
Araştırma Makalesi / Research Article

Farklı Yüksekliklere Yerleştirilen Güneş Pillerinin Verimlerinin İncelenmesi

Hikmet ESEN^{1*}, Abdullah KAPICIOĞLU²

¹Fırat Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, 23119, Elazığ

²Cumhuriyet Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi Otomotiv Mühendisliği Bölümü, 58100, Sivas

Özet

Güneş pillerinde (fotovoltaik modül, PV) verim sıcaklıkla bağlantılı olarak değişmektedir. Hücre sıcaklığı artan pillerin verimi olumsuz etkilenmekte ve belirli oranlarda düşmektedir. PV panellerin arka kısmındaki hava boşluklarının akış ve sıcaklık dağılımları ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. PV modüllerin aşırı ısınmasını ve en yakın sıcak noktaları düşürmek için çatı sahalara bağlı olarak çoklu modül kurulumunda 0.12-0.15 m, tekli modül kurulumunda ise 0.14-0.16 m yüksekliği gerekir. Bu çalışmada en iyi PV verimini sağlayan yükseklik deneysel olarak incelenmiştir. Dört adet aynı özellikli PV modülü farklı yükseklikte (0, 10, 20 ve 30 cm) eğimli bir alanda verimleri yönünden kıyaslanmıştır. Çalışmada 20 cm yüksekliğindeki PV modülünün verimi en iyi olarak %19.66 hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Güneş pili, verim, yükseklik, deneysel

Examination of the Efficiency of Solar Cells Installed at Different Heights

Abstract

The efficiency of solar cell (photovoltaic) devices varies with temperature. Increasing the temperature of the PV efficiency is adversely affected and falls in specific proportions. Many studies have investigated the nature of the flow and temperature distribution in air gaps behind PV panels. To reduce possible overheating of PV modules and hot spots near the top of modules requires a minimum air gap of 0.12–0.15 m for multiple module installation and 0.14–0.16 m for single module installation depending on roof pitches. The height of the PV module that provides the best efficiency has been experimentally investigated. PV modules also featured four different heights (0, 10, 20 ve 30 cm) were compared in terms of efficiency in a sloping field. In this study, the best efficiency of the PV modules was calculated as 19.66% at height 20 cm.

Keywords: Photovoltaic, efficiency, height, experimental

1. Giriş

Güneş enerjisi son yıllarda dünyanın ihtiyacı olan enerji ve çevre sorunlarına son derece iyi bir çözüm sağlamıştır. Kendini yenileyen enerjilerin başında gelen bu enerji türü gelecek yıllarda da etkinliğini sürdürecektir. Fotovoltaik sistemler buldukları yapıların elektrik tüketiminin tümü veya bir bölümünü, sınırlı yenilenebilir olmayan kaynakları tüketmeden güneş enerjisini dönüştürerek karşılayabilen sistemlerdir. Elektrik üretirken sera gazı salınımına veya herhangi bir atığın ortaya çıkmasına neden olmayıp son derece çevreci sistemlerdir. Ülkemizin güneş enerjisi potansiyeli bağlamında dünyadaki ülkeler arasında ilk sıralarda olması bu sistemlerin ülkemizdeki popülerliğini oldukça artırmaktadır. Bu fotovoltaik (PV) sistemlerde panellerin verimi, yaklaşık olarak güneş pili hücre sıcaklıkları ile ters orantılıdır. Yüksek hücre sıcaklıklarına sahip PV panellerinin olması bu

