

Farklı Yüzey Açılarındaki Işınım Şiddetlerinin Afyonkarahisar Bölgesi İçin Karşılaştırılması ve Güneş Panellerinden Elde Edilebilecek En Yüksek Elektrik Enerjisi Üretimi İçin Uygun Açıların Tespiti

Murat Orhun^{1,*}, Yavuz Bahadır Koca², Fatih Onur Hocaoglu^{3,*}, Said Mahmut Çınar^{3,*}

¹ Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar.

² Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yenilenebilir Enerji Sistemleri Bölümü, Afyonkarahisar.

³ Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar.

* Afyon Kocatepe Üniversitesi, Güneş ve Rüzgar Enerjisi Uygulama ve Araştırma Merkezi, Afyonkarahisar.

e-posta: muratorhun@windowlive.com¹, yavuzbkoca@hotmail.com², fohocaoglu@gmail.com³, smcinar@gmail.com⁴

Geliş Tarihi: 17 Temmuz 2012; Kabul Tarihi: 25 Eylül 2012

Özet

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üreten sistemler, geleneksel enerji sistemlerinin yakıt maliyetlerinin ve enerji ihtiyacının artması sonucu oldukça popüler hale gelmiştir. Fakat güneş enerjisinden elektrik enerjisi üreten sistemlerin (PV sistemlerinin) de ilk kurulum maliyetleri oldukça yüksek ve verimleri düşüktür. Bu nedenle PV sistemlerinden en iyi verimle faydalanabilmek oldukça önemlidir. PV sistemleri genellikle sabit bir açı ile yerleştirilmektedir. Hiç şüphe yok ki en iyi verimin sağlanması güneşin anlık olarak takip edilmesi ile mümkündür. Ancak güneş takip sistemleri de elektrik tüketir ve maliyetleri yüksektir. Dolayısıyla, güneş enerjisi sistemlerinin tesis edilecekleri bölgeye hangi açı ile yerleştirilmeleri gerektiğinin tespit edilmesi önem arz eder. Bu çalışmada güneş panellerin Afyonkarahisar bölgesine bir PV sisteminin 2012 yılı Nisan ayında hangi açı ile yerleştirilmesi durumunda maksimum verimin elde edilebileceği, Afyon Kocatepe Üniversitesi ANS Kampus'ünden ölçülüp kaydedilmiş olan saatlik ışınım verileri kullanılarak tespit edilmiştir. Çalışmada sunulan yöntem kullanılarak farklı aylara ait güneş ışınım verilerinin değerleri farklı açılarla yerleştirilmiş yüzeylere dönüştürülebilir. Ayrıca, çalışmada sunulan yöntem kullanılarak dünyanın herhangi bir bölgesi için en iyi yüzey panel açıları tespit edilebilir.

Anahtar kelimeler

Afyonkarahisar;
Yenilenebilir Enerji;
PV Sistem;
Elektrik Enerjisi;
Güneş Panel Açısı;

Comparison of Solar Radiation Values at Different Surface Angles and Determination of Convenient Angles to Maximize Electricity Generations of PV Modules for Afyonkarahisar Region

Abstract

Since the fuel costs of conventional energy sources get incredibly high and the energy requirement is increased the systems that produce electrical energy from the sun become considerably popular. However, first construction cost of systems that produce electricity from sun (PV systems) are high and their efficiencies are low. Therefore it is considerably important to benefit from these systems. PV systems place with constant angle, in general. Certainly simplest way to ensure this is to track the sun instantly. However sun tracking systems consume electricity and their costs are high. Therefore it is important to determine the correct angles that the PV modules must be placed. In this study the angle of PV module that are considered to be placed at Afyonkarahisar for April of 2012 to get aximum efficiency from the sun is determined using solar radiation data collected from the region. It is possible to convert the solar radiation values into surfaces with different tilt angles. Furthermore, it is possible to use the proposed method for any region in the world simply altering the parameters to find optimum tilt angles.

