

Mersin İli'nde Kullanılan Yer Değiştirebilir Ofis-Konteyner Elektrik İhtiyacının Güneş Pili Sistemi ile Karşlanması ve Maliyet Analizi

Bengi GÖZMEN ŞANLI^{*1}, Elif TURNA DİLSEL²

¹Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Mersin

²Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Mersin

Geliş tarihi: 12.01.2018

Kabul tarihi: 29.06.2018

Öz

Enerji, günümüzün temel ihtiyaçlarının başında yer almaktadır ve kullandığımız enerjinin büyük bir kısmı fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Fosil yakıt rezervlerinin sınırlı oluşu ve bu yakıtların çevreye verdikleri zararlar alternatif enerji kaynakları arayışına neden olmuştur. Güneş enerjisi kullanarak enerji üretilmesi, alternatif enerji kaynaklarının en popüler olanıdır. Güneş pili sistemleri; güneş panelleri, aküler, şarj regülatörleri ve dönüştürücüler (inverter) gibi temel elemanlardan oluşan, güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Bu çalışmada, güneş ışınım potansiyeli dikkate alınarak yapılan sınıflandırmada 1. Kuşak olarak adlandırılan bölgede yer alan Mersin İli'nde değişik bölgelerde ofis olarak kullanılan şantiye konteynerlerinin elektrik ihtiyaçlarını karşılamak üzere güneş pili sistemi tasarlanmış ve ekonomik analizi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, Yenilenebilir enerji, Fotovoltaik pil, Maliyet analizi

Solar Cell Usage in an Office Conteyner in Mersin for Meeting Electricity Demand and Cost Analysis

Abstract

Energy is at the top of the today's basic needs. The vast majority of this energy is derived from fossil fuels. The limited resources and harmful effects of these fuels on the environment have forced to search for alternative energy sources. Energy production using solar energy is the most popular alternative energy sources. Photovoltaic cell systems converting the solar energy into the electricity energy directly consist of solar panels, batteries, charge regulators and inverters. In present study, photovoltaic cell system has been installed to supply the electricity demand of a container used as an office at different work sites in Mersin and the cost of the system has been calculated.

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

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Bengi GÖZMEN ŞANLI, bengigozmen@mersin.edu.tr

1. GİRİŞ

İnsanoğlu hayatta kalmak ve alışlagelmiş yaşam standartlarının devamlılığını sağlamak için birçok farklı alanda kullanılmak üzere enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Günümüzde teknolojinin de gelişmesiyle bu ihtiyaç günden güne artmaya devam etmektedir ve bu enerjinin büyük kısmı fosil yakıtlarla sağlanmaktadır. Fakat fosil yakıt rezervlerinin sınırlı olması ve çevreye önemli oranda zarar vermesi insanlığı alternatif enerji kaynakları bulmaya zorlamıştır. Kuşkusuz alternatif yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en güncel ve en çok uygulama alanı bulunan güneş enerjisidir[1].

Güneş enerjisinin; tükenmeyen, çevre kirliliğine neden olmayan, işletme masraflarının az ve çok geniş coğrafi alanda uygulanabilir olması gibi avantajlarından dolayı, günümüzde güneş enerjisi üzerine birçok çalışma ve uygulama mevcuttur. Bu çalışmaların başında farklı alanlarda güneş pilleri uygulamaları yer almaktadır. Güneş pilleri, üzerlerine düşen güneş ışınları ile uçlarında elektrik gerilimi oluşturan ve elektrik enerjisi üretebilen cihazlardır [2]. Güneş pilleri birçok farklı alanda kullanılmaktadır.

Öztürk [3], bir karavanın elektrik ihtiyacını karşılamak üzere güneş pilleri sistemi tasarlamış ve ekonomik olarak analiz etmiştir.