*Sorumlu Yazar: esenhikmet@gmail.com, hikmetesen@firat.edu.tr

panellerin aşırı ısınması sonucu ortaya çıkmıştır. PV panellerin kurulumu sırasında arka kısmında boşluk bırakılarak doğal havalandırma ile panellerin soğutulması gerekir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından fotovoltaiklerin yapı malzemesi olarak kullanılanlarına Binaya Entegre Fotovoltaik Modüller (BEFM) adı verilmektedir [1]. BEFM uygulamaları için en verimli yapı yüzeyleri çatılardır. BEFM uygulamalarına dünyada 1980'li yıllarda başlanılmasına rağmen ülkemizde bu sistemler 2003 yılında bir adet PV bütünleşmiş çatı uygulaması vardır. Bunun başlıca sebebi PV maliyetlerinin oldukça yüksek olmasıdır. Ancak günümüzde PV pazarının artması nedeniyle maliyetlerde düşüşler gözlenmektedir. Günümüzde uygulama konusundaki deneyimsizlik ve PV çatı sistemi alternatiflerinin pazarda bulunmaması hala daha sıkıntıların olduğunu göstermektedir. Niteliksiz ve yapı ile bütünleşmeyen uygulamaların gerçekleşmemesi için PV panellerin arkasında hava boşluklarının bırakılmasıyla oluşacak akış ve sıcaklık dağılımları önemli hale gelmiştir. Bu hava boşluklarının boyutu bilimsel araştırmalardan ziyade tecrübelerden bulunurdu. Khedari vd. [2-5] PV panelin arkası ile çatı arasındaki hava boşluğunun etkilerini incelemişlerdir. Çok büyük boşlukların yapıların arkasında bırakılmasının doğal taşınımı olumsuz etkilediğini bulmuşlardır. PV sistemler için makul hava boşluklarının 0.1 m ile 0.14 m arasında olacağını hesaplamışlardır. Literatürde PV panellerin arkasında bırakılması gereken hava boşlukları ile ilgili birçok çalışma mevcuttur [4-5]. Verilen iklimsel şartlar için PV panellerin işletme sıcaklıklarının tahmini için literatürde bağıntılar çıkarılmıştır [6]. McCabe vd. [7] PV bütünleşmiş yapı sistemlerinin performans tahmini için normal işletme hücre sıcaklıklı doğru kurulumun önemini vurgulamışlardır. Bina kabuğu ile güneş panelleri arasındaki hava boşluklarının etkisi incelenmiştir. Çeşitli santimetre mesafelerinden [8] minimum 15 cm'lere [9] kadar boşluk bırakılmasının etkileri araştırılmış, fakat optimum mesafe ile ilgili bir uzlaşma sağlanmamıştır. Gan [4, 5] hesaplamalı akışkanlar dinamiği metodu ile farklı ısı güneş kazançlarına sahip panel uzunlukları ve çatı sahaları aralığının hava boşlukları etkisini beraber incelemiştir. Çoklu modül kurulumu için minimum 0.12-0.15 m aralık, tekli modül kurulumu için de minimum 0.14-0.16 m aralık olabileceğini hesaplamıştır (çatı saha aralığına bağlı olarak). Guivarch ve Peupartier [10] PV entegreli binalarda hava boşlukları olmaksızın ve 0.1 m hava boşluklu durumları karşılaştırmışlardır. PV modüllerin arkasında 0.1 m hava boşluğu bırakılmasının oldukça verimi iyileştirdiklerini dinamik simülasyon yaparak hesaplamışlardır.

Yapılan bu çalışmada dünyada ve ülkemizde geçmiş yıllara göre kullanım sıklığı artan güneş enerjisi santrallerinde kurulacak olan güneş pillerinin arka kısmında bırakılacak hava boşluğu mesafesinin deneysel olarak araştırılması hedeflenmiştir.

2. Deneysel Çalışma

Deneysel çalışmada delikli kaldırım taşları üzerine yerleştirilecek farklı hava boşluklarına sahip 4 adet güneş pili (fotovoltaik) panelinin verim karşılaştırılması yapılmıştır. Fotovoltaik panellerin yerleştirildiği yerin fotoğrafı Şekil 1'de verilmiştir.