Key words

Afyonkarahisar;
Renewable energy;
PV System;
Electrical Energy;
Solar Panel Angle;

1. Giriş

Elektrik enerjisine olan ihtiyacın giderek artması ve fosil kaynakların ömürlerinin giderek tükenmesi günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Günümüzde en sık kullanılan yenilenebilir enerji sistemleri: Güneş ve Rüzgâr enerjisidir. Ancak bu tür sistemlerin de maliyetleri oldukça yüksektir ve bu sistemlerden elde edilecek olan enerji sürekli değildir. Bu tür dezavantajlar göz önüne alındığında bu sistemlerin tesis edilmesinden evvel ciddi bir fizibilite çalışmasının yapılması gerekliliği aşıkardır. Literatürde farklı bölgeler için gerçekleştirilmiş pek çok fizibilite çalışması mevcuttur. Aşağıdaki çalışmalar bu tür çalışmalara örnek olarak verilebilir:

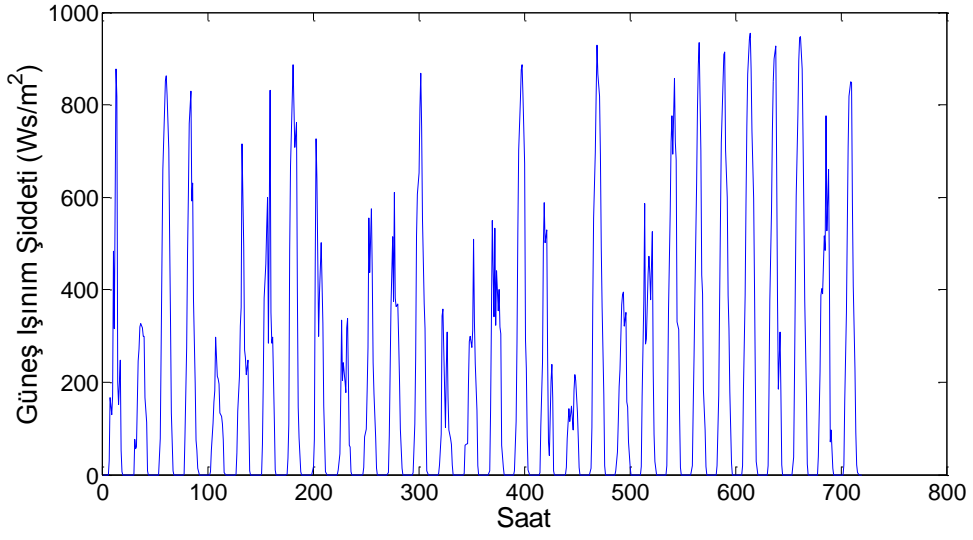
Sözen ve ark. (2005) çalışmalarında Türkiye için güneş ışınım potansiyelini araştırmışlardır. Bir başka çalışmada Raja ve Abro (1994) Pakistan'ın çeşitli bölgelerindeki güneş ışınım potansiyelini analiz etmişlerdir. Ayrıca Syafawati ve ark. (2012) güneş ışınlarını kullanarak Ulu Pauh, Perlis ve Malezya için güneş enerji potansiyelini analaiz etmişlerdir. Diğer taraftan literatürde güneş ışınım şiddeti verilerini modellemeye yönelik çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin Fadere (2009) Nijerya'ya ait verileri yapay sinir ağları ile modellemiştir. Bir diğer çalışmada Hocoğlu ve ark. (2008) iki boyutlu bir yaklaşım kullanarak yıllık ışınım şiddeti verilerini doğrusal filtreler ve yapay sinir ağları ile tahminleyen yeni bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Mellit ve ark. (2006) ise güneş ışınım verilerini adaptif bir wavelet modeli kullanarak modellemiştir. Diğer taraftan literatürde güneş panellerinin güneşi takip etmeleri için geliştirilmiş birçok algoritma mevcuttur. Kelly ve Gibson (2009), Arbab ve ark. (2009), Abdallah ve Nijmeh (2004) tarafından gerçekleştirilen çalışmalar

bu tür çalışmalara örnek olarak verilebilir. Literatürde de mevcut olan bu tür güneşi takip eden sistemler kullanılarak güneşten maksimum verimin elde edilmesi mümkündür. Ancak bu tür sistemler çok yer kaplarlar ve ilk kurulum maliyetleri yüksektir. Ayrıca bakıma gereksinim duyarlar. Bu nedenle özellikle kırsal uygulamalarda kullanımları yaygın değildir. Bu çalışmada Bölüm 2 de bahsedildiği gibi Afyonkarahisar ilinde Nisan 2012'de ölçülüp kaydedilmiş olan veriler kullanılmıştır. Bölüm 3'te sunulan yöntemle güneş panellerinin yüzeye farklı açılarda yerleştirilmesi sonucunda panel yüzeyindeki ışınım şiddetleri saatlik olarak hesaplanmış ve tartışılmıştır. Son olarak sonuçlar Bölüm 4'te elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

