

İki Eksenli Güneş Takip Sistemlerinde Takip Verimliliğın Arttırılması

Musa YILMAZ¹

¹ Yrd.Doç.Dr., Batman Üniversitesi, musa.yilmaz@batman.edu.tr

Geliş Tarihi/Received

03.07.2016

Kabul Tarihi/Accepted

07.12.2016

Yayın Tarihi/Published

06.02.2017

ÖZ

Güneş panellerinden elde edilen gücün DC olması bu sistemlerde kullanılan motorların da DC motor özellikli sistemler olmasını gerektirmektedir. DC motorlardaki hız kontrolü kolaylığı ve istenilen devirlerde kolay çalıştırılabilmesi takip sistemlerinde tercih edilmelerini sağlamaktadır. Sistemde kullanılan motor, fırçalı sabit mıknatıslı doğru akım motorudur. DC motora bağlı olarak çok sayıdaki dişli sistemi (15 dişli) ile damperli motor dediğimiz yapı oluşturulur. Bu dişli (redüktör) yardımı ile damperli motorun momenti arttırılmıştır (16 Nm). Damperli motorlar, değişken yükler altında kolayca hız kontrolünün yapıldığı doğru akımda çalışan motor çeşididir. Tasarladığımız güneş takip sisteminin her iki eksen için bu güçteki motorlar kullanılmıştır ve sorunsuz bir şekilde takip sistemini gerçekleştirmiştir. Sistemdeki panellerin doğu-batı ve kuzey-güney doğrultusundaki hareketi yavaş ve iyi bir şekilde sağlanmıştır. İki eksen için toplam güç tüketimi 3 W olarak ölçülmüştür. Bu da mevcut güneş takip sistemlerinde takip için harcanan güç miktarının azaltılması için önemlidir

Anahtar Kelimeler: Enerji Verimliliği, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Güneş Enerjisi.

Improving Tracking Efficiency of Two Axis Tracking Systems

ABSTRACT

That power obtained from solar panels is DC requires to use the motors having DC motor characteristics in these systems. Easiness to control and to start running at desired speed make DC motors preferred in tracking systems. The motor used in the system is a brushed permanent magnet DC motor. Damper Motor (DM) structure consists of DC motor and a coupled gear unit (having 15 gears). Moment of DM is increased by the help of gearbox (16 Nm). DMs are the DC motor types that are easily controlled under varying loads. These motors are used in both axis of designed sun tracking system and they performed well without any trouble. Movement of panels through North-South and East-West in the system is performed slow and accurate. Total power consumption for both axes is measured as 3 W. This is important to decrease the consumed power in existing sun tracking systems.

Keywords: Energy efficiency, Renewable energy sources, Solar Energy.

1. GİRİŞ

Güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştürmek için CdS ve silikon gibi maddelerden imal edilen, üzerine gelen güneş ışığına bağlı olarak elektrik enerjisini doğrudan üreten elemanlardır. Panel çıkışında DC elektrik üretilir. Üretilen enerji, güneş ışığının panel üzerindeki etkisiyle orantılıdır. Güçlerinin düşük olması nedeniyle, güneş hücreleri birleştirilerek güneş modülleri ve güneş modülleri birleştirilerek güneş panelleri meydana getirilirler (Yılmaz, 2013).

Son 30 yıl içinde teknolojik gelişmelerle birlikte en yaygın olarak kullanılan fotovoltaik panel malzemesi %24 verimi aşan silikondur (Si). Bunlar, yüksek verimli tek kristalize paneller olarak bilinir. Son 20 yıl içinde tek kristalize panellerin pahalı olması nedeniyle ince film teknolojisiyle oluşan paneller gelişme göstermektedir. Son yıllarda dünya üzerinde, fotovoltaik panel üretimi ortalama olarak yıllık %30 civarında bir artış göstermektedir (Kentli, 2012).

Panel üretimindeki fiyat artışı sonucunda, potansiyel olarak ince film teknolojisi ikinci üretim olarak gelişmektedir. Hem üretim hacminin artması hem de teknolojinin gelişmesiyle fiyattaki azalma panellerin daha geniş alanda kullanılmasına imkan sunacaktır (Jacenas, 2011).

Değişik iklim şartları için fotovoltaik panellerin optimal kullanımı ekonomik problemlerden birisidir. Genellikle kırsal alanlarda ve merkezden uzaktaki yerleşim yerlerinde daha kullanışlı olmaktadır. Fotovoltaik paneller iklim şartları ve güneş ışığı eksikliğinden dolayı ekonomik olmayabilir. Bu yüzden panellerin eğim açıları üzerine çalışmalar yapılmıştır (Samimi, 1997).