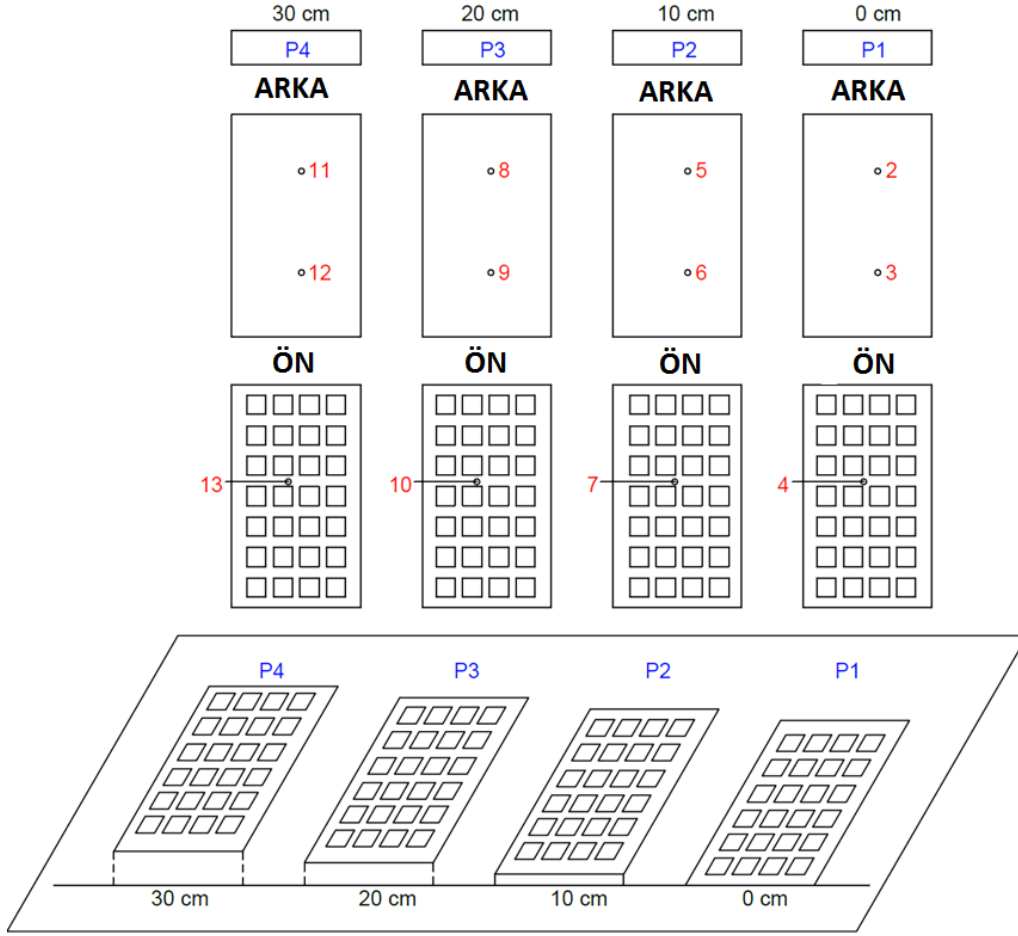
Çalışmada kullanılan güneş pillerinin (P1, P2, P3 ve P4) şematik görünümü Şekil 2'de verilmiştir. Bu şekilde güneş panellerinin yerden yükseklikleri (0, 10, 20 ve 30 cm), arka ve ön kısımlarında ısı çiftleriyle ölçülen sıcaklık noktaları (arka kısım: 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11 ve 12; ön kısım: 4, 7, 10 ve 13) verilmiştir. Aynı tip ve özellikteki panellerin özellikleri standart test şartlarına göre (ışınım 1 kW/m² (1 sun) ve hücre sıcaklığı 25°C) Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Fotovoltaik panellerin dört farklı yükseklikteki görünümü

Tablo 1. 150 Watt'lık panellerin tipik elektriksel karakteristikleri [11]

Parametre	Görünüm	Değer	Parametre	Görünüm	Değer
Maksimum güç	P_m	150 W	Cell size	Mm	156×156
Güç toleransı	%	+5	I_m sıcaklık katsayısı	(%/°C)	+0.1
Maks.-güç gerilimi	$V_m (V)$	18.11	V_m sıcaklık katsayısı	(%/°C)	-0.38
Maks.-güç akımı	$I_m (A)$	8.32	P_m sıcaklık katsayısı	(%/°C)	-0.47
Açık çevrim gerilimi	$V_{OC}(V)$	22.51	I_{SC} sıcaklık katsayısı	(%/°C)	+0.1
Kısa devre akımı	$I_{SC}(A)$	9.08	V_{OC} sıcaklık katsayısı	(%/°C)	-0.38
Maks.-sistem gerilim	VDC	1000	NOCT-Nominal İşletme Sıc.	°C	48±2
Hücre verimi	$\eta_c (%)$	≥17	Dolum faktörü	%	≥73.3