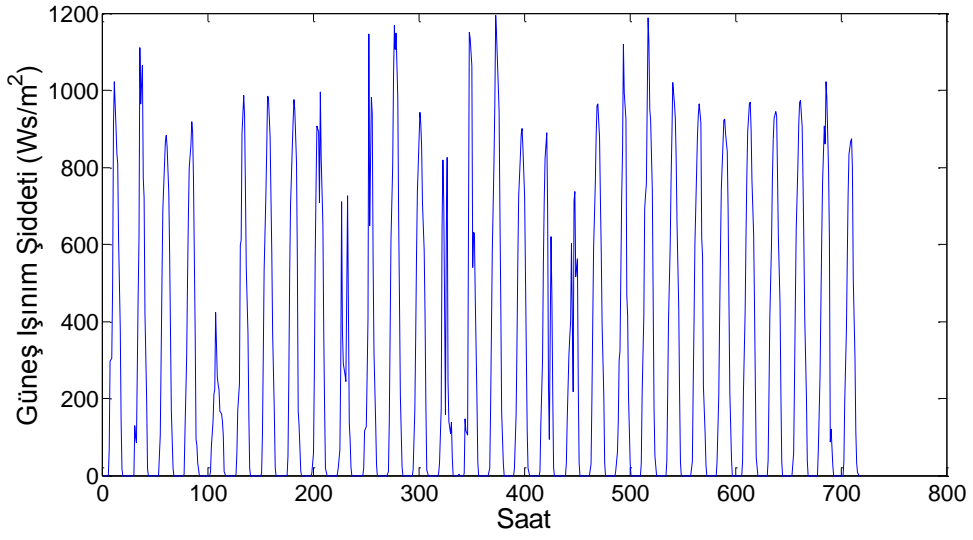
2. Materyal ve Metot

2.1. Bölgeden güneş ışınım şiddeti verilerin ölçümü

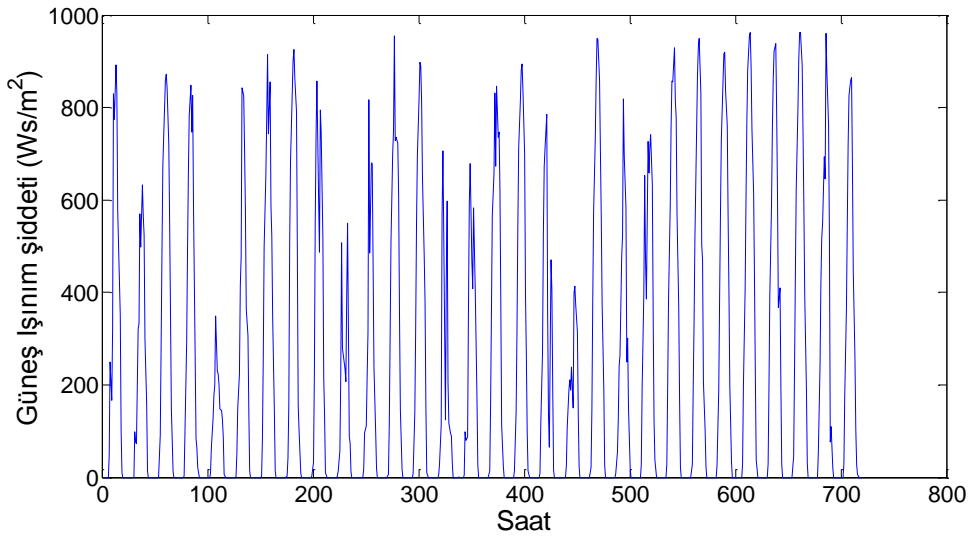
Güneş ışınım şiddeti verileri 38.73° Enlem ve 30.51° boylamında yer alan Afyonkarahisar ilinden Nisan 2012 tarihinden itibaren ölçülmeye başlamıştır. Veriler kalibrasyonlu KippZonen marka pironometre kullanılarak yapılmıştır. Pironometre etrafında gölge etkisi yapacak herhangi bir engelin bulunmadığı bir direk üzerine yerleştirilmiştir. Veriler dakikalık sıklıklarda ölçülmekte, onar dakikalık aralıklarda maksimum minimum ve ortalamaları hesaplanmaktadır. Ölçülen veriler Meteon markalı bir kayıt cihazı üzerine yazılmakta ve belirli aralıklarla bilgisayar ortamına aktararak saklanmaktadır. Nisan ayında ölçülmüş olan bu veriler ilk olarak saatlik verilere dönüştürülmüştür. Verilerin minimum, maksimum ve ortalamalarının saatlik değişimleri sırasıyla Şekil 1-3'te sunulmuştur.