Beyoğlu [4] Balıkesir İli'nde güneş enerjisi potansiyelini incelemiş ve maksimum güç takip sistemli sabit ve 2-eksenli iki fotovoltaik güneş sistemi kurmuş ve bu sistemlerin verimlerini karşılaştırmıştır. Kandilli ve arkadaşları [5], fotovoltaik termal sistemlerden en yüksek verimin elde edilmesi ve optimum çalışma koşullarında işletilmesi üzerine hem deneysel hem de bilgisayar ortamında modelleme çalışmaları yapmışlardır. Çifci ve arkadaşları [6]Burdur'da yaşayan 4 kişilik bir ailenin elektrik tüketiminin güneş enerjisi ve fotovoltaik pil uygulamasıyla karşılanması üzerine bir çalışma yapmış ve sistem maliyetini hesaplamışlardır. Alkan ve arkadaşları[7], elektrik ihtiyacı fotovoltaik sistemle sağlanacak Düzce ilçesinde yer alan bir konut için elektriksel olarak

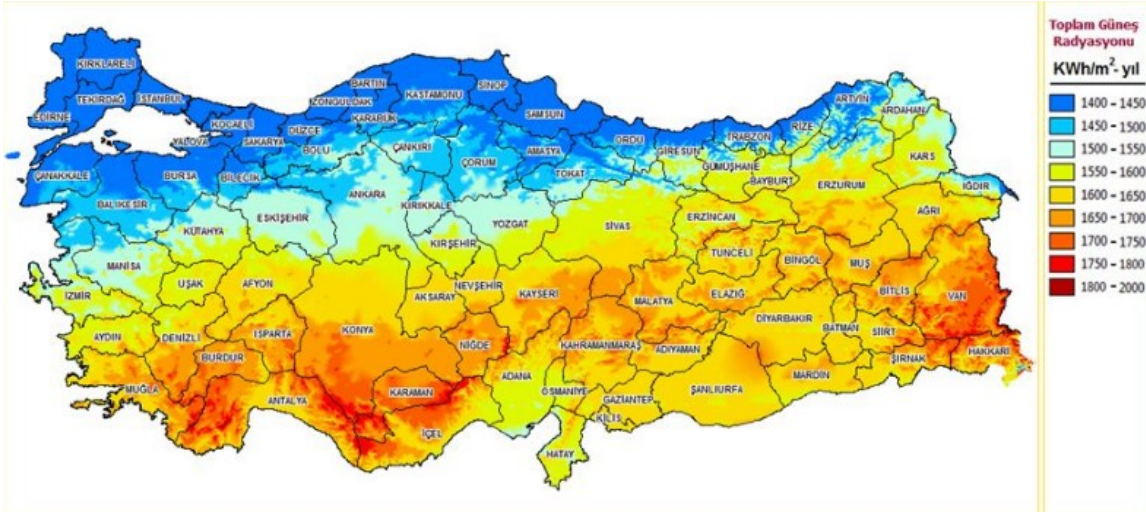
projelendirme, matematiksel analiz ve fizibilite çalışması gerçekleştirmişlerdir. Fotovoltaik sistemlerle ilgili farklı alanlarda yapılan çalışmalardan biri de Şanlı ve diğerleri[8] tarafından yapılan Akdeniz bölgesinde kullanılmak üzere bir mikro sulama sisteminin ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisini fotovoltaik bir sistemle karşılanması çalışmasıdır. Bu çalışmada fotovoltaik sistem bir havuz kullanarak ve bir de havuzsuz çalışacak şekilde dizayn edilmiş, maliyet analizleri yapılmış ve maliyetleri kıyaslanmıştır. Kutlu[9] en fazla güneş ışınımı alan illerden biri olan Isparta'da evlerin elektrik ihtiyacını sağlamak için güneş pili sistemi tasarımı yapmış ve 25 yıllık bir dönem dikkate alındığında güneş pili sistemi için yapılan ilk yatırım maliyetinin, ödenecek elektrik faturası bedelinden çok daha az olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmada güneş ışınım potansiyelinin en yüksek olduğu 1. Kuşakta yer alan Mersin İli'nde ofis olarak kullanılan şantiye konteyner yapılarının elektrik ihtiyacını karşılayabilen güneş pili sistemi tasarlanıp ekonomik analizi yapılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Türkiye'de Güneş Enerji Potansiyeli

Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre çok daha zengin durumdadır. Enerji Kaynakları Etüt Dairesi Başkanlığı tarafından yapılan çalışmada; Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresinin 2640 saat(günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddetinin 1,311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olduğu belirtilmiştir. Şekil 1'de gösterildiği gibi Türkiye'de güneş enerjisi potansiyeli bölgeden bölgeye oldukça farklılık göstermektedir. Yapılan ölçümlere göre, Türkiye'nin %63'ünde 10 ay, %17'sinde ise 1 yıl boyunca güneş enerjisinden yararlanılabilir[11]. Türkiye'nin en fazla güneş ışınımı alan bölgesi 1. Kuşak olarak adlandırılan Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi, en az güneş enerjisi potansiyeline sahip bölge Karadeniz Bölgesi'dir [10].



