacını karşılayabileceği elektronik ekipmanlar Tablo 4'te listelenmiştir.

Hareketli parçalar içermediğinden PV sistemlerin bakımı oldukça basittir. Şebekeye bağlı sistemler için yapılması gereken sadece panellerin temiz tutulmasıdır. Tek başına sistemlerde ise akülerin belirli aralıklarla bakım-kontrolü gereklidir [14].

5. Sonuç

Güneş enerjisi sistemleri en temiz ve güvenilir enerji kaynaklarından biridir. Ülkemiz güneşlenme süresi yönünden çok iyi bir bölgededir ve güneş enerjisi sistemleriyle ilgili birçok uygulamada birçok teşvik ve proje imkânları bulunmaktadır. Ayrıca enerjide dışa bağımlılığı azaltmakta, çevre protokollerine uyum göstermekte ve ulaştırılması güç kırsal yerlerin elektrik enerjisi kullanımına olanak vermektedir.

Kaynağı güneş enerjisi olan güneş paneli tabanlı sistemlerin kullanımı gün geçtikçe artmakta ve sistem kurulum maliyeti azalmaktadır. Bu çalışmada güncel bir konu olan güneş panel sistemlerinin tasarımı günlük ihtiyacı ortalama 5 kW-saat olan bir ev düşünülerek yapılmıştır. Sistem bileşenleri, bu bileşenlerin seçimi hakkında detaylı bilgiler sunulmuş ve maliyet unsuru değerlendirilmiştir. Böylelikle güneş paneli sistemi tasarımı ile ilgilenen kişiler için faydalı bir çalışma hazırlanmıştır.

Referanslar

- [1] Varınca, Kamil B.; Gönüllü, M. Talha "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
- [2] www.eie.gov.tr, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Resmi internet sayfası
- [3] <http://www.gunessistemleri.com/fotovoltaikekipman.php>, Güneş Enerjisi ile Elektrik Üretimi ve Ekipmanları,
- [4] http://www.ferhatenerji.com/pdf/info_articles21.pdf, Güneş Enerjisi Sistemleri ve Sistem Verim Artırma Çalışması,
- [5] www.meteor.gov.tr
- [6] re-enerji.blogspot.com
- [7] www.cimo.com.tr
- [8] www.akademimuhendislik.net
- [9] <http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/bataryalar/aku.htm>
- [10] <http://www.ardenergy.com>
- [11] <http://gunesenerjisi.elektromarket.web.tr/>
- [12] <http://www.etaengineering.com>
- [13] <http://www.gunes-pili.com/tr/teknoloji/bilim/199-kablo-deyip-gecme.html>
- [14] http://www.benkoltd.com/suyapo/TemizEnerji/Gunes_Elektrik/gunes_enerji1.asp ◀