Fotovoltaik panellerden oluşan sistemin bir nonlineer I-V karakteristiği vardır. Sistemin maksimum güç izleme noktası güneşlenmeyle değişir. Maksimum güç noktasında güneşinimi ile panelin çalışmasını sağlamak ve yük ile panel arasında dengeyi sağlamak için bir dönüştürücüye ihtiyaç duyulmaktadır. İzleyici sistemin algoritması, gelen güneşlenme miktarına göre, maksimum güç noktasına karşılık gelen fotovoltaik panel gerilimini ayarlar. Bu işlem, maksimum noktaya karşılık gelen bir referans gerilimi ile panel geriliminin sürekli olarak karşılaştırılmasıyla yapılır. Maksimum güç noktasının kontrolündeki referans gerilimi için eğitilmiş neural network sisteminden de faydalanılır (Veerachary, 2002:403vd). Ayrıca maksimum güç izleyici sistemler üzerine değişik çalışmalarda mevcuttur.

Herhangi bir fotovoltaik sisteminin çıkış gücü, sisteme giren güneş enerjisine bağlıdır. Sisteme daha fazla güneş enerjisi girişi sağlamak için güneşi izlemek gerekmektedir. Pratik çalışmalar, farklı güneş izleyici sistemlerini ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışmada güneşi iki eksenle takip eden fotovoltaik sistem kullanılmıştır. Farklı sistemlerin değerlendirilebilmesi sisteme giren güneş ışığının ve sistemin elektrik gücü çıkışının yıl içerisinde ölçülmesi temeline dayanmaktadır (Yılmaz, 2013).

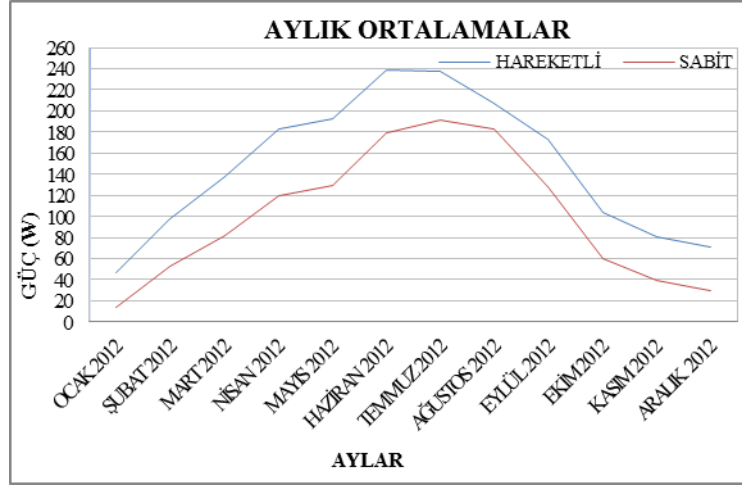
2. YÖNTEM

2.1. PV Panel Üzerindeki Işımanın Maksimum Yapılması

Birçok sistemde ışığı maksimum yapmak için kullanılan en kolay yol panellerin yatay takip sistem üzerinde monte edilmesidir. Eğer bir fotovoltaik panel güneşi takip için monte edilirse, o zaman gelen ışımaya, güneş yatay eksene yakın olduğu zaman maksimum olur. Öğle saatinde güneş, yataya göre gökyüzünde en yüksek konumda bulunur, bu da güneşin atmosfer içindeki minimum yoluna ve gün için en düşük hava kütlelerine karşılık geldiği zamandır. Bu saatin dışındaki zamanlarda hava kütlelerinin artmasından güneş ışığının yoğunluğu azalır ve gelen güneş ışığı ile fotovoltaik panel normal arasındaki açıyı artırır. Bu nedenle iki eksenle güneşin takip edilmesi verimi artırır.

Hareketli fotovoltaik panel kullanarak kuru bir iklimde yazın yaklaşık %12 daha fazla enerji toplanabilir. Kış ayları boyunca takip sistemi kullanarak yaklaşık %70 ve yıl boyu ortalamasında ise %31 daha fazla enerji artışı olabilir. Şekil. 1., farklı aylarda sabit ve hareketli fotovoltaik panelin günlük işima miktarının mukayeselerini göstermektedir (Yılmaz, 2013).