Şekil 1. Türkiye güneşlenme haritası [EİE]

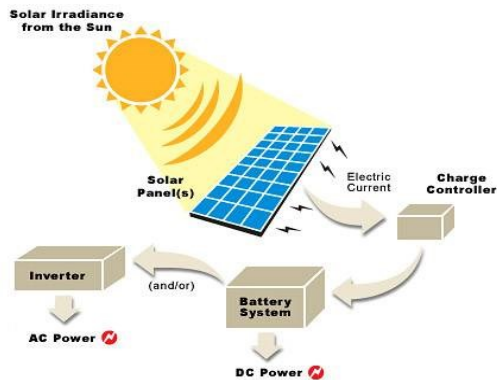
Bu çalışma, 300'den fazla güneşli gün görerek 1. kuşakta yer alan Mersin İli için gerçekleştirilmiştir. Mersin İli için aylık ortalama güneş ışınım

değerleri ve güneşlenme süreleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Mersin İli için aylık ortalama güneş ışınım değerleri ve güneşlenme süreleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C)(DMİ)	10,5	11,0	13,8	17,7	21,5	25,2	27,9	28,2	25,8	21,4	15,9	11,9
Aylık ortalama ışınım değerleri (kW/m ²)(EİE)	3,08	3,83	5,33	6,47	7,47	7,94	7,75	7,28	6,03	4,61	3,42	3,25
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)(DMİ)	4.5	5.4	6.5	7.4	8.4	10.1	10.1	10.1	9.2	7.5	5.6	4.5

2.2. Güneş Pili Sisteminin Tasarım Hesapları



Şekil 1. Güneş pili sisteminin şematik gösterimi [18]

Güneş pili, fotovoltaik ilkeye dayalı olarak üzerine düşen güneş ışınının etkisiyle uçlarında elektrik oluşturarak elektrik enerjisi elde eden bir yarı iletken kristaldir. Güneş pili sistemi; güneş paneli, akü, şarj regülatörü, inverter (çevirici) ve çeşitli elektronik destek devrelerinden oluşmaktadır. Güneş pili sistemlerinden elde edilen çıkış geriliminin kullanımı genel elektrik şebekesine bağlı ve şebekeden bağımsız olarak iki farklı şekilde tasarlanabilir. Şebekeden bağımsız sistemlerin gün ışığı haricinde çalışmasını sağlamak için enerji akü ile depolanırken, şebekeye bağlı sistemlerde aküye ihtiyaç duyulmaz[12]. Güneş pili sistemlerinde üretilen enerjinin tamamı iletilecek sisteme aktarılamaz. Bu

kaybolan enerjinin miktarı, sistemi oluşturan ekipmanların verimliliklerine bağlıdır. Bu nedenle ekipman seçilirken verimlilikler mutlaka dikkate alınmalıdır. Günümüzde kullanılan güneş paneli verimliliği (η_{pv}) %80, akü verimliliği (η_{aku}) %80 ve inverter verimliliği (η_{inv}) %90 civarındadır [7].

Bir güneş pili sistemi tasarımının ilk aşamasında, güneş paneli seçimi yapılır. Panel seçiminden sonra üretimi hedeflenen enerji miktarına ve panel verimine göre panel sayısı belirlenir. Fotovoltaik güç sistemlerinde, güneş ışınım miktarı sürekli değiştiği için güneş panellerinden her zaman aynı verimle yararlanmak mümkün olmadığından güneş akülerine ihtiyaç duyulmaktadır. Akülerin ekonomik değerleri ve özellikleri dikkate alınarak uygun akü ve akü sayısı seçimi yapılır. Aküyü aşırı şarjdan ve elektrik boşalmasından korumak için uygun şarj regülatörü belirlenir. En son aşamada

ise, inverter kapasitesi belirlenir. Güneş pili sistemlerinde, güneş enerjisinden elde edilen elektrik enerjisi doğru akımlıdır. Fakat günlük hayatta kullanılan cihazların çoğu alternatif akımla çalışmaktadır. Bu nedenle, bu sistemlerde uygun kapasiteli inverter mutlaka kullanılmalıdır.