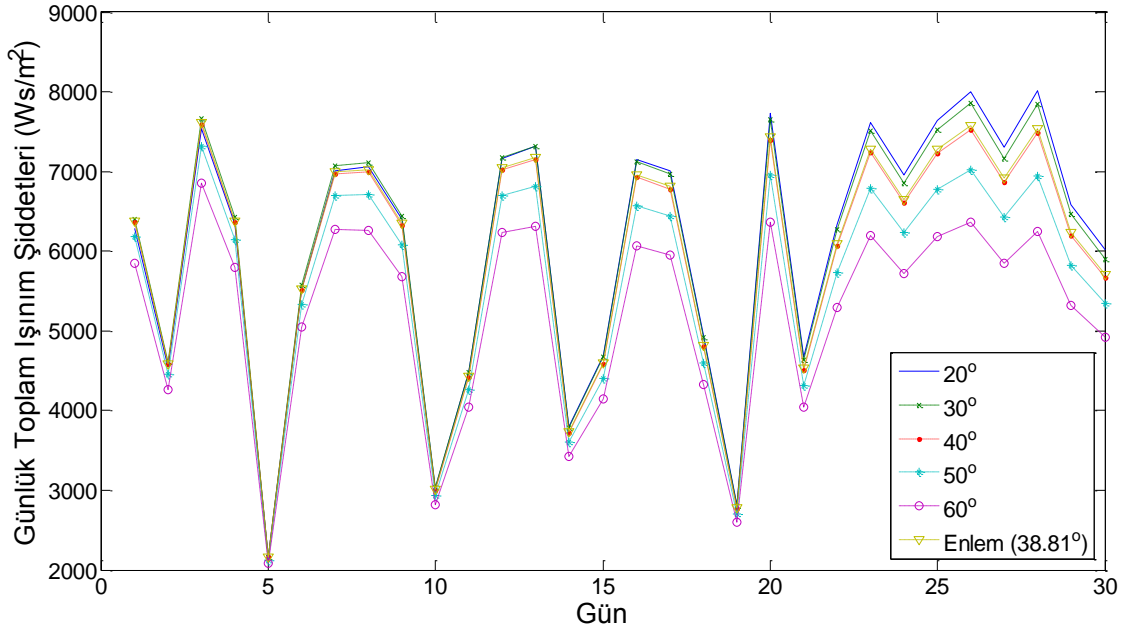
Şekil 1. Aylık verilerin minimumlarının saatlik değişimi



Şekil 2. Aylık verilerin maksimumlarının saatlik değişimi



Şekil 3. Aylık verilerin ortalamalarının saatlik değişimi



Şekil 4. Günlük toplam ışınım şiddetlerinin farklı açılardaki değerleri

2.2 Verilerin farklı yüzey açılara dönüştürülmesi

Ölçülüp kaydedilmiş olan verilerin ortalama değerleri kullanılarak günlük ortalama toplam ışınım şiddetleri hesaplanmıştır. Daha sonra bu ışınım verilerini kullanarak farklı açılardaki ışınımlar hesaplatılmıştır. Bu aşamada ilk olarak sapma açıları eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır (Duffie and Beckman, 1982).

$$\delta = 23.45 \sin \left[\frac{360}{365} (284 + n) \right] \quad [1]$$

Eşitlik 1'de yer alan n Ocak 1 den itibaren kaçınıcı günde olduğunu göstermektedir. Örnek olarak 1 Nisan 2012'deki sapma açısını hesaplamak için formülde n yerine 92 yazılmalıdır. Bu şekilde her gün için sapma açısı hesaplanmıştır. Eşitlik 2 ve Eşitlik 3 kullanılarak güneş doğuş açıları hesaplanmıştır.

$$h_s' = \min h_s, \arccos -\tan L - \beta \tan \delta \quad [2]$$

$$h_s = \arccos -\tan L \tan \delta \quad [3]$$

Eşitlik 3'te bulunan β yüzeyle panelin yaptığı açığı göstermektedir. Güneşten direk gelen ışınım şiddeti çarpanı Eşitlik 1-3 ve Eşitlik 4 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\bar{R}_B = \frac{\cos L - \beta \cos \delta \sinh_s' + \frac{\pi}{180} h_s' \sin L - \beta \sin \delta}{\cos L \cos \delta \sinh_s + \frac{\pi}{180} h_s \sin L \sin \delta} \quad [4]$$

Daha sonra Toplam ışınım şiddeti faktörü ise eşitlik 5 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\bar{R} = \left(1 - \frac{\bar{H}_d}{\bar{H}} \right) \bar{R}_B + \frac{\bar{H}_d}{\bar{H}} \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + \rho_g \left(\frac{1 - \cos \beta}{2} \right) \quad [5]$$

Son olarak istenilen eğimli yüzeye karşılık gelen ışınım şiddeti Eşitlik 6 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\bar{H}_i = \bar{H}\bar{R} \quad [6]$$

Eşitlik 1-6 yardımıyla farklı açılar için ışınım şiddetleri hesaplanmış ve Şekil 4'te sunulmuştur. Ayrıca Şekil-4'te bölgenin enleminin panel ve yüzeyler arasındaki açı kabul edilmesi durumunda günlük toplam ışınım şiddeti verilerinin nasıl değişeceği görülmektedir.