İzleyici sistem sabit sistemden daha pahalı olduğu için bir tasarımcı mühendis için tek ya da iki eksenli hareketli fotovoltaik panel kullanıp kullanmayacağına karar vermesi ekonomik olarak önemli bir karardır. Eğer tek eksenli belli bir eğime sahip takip sistemi düşünülürse, yıl içerisinde bu eğim zamanla değiştirilir.



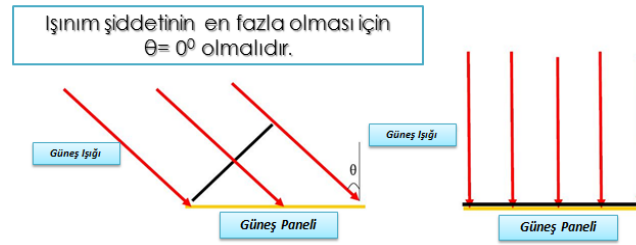
Şekil 1. Farklı aylarda sabit ve hareketli fotovoltaik panel güç miktarı

Panelin yönelmesi sezona göre değişir. Örneğin, yaz ayları boyunca kullanılan bir sistem ile ve kış aylarında kullanılan sistemin yönelmeleri farklı olur.

2.2. Güneş Takip Sistemleri

Fotovoltaik panel üzerine yapılan tüm çalışmaların ana fikri yatırım geri dönüş süresini azaltmaya yöneliktir. Bu da ancak üretim verimliliğini artırarak gerçekleştirilebilir. Üretim verimliliğinin artırılması da ancak panelin üzerine düşen ışınım şiddetinin artırılması ile oluşur (Şekil. 2.).

Fotovoltaik panellerin üzerine düşen güneş ışığının radyasyon değeri, güneş ışığının fotovoltaik panellerin normali ile yaptığı açının kosinüs'ü ile hesaplanmaktadır. Yani güneş ışığı panellerin üzerine dik açıyla düştüğü sürece üretim azami olmaktadır. Bu durum, güneşi takip ederek güneş ışınlarını devamlı dik alınmasını sağlayan bir sistemin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur (Vasarevicius, 2011).



Şekil 2. Güneş paneli üzerine düşen ışınım

Tüm takip sistemlerin ana fonksiyonu, harekete 1 yada 2 serbestlik derecesi sağlamaktır. Bu hareketin amacı, sisteme ışınımın istenen doğrultuda (yüzeye dik) gelmesini sağlamaktır.

2.3. Damperli Motor

Güneş panellerinden elde edilen gücün DC olması bu sistemlere bağlı olan cihazların ve takip sistemi için kullanılan motorun da tercih olarak DC özellikli olmasını gerektirmektedir. Nitekim, AC system kullanımı için invertör kullanmak gerekecek, hem invertör maliyeti hem de invertördeki kayıplar sistemin verimliliğini düşürecektir.

Damperli motorlar, değişken yükler altında kolayca hız kontrolünün yapıldığı doğru akımda çalışan motor çeşididir. DC motorlardaki hız kontrolü kolaylığı ve istenilen devirlerde kolay çalıştırılabilirliği takip sistemlerinde çok tercih edilmelerini sağlamaktadır. Elektronik devrelerle motorlarda endüvi akımı değiştirilerek moment, endüvi gerilimini de değiştirilerek motor hızının ayarlanması mümkündür.

Sistemde kullanılan motor, fırçalı sabit mıknatıslı doğru akım motorudur. DC motora bağlı dişli sistemi (15 dişli) ile damperli motor dediğimiz yapı oluşturulmuştur. Bu dişli (redüktör) yardımı ile damperli motorun momenti arttırılmıştır (16 Nm). Her iki eksen için aynı güçteki motorlar yeterli gelmektedir. Sistemdeki panellerin doğu-batı ve kuzey-güney doğrultusundaki hareketi güneşin hareketine bağlı olarak yavaş olmaktadır. Piyasada damperli motor denilen redüktörlü DC motor (Şekil. 3.) seçilmiştir ve özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Deneyde Kullanılan Damperli Motor Parametreleri

Parametre	Birim	Değer
Gerilim	V	24 DA/220 AA
Akım	A	0,5
Güç	VA	12
Tork	Nm	16
Dönüş Açısı	0	360
Dönüş süresi	s	320
Ağırlık	g	1200



Şekil. 3. Redüktörlü sabit mıknatıslı DA motor görüntüsü (Damperli motor)