Bu çalışmada, güneş pili sistemi tasarımı için, yılın en kötü ayına yani Ocak ayına ait günlük güneş ışınım değeri (Wh/m^2) dikkate alınarak sistem verimi hesaplanmış ve buna göre sistem tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Ülkemizin güneyinde; güneş ışınım potansiyeli olarak 1.kuşak olarak nitelendirilen bölgede yer alan Mersin ilinde haftanın 5 günü, günde 7 saat ofis olarak kullanılan ofis konteynerinin elektrik ihtiyacı Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Konteynerde günlük kullanılan cihazların harcadığı toplam elektrik enerjisi

Elektrikli Cihaz	Çalışma Süresi	Gücü	Haftalık Toplam Güç
Split Klima	5 gün	1620W	8100 Wh
Bilgisayar	5 gün	250 W	1250 Wh
Çay-Kahve Makinesi	7 saat	1000 W	7000 Wh
55 ekran televizyon	3saat	150 W	450 Wh
Aydınlatma	7 saat	60 W	420 Wh
Haftalık Enerji Toplamı			17220 Wh
Günlük Enerji Toplamı			2460 Wh

Şantiyelerde kullanılan ofis konteyner elektrik ihtiyacı için tasarımı yapılan güneş pili sisteminde; Shell SQ-75 paneli ve EBP190 akü modeli tercih edilmiştir ve bunlarla ilgili özellikler Çizelge 3 ve Çizelge 4'te verilmiştir. Kullanılması planlanan Shell SQ-75 panelinin alanı (GPA); ($1,2 \text{ m} \times 0,527 \text{ m} = 0,6324 \text{ m}^2$) dir. Bu değer güneş panelinin verimini hesaplamak için kullanılmaktadır.

$$\eta_{GP} = \frac{P_{max}}{GPA \times H} \times 100 \quad (1)$$

Bu denklemdeki diğer parametreler; panel maksimum gücü (P_{max}) ve ışınım değerleridir (H) [1].

Eşitlik 1'de ihtiyaç duyulan panel maksimum gücü ise;

$$P_{max} = I_{max} \times V_{max} \quad (2)$$

denkleminde görüldüğü gibi maksimum akım ve maksimum gerilimin çarpımından elde edilmektedir [13]. Güneş panelinin verimi belirlendikten sonra ise sistem verimi hesaplanır.

$$\eta_{sis} = \eta_{GP} \times \eta_{aku} \times \eta_{inv} \quad (3)$$

Bu denklemde, η_{GP} ; güneş paneli verimini, η_{aku} ; akü verimini, η_{inv} ; inverter verimini ifade eder. Bu değerlerin çarpımı ile sistem verimi hesaplanır [7].

Çizelge 3. SQ-75 Güneş paneline ait teknik veriler [15]

Shell SQ-75 Paneli; 36 adet 125mmx125mm PowerMaxmonokristal silikon güneş hücrelerinin seri bağlanması ile oluşur. Bu pillerin garanti süresi 25 yıldır.(Shell Solar)								
Panel Modeli	P _{max}	V _{pp}	I _{pp}	I _{sc}	V _{oc}	Sıcaklık kaybına bağlı güç kaybı	NOCT	Fiyat
SQ-75	75W	17V	414A	4,8A	2,17V	%-(0,6°C)	46°C	449\$

Çizelge 4. EBP 190 akü modeli için teknik veriler [15]

Akü Modeli	Firma	Kapasite	Fiyat
EBP 190	BP SOLAR	190Ah	91\$

PV sistem tasarımının temelini oluşturan güneş paneli sayısı;

$$PS = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı} \times \eta_{\text{sis}}}{P_{\text{max}} \times \text{Günlük Güneşlenme Süresi}} \quad (4)$$