Şekil 2. Fotovoltaik panellerin şematik durumu ve sıcaklık noktaları

Deneylerde Ölçüm Yapılan Elemanlar:

1. **Isıl çift (Termokupl) (°C):** Panellerin alt ve üst taraflarında farklı noktalara yerleştirilen ve panel sıcaklığını tespit edebilen T tipi Bakır Konstant ısııl çift kullanılmıştır.
2. **Solarimetre (W/m²):** Güneş radyasyonu oranını ölçmek için kullanılmıştır.
3. **Data Logger:** Tüm sensörlerden gelen bilgilerin kaydedilmesi ve depolanması için kullanılmıştır.
4. **Nem Ölçer:** Dış ortamın bağıl nem değeri ölçülmüştür.
5. **Anemometre:** Dış ortamın rüzgâr hızı da anemometre ile ölçülmüştür.

3. Bulgular ve Değerlendirme

Fotovoltaik panellerin ölçülen çıkış gücü P, ölçülen maksimum gerilim V_p ile maksimum akım I_p 'nin çarpımına eşittir [11].

(1)

Fotovoltaik panellerin verimi ise aşağıdaki denklem ile hesaplanır:

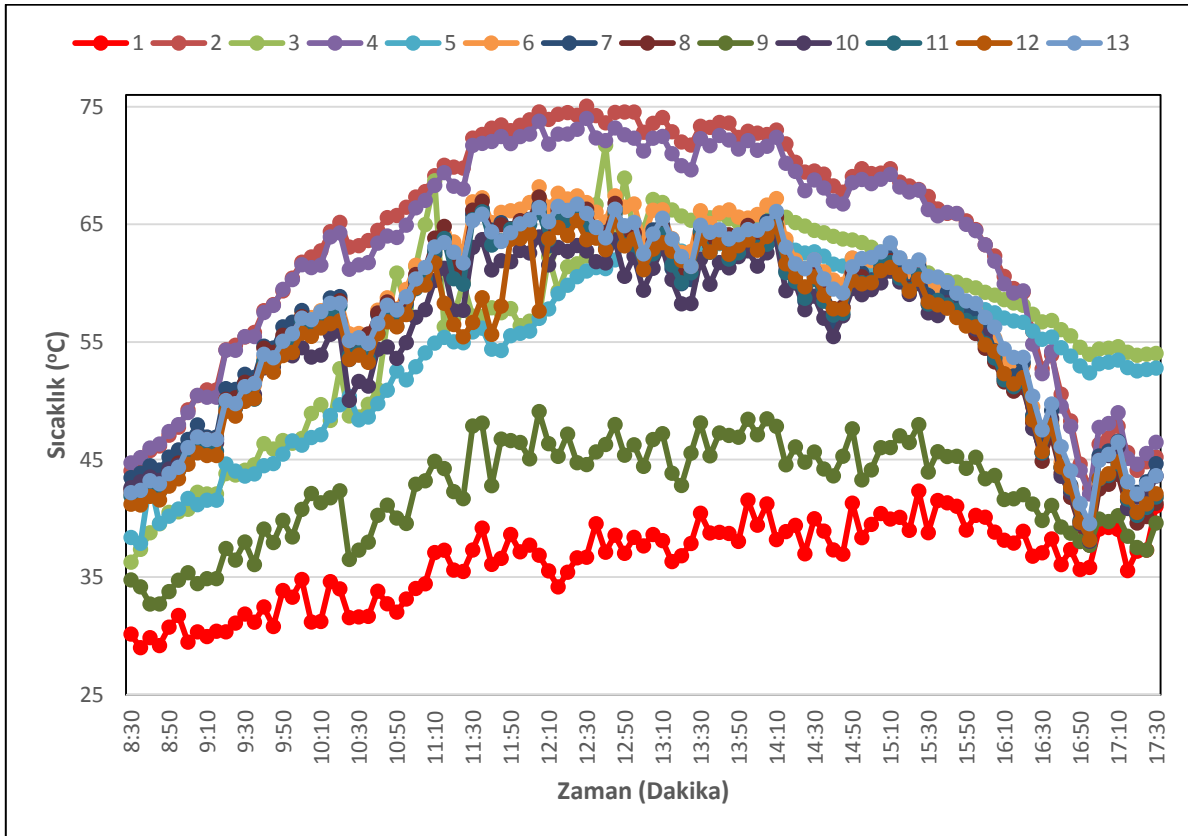
—

(2)

Burada I (W/m²) ışınım şiddeti olarak alınmış ve solarimetre ile ölçülmüştür.