3. ANALİZ VE BULGULAR

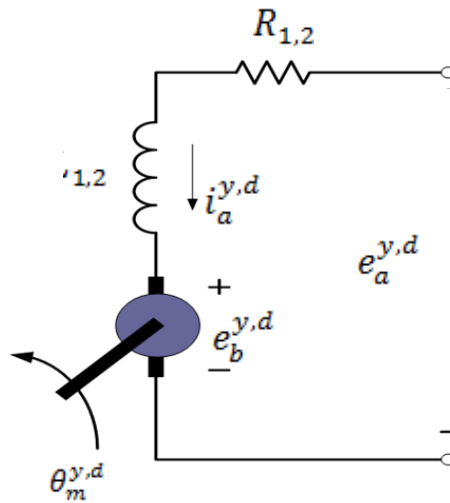
Bu bölümde gerçekleştirilmiş olan iki eksenli hareketli fotovoltaik panel (güneş takip) sistemi ele alınmıştır. Hareketli sistemlerde sabitten farklı olarak bir enerji tüketimi söz konusudur. Bu durum sistemin verimine etki eden bir faktördür. Bu etkiyi minimum yapmak için literatür incelenmiş ve enerji sarfıyatı çok düşük olan dişli sistemli bir DC motor (Damperli motor) seçilmiştir. Her iki motorda aynı özelliktedir. Şekil. 4. 'te hareketli sistemin bina çatısı üzerindeki konumu görülmektedir.

Hareketli sistem iki eksenle çalışmaktadır. Burada yatay (doğu-batı) ve dikey (kuzey-güney) eksenler birlikte olsa dahi bağımsız çalışmaktadır. Şekil. 4. ve Şekil 6.' da da görüldüğü gibi sistem dikeyde ve yatayda birbirinden bağımsız çalışmaktadır. İki rulman ile her iki sistemde de hareket kolaylaştırılmıştır. Uygulamanın yapıldığı yer için meteorolojiden alınan 10 yıllık rüzgar verilerine göre rüzgar yükü düşük olduğu için (<3,5 m/s) ihmal edilmiştir. Fakat ortalamannın üzerine dayanabilecek şekilde sistem tasarlanmıştır.



Şekil 4. İki eksenli hareketli sistem görüntüsü

Sistemin modellenmesinde horizontal yatay (doğu-batı) ve vertical dikey (kuzey-güney) eksen için Şekil. 5.' e göre "Denklemler (1), (2), (3) ve (4)" ile kullanılan DA motorunun matematiksel ifadesi yazılarak hesaplama yapılabilmektedir (Kho, 2002:207vd).



Şekil 5. Yatay ve dikey eksen için DC motorun elektriksel devresi

Sistemimizin yatay (doğu-batı) eksenini için;

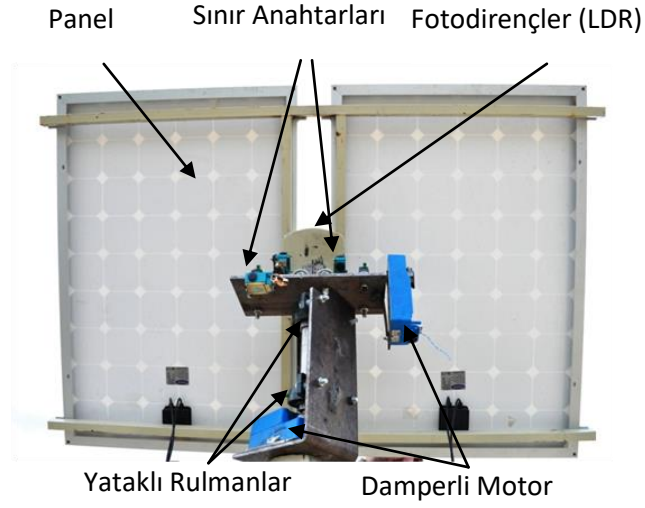
$$e_a^y = i_a^y R_1 + L_1 \frac{di_a^y}{dt} + e_b^y \quad (1)$$

$$e_b^y = K_b^y \frac{d\theta_m^y}{dt} \quad (2)$$

Sistemimizin dikey (kuzey-güney) eksenini için;