Eşitliğinden elde edilir ve panel sayısı belirlendikten sonra gerekli olan akü sayısı bulunur[14]. Akü sayısı hesaplanırken akü kaybı %10 olarak dahil edilir. Akü gerilimi ise 12V olarak alınmıştır [15]. Çıkış gücü 1200W değerine kadar olan sistemlerde DC voltaj 12V, çıkış gücü 1200W-2400W aralığında olan değerlerde DC voltaj 24V, 2400W-4800W aralığında ise DC voltaj 48 V olarak alınır [16].

$$AS = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı} \times \text{Akü Kayıpları}}{\text{Akü Gerilimi} \times \text{Akü Kapasitesi}} \quad (5)$$

Akü cinsi ve sayısı belirlendikten sonra inverter (çevirici) kapasitesi belirlenir. Kapasite hesabı yaparken çeviricinin kendisinden kaynaklanan kayıplar %10 olarak sisteme dahil edilir [14].

$$\text{ÇK} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı} \times \text{Çevirici Kayıpları}}{\text{Günlük Güneşlenme Süresi}} \quad (6)$$

Akülerin sistem içinde düşük veya fazla şarjdan korunmasını sağlamak amacıyla kullanılan şarj regülatörünün kapasitesi Eşitlik 7 ile belirlenir[14].

$$\text{ŞRK} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı}}{\text{Günlük Güneşlenme Süresi}} \quad (7)$$

Güneş panellerinin verimini arttırmak için bölgenin bulunduğu enlem derecesi ile panellerin yerleştirilme açısı arasındaki ilişki önemlidir [15].

$$\beta = \theta - \delta \quad (8)$$

θ ; enlem açısını, δ ; denklasyon açısını (güneş ışınlarının ekvator düzlemi ile yaptığı açı) ifade eder. Bu açı dünyanın dönme ekseninin yörünge düzleminin normali ile yaptığı 23°27'lik açıdan ileri gelir [15].

$$\delta = 23,45 \sin \left[\frac{360(n+284)}{365} \right] \quad (9)$$

'n' değeri yılın günlerini ifade etmektedir, ekinoks dönemi olarak alınır. Sistemde 17 Ocak tarihinde n=17 olarak işleme dâhil edilmiştir.

2.3. Güneş Pili Sisteminin Maliyet Analizi

Tasarlanan sistemin toplam maliyeti, ilk yatırım maliyeti, işletme ve bakım maliyetlerinin toplanması ile belirlenir. Tasarlanan bu sistem ile elde edilen elektrik enerjisinin üretim maliyetini hesaplayabilmek için sistem masrafların bilinmesi gerekir ve Wh başına enerjinin birim fiyatı;

$$g = \frac{(C_k + C_m + C_f)}{E} = \frac{C_t}{E} \quad (10)$$

Eşitlik 10 ile belirlenir. Bu denklemde, c_k yıllık serbest sermaye veya yatırım giderlerini, c_m yıllık işletme ve bakım giderlerini (c_m değeri yıllık 100\$ olarak verilmektedir), c_f yıllık yakıt giderlerini, c_t yıllık toplam giderleri ve E yıllık elektrik enerjisi üretimini ifade eder [15].

$$ck = I_{km} \times a \quad (11)$$

"a" amortisman katsayısını ve "I_{km}" kurulum ve montaj maliyetini ifade eder [15].

$$a = \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \quad (12)$$

“a” amortisman katsayısını, “n” toplam ömür süresini, “i” faiz katsayısı (%9,5) ve n=25 yıl için a=0,1061 bulunmaktadır [9].

Toplam maliyet bulunduktan sonra sistemin üreteceği bir yıllık elektrik miktarı bulunur. Üretilen bir yıllık enerji toplamı;

$$E=I \times A \times E_m \times E_s \times 365 \quad (13)$$

eşitliği ile bulunmaktadır. Burada “I” yıllık ortalama ışık, “A” panel yüzey alanı, “Em” Panel verimliliği (\cong %15), “Es” sistemin toplam verimi (\cong %86) olarak alınmaktadır. Bu değerlere göre, sistem için harcanan toplam gider, elde edilen yıllık enerji miktarına bölünerek birim güç başına düşen maliyet hesaplanmaktadır [17].