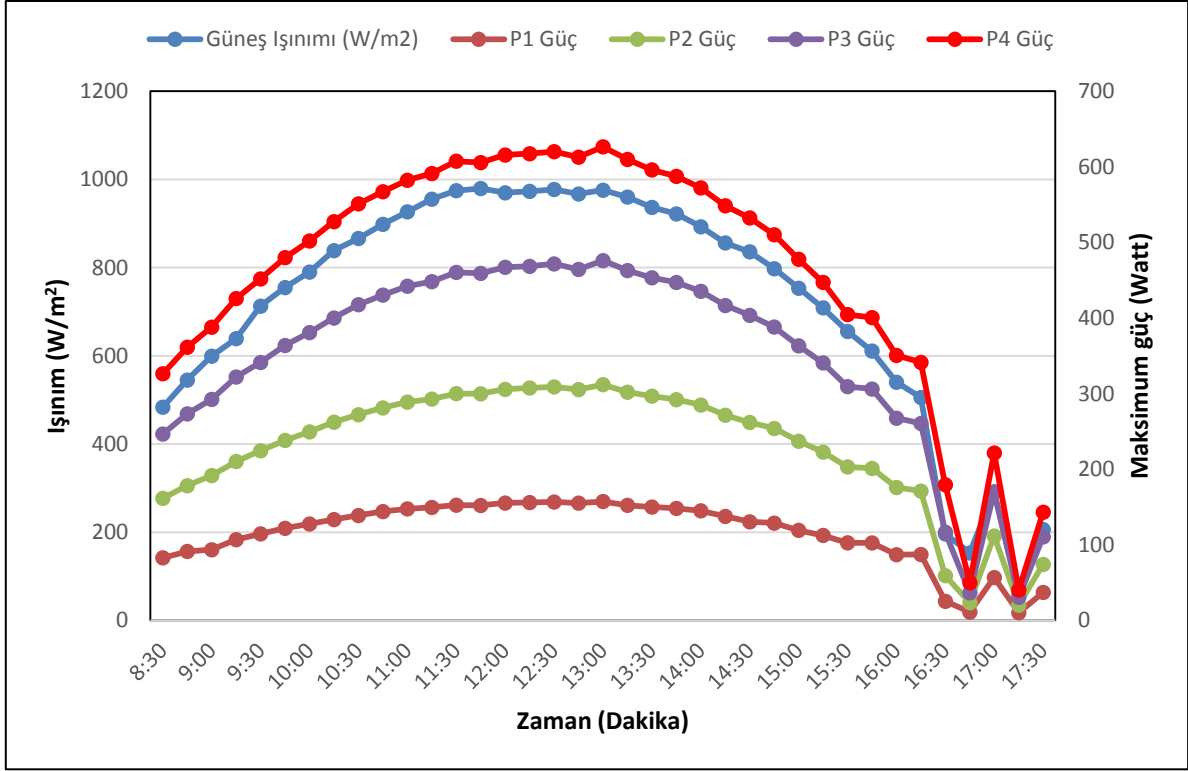
Bluesun marka nominal gücü 150 Wattlık güneş pilleri, mono kristal yapıda 36 serili ve 4×9 hücreli bir güneş pilleridir. Akım değerleri 25°C ile 75°C sıcaklıkları arasında 9.08 A ile 9.35 A arasında değişir.