$$e_a^d = i_a^d R_2 + L_2 \frac{di_a^d}{dt} + e_b^d \quad (3)$$

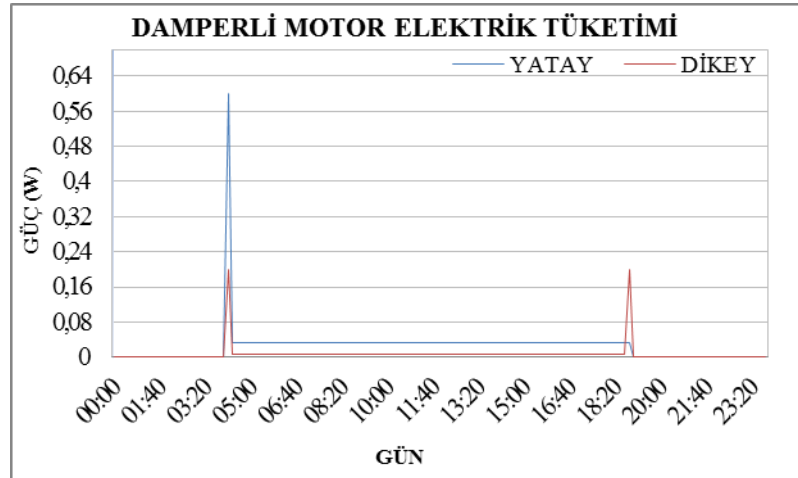
$$e_b^d = K_b^d \frac{d\theta_m^d}{dt} \quad (4)$$



Şekil 6. Geliştirilmiş iki eksenli güneş takip sistemi

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

İki eksende güneşi takip eden sistemimizin enerji tüketimi hesaplamada dikkate alınmayacak kadar düşük gerçekleşmiştir. Nedeni ise Şekil. 3.' te görüldüğü gibi sabit mıknatıslı DA motoru oldukça küçük yapıdadır ve gücü 12 W olduğu için, bir gün için tüketilen güç toplamı 3 W/saat' i bulmamaktadır. Gün batarken takip sistemimiz batı pozisyonunda kaldığı için Şekil. 7.' de de görüldüğü gibi güneş doğduğu anda sistemimiz doğuya yönelmekte (3dk) ve enerji tüketimi en çok bu zamanda olmaktadır (0,6 W/saat). Daha sonra güneş batıncaya kadar yatay ve dikey ekseninde güneşin hareketine göre küçük miktarlarda (ortalama 0.1 W/saat) enerji tüketmektedir.



Şekil 7. Damperli motorun bir günlük elektrik tüketimi

Güneş takip sistemlerinin dezavantajı takip sisteminin maliyeti ve takip sırasında harcadığı enerjidir. Tasarlamış olduğumuz sistemde genel kullanımdan farklı olarak ilk defa damperli motoru kullanmamız hem maliyeti düşürmüş, hem de takip esnasında harcanan enerjiyi aza indirmiştir. Kullanmış olduğumuz damperli motorun gücü 12 W' tır. Günlük tüketim ise yılın en uzun günü için (21 Haziran) dahi 3 W/saat' i bulmamaktadır.

Kaynakça

- Yılmaz, M. (2013). Determination of methods deriving electrical energy from solar energy and optimum efficiency by solar tracking system, *Doktora Tezi*. Marmara Üniversitesi, FBE.
- Kentli, F. ve Yılmaz, M. (2012). Obtaining the optimum efficiency electrical energy under diyarbakir conditions using solar tracking system involving PV panel, *Energy Education Science and Technology Part A*, (SI) 613-620.

- Jacenas, S. (2011). An algorithm to estimate thermal radiation centre in the sky hemisphere for automotive solar sensor validation, *Elektronika Ir Elektrotechnika*, (6), 73-76.
- Samimi, J., Soleimani, E.A. ve Zabihi, M.S. (1997). Optimal sizing of photovoltaic systems in varied climate, *Solar Energy*, (60), 97-107.
- Veerachary, M., Senjyu, T., ve Uezato, K. (2002). Neural network-based feedforward maximum power point tracking control for IDB converter-supplied PV system, *Int.J.of Solar Energy*, (89), 403-420.
- Veerachary, M., Senjyu, T., ve Uezato, K. (2002). Voltage-based maximum power point tracking control of PV system, *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, (38), 262-269,
- Vasarevicius, D. ve Martavicius, R. (2011). Solar irradiance model for solar electric panels and solar thermal collectors in Lithuania, *Elektronika Ir Elektrotechnika*, (2), 3-6.
- C. B. Kho, C.B. (2002). *Otomatik kontrol sistemleri*, İstanbul: Literatür Yayıncılık.