3. BULGULAR

Ofis olarak kullanılan konteyner elektrik ihtiyacını karşılamak üzere tasarlanan güneş pili sistemi için,

ilgili denklemler kullanılarak; maksimum panel gücü 74,8W, panel verimliliği %15, sistem verimliliği %86 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca 8 adet Shell Solar SQ-75 güneş paneli, bu panellerin elde edeceği elektrik enerjisini depolamak için 2 adet EBP 190 akü, hesaplama sonucu elde edilen 542,29 VA'lık kapasite için 600 VA kapasiteli Mean-well S-600 model inverter ve 492,98 W güç miktarına karşılık ESRDI-1260 model 600 W kapasiteli akü şarj regülatörü kullanılmasına karar verilmiştir. Ayrıca, verimi yüksek derecede etkileyen güneş panelinin kurulumu için, denklasyon açısı -20,18° ve yerleştirme açısı-56,98° olarak belirlenmiştir.

Yapılan maliyet analizi çalışmaları sonucunda, bu güneş pili sisteminin maliyeti Çizelge 5'te yer almaktadır. Maliyet analizi sırasında, yatırım gideri (Ck) 1901.58 TL, amortisman katsayısı (a) 0,1061 üretilen bir yıllık toplam enerji (E) 162877,75 W ve Wh başına düşen enerjinin birim fiyatı (g) 0,01384 TL/Wh olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5. Gps sisteminin maliyeti

Ekipmanlar	Adet	Birim Fiyat	Tutar (\$)	Tutar (TL)
Shell Solar SQ-75	8	449\$	3592\$	12679,76TL
EBP190	2	91\$	182\$	642,46TL
MeanWell S-600	1	172\$	172\$	607,16TL
ESRDI-1260	1	285\$	285\$	1006,05TL
ARA TOPLAM	-	-	4231\$	14935,43TL
Kurulum Maliyeti %20	-	-	846,2\$	2987,09TL
Toplam Tutar	-	-	5077,2\$	17922,52TL
Merkez bankası 02.01.2018 dolar kur değerine göre hesaplanmıştır.(1 \$=3,53TL)				

4. SONUÇ

Günümüzde farklı konumlarda yer alan şantiyelerde ofis olarak konteyner kullanımı yaygınlaşmıştır. Şantiyelerin çoğu şehir elektrik şebekelerinden uzak bölgelerde olduğundan ya da şantiye alanında henüz yapı olmadığı için kWh bedelinin daha fazla olduğu şantiye elektriğinin kullanıldığı yerlerde bulduklarından ofis konteyner yapılarının elektrik ihtiyacını güneş enerjisi ile karşılamak mantıklı bir yaklaşım olmaktadır. Bu çalışmada ise, Mersin İlinde ofis-

konteyner yapılarında elektrik ihtiyacını karşılamak üzere güneş pili sistemi tasarımı ve maliyet analizi yapılmıştır. Tasarımda güneşlenme kapasitesinin en düşük olduğu Ocak ayı verileri kullanılarak gerekli olan enerjinin tüm yıl boyunca eksiksiz olarak elde edilmesi garantilenmiştir.

Güneş pili sisteminin tasarımına, bu tür bir ofisin günlük elektrik ihtiyacı belirlenerek başlanmıştır. Bu ihtiyacı karşılamak üzere 8 adet Shell Solar SQ-75 model güneş paneli, 190 Ah Kapasiteye sahip 2 adet BP Solar EBP190 model akü, 600W

kapasiteli ESRDI-1260 model şarj regülatörü ve 600 VA kapasiteli MeanWell S-600 model inverter kullanılmıştır.

Bu fotovoltaik sistemle elde edilen enerjinin Wh başına bedeli 0,01384 TL/Wh olarak belirlenmiştir. Ocak 2018 tarihinde EPDK'nin belirlediği Enerjisa şebeke elektriğinin fiyatı 0,230995 TL/kWh'tir. Bu durumda konteynerde günlük enerji tüketim miktarı 2460 Wh olduğundan, yıllık $2460 \times 365 = 897,900$ kWh enerji tüketilir ve bunun için yılda 207,41 TL kadar fatura bedeli ödenir. Güneş pili sistemlerinin ömürlerinin 25 yıl olduğu dikkate alınarak faiziyle beraber bu fatura bedeli 25 yıl sonra 50132,99 TL olacaktır. Bu sistem için tek bir seferde ödenen kurulum bedeli ise 17922,52 TL olduğundan, iki tutar karşılaştırıldığında güneş pili sisteminin 32210,47 TL kadar daha ucuza mal olduğu ve enerji üretimi için güneş pili sistemi kullanımının oldukça karlı olduğu görülmektedir.