Şekil 3’de dört farklı güneş pili panelinin (P1, P2, P3 ve P4) Şekil 2’de gösterilen noktalardaki sıcaklık ölçüm noktalarını ve çevre sıcaklığı (1 numara) grafiği verilmiştir. 1 noktası çevre sıcaklığını gösterir ve bu nedenle Şekil 2’deki yeri verilmemiştir. Çevre sıcaklığı (1) gün boyunca ortalama değeri 36.34°C’dir. Sırasıyla 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ve 13 noktalarının ortalama sıcaklıkları 63.74, 56.99, 63.00, 55.08, 57.48, 56.83, 56.53, 42.46, 55.05, 56.04, 55.40 ve 57.28°C’dir. Çalışmada 20 cm yüksekliğindeki P3 panelinin ön sıcaklığı (10 noktası) 55°C, arka taraftaki 8 ve 9 noktalarındaki sıcaklıkları ise sırasıyla 56.53 ve 42.46°C olarak ölçülmüştür.



Şekil 3. Paneller üzerindeki sıcaklık noktalarının zamanla değişimi.

Şekil 4’de dört farklı yükseklikteki panellerin maksimum güç değerleri ile güneş ışınımının değerleri verilmiştir. Saat 16:15’den sonra bulut faktörü nedeniyle ışınım değerinde keskin bir düşüş meydana gelmiş ve bu nedenle panel çıkış güç değerlerinde de düşüşler meydana gelmiştir.



Şekil 4. Dört farklı yükseklikteki panellerin çıkış maksimum güçlerinin değişimi

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, Elazığ ilinde yer alan eğimli bir bölgede aynı özelliklere sahip dört adet güneş pili (fotovoltaik) paneli ile yükseklik değişiminin panel verimlerine olan etkilerine bakılmıştır. Güneş pilleri çatılara kurulurken kurulum aşamasında zemine olan yüksekliklerine dikkat edilir. Bu fikirden hareketle Ülkemizde gelecek yıllarda oldukça popüler olacak güneş pili santrallerinin kurulumu sırasında da panellerin zemine olacak mesafelerine dikkat edilmesi fikriyle bu çalışmada deneysel bir çalışma yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda dört farklı panel yüksekliğinin (0, 10, 20 ve 30 cm) panel verimine etkisine anlık olarak bakılmıştır ve en iyi panel veriminin 20 cm yüksekliğinde kurulan güneş pilinde olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

1. Mutlu A, Türkeri N, 2010. Fotovoltaik Modüllerin Çatı Sistemleri İle Bütünleştirilmeleri ve İstanbul Örneği, 5. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, pp 1-10, 15-16 Nisan, İzmir.
2. Khedari J, Hirunlabh J, Bunnag T, 1997. Experimental study of a roof solar collector towards the natural ventilation of new habitations. Energy and Buildings, 26 (2): 159-167.
3. Khedari J, Mansirisub W, Chaima S, Pratinthong N, Hirunlabh J, 2000. Field measurement of performance of roof solar collector. Energy and Buildings, 31 (3): 171-178.
4. Gan G, 2009. Numerical determination of adequate air gaps for buildings-integrated photovoltaics. Solar Energy, 83 (8): 1253-1273.
5. Gan G, 2009. Effect of air gap on the performance of building-integrated photovoltaics. Energy, 34 (7): 913-921.

6. Skoplaki E, Palyvos JA, 2009. Operating temperature of photovoltaic modules: a survey of pertinent correlations. *Renewable Energy*, 34 (1): 23-29.
7. McCabe J, Brooks B, Newmiller J, 2006. Ramification of installed NOCT values, In: Proceedings of the 35th ASES Annual Conference Solar 2006, Denver, Colorado (CD-ROM), pp 8-19, July 8-19, A193.
8. IT Power, 2004. Going solar: a guide to install photovoltaic systems on social housing properties, See also, <http://www.itpower.co.uk> (Erişim tarihi: 24.11.2015).
9. <http://www.yourhome.gov.au/energy/photovoltaic-systems> (Erişim tarihi: 24.11.2015).
10. Guiavarch A, Peuportier B, 2006. Photovoltaic collectors efficiency according to their integration in buildings. *Solar Energy*, 80 (1): 65-77.
11. Esen H, Tuna O, 2015. Investigation of photovoltaic assisted misting system application for arbor refreshment. *International Journal of Photoenergy*, doi:10.1155/2015/748219.

Geliş Tarihi: 09/10/2015

Kabul Tarihi: 29/10/2015