3. Bulgular ve Tartışma

Şekil-4 incelendiğinde Nisan ayı için güneş panellerinin yer yüzeyi ile yaptığı açının 20°'ye ayarlanması durumunda diğer açı değerlerine kıyasla daha verimli bir elektrik enerjisi elde edileceği sonucuna varılabilir. Diğer taraftan panellerin açısının yörenin enlemine ayarlanması durumunda 20,30 derecelere göre daha az enerji elde edilecek iken 40,50 ve 60 derecelere nazaran daha yüksek elektrik elde edilmesi mümkün olacaktır. Şekil 4'ten elde edilecek bir diğer sonuç ise bölgede nisan ayındaki topla ışınım miktarının açılarının 20°'ye ayarlanması durumunda 182160Ws/m² olacağıdır. Elde edilen toplam ışınım miktarına göre farklı güçteki ve teknolojideki panellerin elektrik enerji üretim miktarları hesaplanabilir. Bu tür çalışmalar ileride yapılacak çalışmalar arasındadır.

4. Sonuç

Bu çalışmada Afyonkarahisar bölgesinden 2012 yılı Nisan ayında elde edilebilecek toplam ışınım miktarlarının farklı yüzey açılarındaki değerleri hesaplanmış, karşılaştırılmış ve tartışılmıştır. Paneller ile yüzey arasındaki açının 20°'ye ayarlanması durumunda diğer açılara nazaran daha yüksek elektrik enerjisi elde edilebileceği sonucuna varılmıştır. Çalışmada her ne kadar Afyon Bölgesi için bir hesaplama yapılmış olsa da sunulan yöntem kullanılarak farklı bölgelerin ışınım şiddeti verileri ve enlem bilgileri ile farklı bölgelerdeki ve/veya farklı aylardaki eğimli yüzeylere gelen ışınım şiddeti verileri hesaplanabilir.

Teşekkür

Bu çalışma 111E134 numaralı TUBITAK ve

11.ARŞ.MER.01 numaralı Afyon Kocatepe Üniversitesi BAPK tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Abdallah, S., Nijmeh, S., 2004. Two axes sun tracking system with PLC control. *Energy Conversion and Management*. **45**, 1931-1939.
- Arbab, H., Jozi, B., Rezagholizadeh, M., 2009. A computer tracking system of solar dish with two-axis degree freedoms based on picture processing of bar shadow. *Renewable Energy*. **34**, 1114-1118.
- Duffie, J.A., Beckman, W.A., 1982. Solar Engineering of thermal Processes. *Solar Energy*. **28**, 85
- Fadare, D.A., 2009. Modelling of Solar Energy Potential in Nigeria using an artificial neural network model. *Applied Energy*. **86**, 1410-1422.
- Hocaoğlu, F.O., Gerek, Ö.N., Kurban, M., 2008. Hourly solar radiation forecasting using optimal coefficient 2-D linear filters and feed-forward neural networks. *Solar Energy*. **82**, 714-726.
- Keliy, N.A., Gibson, T.L., 2009. Improved photovoltaic energy output for cloudy conditions with a solar tracking system. *Solar Energy*. **83**, 2092-2102.
- Melit, A., Benghanem, M., Kalogirou, S.A., 2006. An adaptive wavelet-network model for forecasting daily total solar-radiation. *Applied Energy*. **83**, 705-722.
- Raja, I.A., Abro, R.S., 1994. Solar and Wind Energy Potential and Utilization in Pakistan. *Renewable Energy*, **5**, 583-586.
- Sözen, A., Arcaklioglu, E., Özalp, M., Kanit, E.G., 2005. S Solar-energy potential in Turkey. *Applied Energy*. **80**, 367-381.
- Syafawati, A.N., Daut, I., Irwanto, M., Farhana, Z., Razliana, N., Arizadayana, Z., Shema, S.S., 2012. Potential of Solar Energy Harvesting in Ulu Pauh, Perlis, Malaysia Using Solar Radiation-Analysis Studies. *Energy Procedia*, **14**, 1503-1508.