5. KAYNAKLAR

1. Kutlu, S., 2002. Güneş Tarlası ile Elektrik Enerjisi Üretimi ve SDÜ Kampüs Alanında Bir Uygulama Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi. Isparta.
2. Karaca, C., 2012. Güneş ve Rüzgar Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretimi Sistemi Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
3. Öztürk, R., 2003. Güneş Pilleri ile Elektrik Enerjisi Üretimi ve Karavanlarda Uygulanmasının Teknik ve Ekonomik Analizi, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 75, 14-18.
4. Beyoğlu, M.F., 2011. Balıkesir İli'nde Çift Eksenli Güneş Takip Sistemi ile Sabit Eksenli PV Sistemin Verimlerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
5. Kandilli C., Külahlı G., Savcı G., 2013. Fotovoltaik Termal (PVT) Sistem 2D Termodinamik Modellenmesi ve Deneysel Sonuçlarla Karşılaştırılması, 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17/20 Nisan 2013, İzmir.
6. Çifci A., Kırbaş İ., İşyarlar B., 2014. Güneş Pili Kullanarak Burdur'da Bir Evin Ortalama Elektrik İhtiyacının Karşlanması, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1), 14-17.
7. Alkan, S., Öztürk, A., Zavrak, S., Tosun, S., Avcı, E., 2014. Bir Evin Elektrik Enerjisi İhtiyacını Karşılacak Fotovoltaik Sistemin Kurulumu. ELECO'2014, Elektrik, Elektronik ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu, 78-82, Bursa.
8. Şanlı, B., Aslan, K., Uygur, B., 2016. Comparison of Two Photovoltaic Micro-Irrigation Systems for a Land at Mersin in Mediterranean Region, Uşak University, Journal of Material Sciences, 2, 1-7.
9. Kutlu, N., 2016. Isparta İli'nde Bir Evin Elektrik İhtiyacını Karşılacak Panel Sayısı, Verimi ve Ekonomik Analizin Hesabı, Süleyman Demirel Üniversitesi Yalvaç Akademi Dergisi 1(1), 41-52,
10. <http://www.eie.gov.tr/>
11. Buldum, B., 2008. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisinden Temiz Enerji Elde Etme Uygulamaları ve İktisadi Faydaları, Mali Ufuklar, 2, 76-81.
12. Köroğlu, T., Teke, A., Bayındır, K.Ç. Tümay, M., 2010. Güneş Paneli Sistemlerinin Tasarımı. Elektrik Mühendisliği Dergisi, TMMOB Yayınevi, 439, 98-104,
13. Altaş, İ.H., 1998. Fotovoltaik Güneş Pilleri: Yapısal Özellikleri ve Karakteristikleri. Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e, Bileşim Yayıncılık A.Ş., 47, 66-71, İstanbul.
14. Öztürk, A., Dursun, M., 2011. 2, 10 ve 20 kVA'lık Fotovoltaik Sistem Tasarımı. 6th International Advanced Technologies Symposium, 1-10, Elazığ.
15. Keçel, S., 2007. Türkiye'nin Değişik Bölgelerinde Eysel Elektrik İhtiyacının Güneş Panelleri ile Karşınmasına Yönelik Model Geliştirilmesi. Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi. Ankara.
16. Rodríguez-Rodríguez, M., Moreno-Ostos, E., de Vicente, I., Cruz-Pizarro, L., da Silva, S.L.R., 2004. Thermal Structure and Energy Budget in a Small High Mountain Lake: La Caldera, Sierra Nevada, Spain. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 38(5), 879-894.

Mersin İli'nde Kullanılan Yer Değiştirebilir Ofis-Konteyner Elektrik İhtiyacının Güneş Pili Sistemi ile Karşılanması ve Maliyet Analizi

17. Korkmaz, A., 2001. Güneş Enerjisinden Direk Elektrik retimi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
18. <http://www.normenerji.com.tr/>