



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

GÜNEŞ PİLİNİN MATEMATİKSEL MODELLENMESİ VE MATLAB İLE SİMÜLASYONU

RİYAD ŞİHAB
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ

GÜNEŞ PİLİNİN MATEMATİKSEL MODELLENMESİ VE MATLAB İLE SİMÜLASYONU

The Simulation of Mathematical Modelling of Sun Cell by using MATLAB

Riyad ŞİHAB

ÖZET

Fotovoltaik sistemler (PV), güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çeviren en popüler yenilenebilir enerji kaynakları arasındadır. PV teknolojisinin hızla gelişmesi ile fotovoltaik sistemlerin verimliliklerinde hızlı bir artış olmakla birlikte, maliyetlerinde de düşüş meydana gelmektedir. Bu çalışmada fotovoltaik güneş pillerinin matematiksel modellerinin oluşturulması gerçekleştirilmiştir. Fotovoltaik güneş pillerinin enerji üretiminde etken olan değişkenlerin fotovoltaik güneş pillerinin karakteristiklerine olan etkisi incelenmiştir. Fotovoltaik güneş pillerinin modeli Matlab programı yardımıyla oluşturulmuştur. Oluşturulan modelde gün ışığı, ortam sıcaklığı, eş değer devre direnci, paralel kol sayısı, hücre sayısı gibi birçok değişken göz önüne alınmaktadır. Fotovoltaik güneş pillerinin akım-gerilim ve güç-gerilim grafikleri değişkenlere göre nasıl etkilendiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Güneş pili, matlab, matematiksel modelleme

ABSTRACT

The system of photovoltaic (PV) is defined as conversion of sun energy to electricity current and very popular among the systems in field of renewable energy resources. The reducing in the cost and the rising in efficiency have been occurred with respect of rapid development in field of photovoltaic systems. In this study, the mathematical modelling of sun cell of panel has been carried out. The characterized of panel system which products the energy has been developed by means of mat lap programme. The model of system which has been set up, the light of day, the verge of temperature the resistance of equivalent of circuit current the number of handle, the number of all variables should be taken in count take into account

Key Words: Solar panel, matlab, mathematical modeling

1. GİRİŞ

Teknolojinin hızlı gelişmesiyle elektrik enerjisi hayatımızda vazgeçilmez bir yer almıştır. Elektrik enerjisi öyle bir duruma gelmiştir ki; ülkelerin gelişmişlik düzeyleri yıllık kişi başına düşen elektrik tüketimi ile ölçülmektedir. Kişi başına elektrik tüketiminin artması o ülkede sanayinin geliştiğinin göstergesidir [1]. Dünya ülkelerinin sanayileşmesi için kullandıkları elektrik enerjisinin büyük bir kısmı fosil yakıtların kullanımı sonrası elde edilmektedir [2]. Dünya genelinde petrol rezervlerin 40 yıl, doğal gazın 60 yıl ve kömür rezervlerinin 220 yıl kaldığı tahmin edilmektedir [3]. Fosil yakıt rezervlerinin tükenmesi ve elektrik enerjisi maliyetlerinin yükselmesi ile yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneliş artmaktadır.

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etme sistemlerinin (fotovoltaik sistemler) tercih edilmesinin ilk sebebi düşük işletme masraflarıdır. Bunlara ek olarak enerji kaynağının bedelsiz olması, hareketli parçasının olmaması nedeniyle fazla bakım gerektirmemesi ve çalışma esnasında personel ihtiyacı

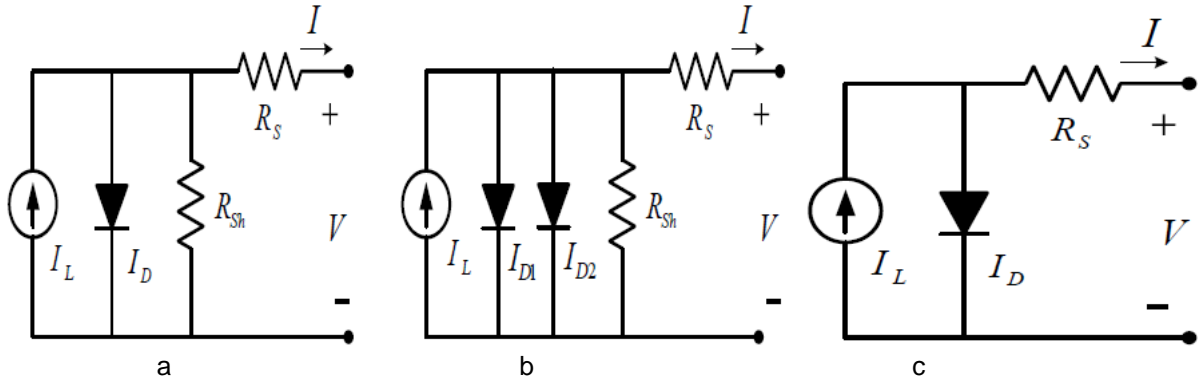
olmaması diğer avantajlarıdır. Buna karşılık fotovoltaik sistemlerin dezavantajı ilk kurulum maliyetlerinin yüksek, verimlikleri düşük, elektrik enerjisi üretiminin hava şartlarından çok etkilenmesi ve düzensiz olmasıdır. Literatür incelendiğinde güneş paneli ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır [4-19].

Güneş pillerinin verimi kendi iç dirençleri, kontak yapıları, üretildiği malzeme, sıcaklık, ışık şiddeti gibi değişkenlerden etkilenmektedir. Bu sebeplerden dolayı güneş pilleri ile yapılan çalışmalarda sağlıklı sonuçlar alabilmek için değişken parametrelerinin güneş piline olan etkisi ortaya koyacak bir model oluşturulması gerekmektedir.

Yapılan çalışmada monokristal güneş paneli temel alınmıştır. Monokristal güneş panelinin enerji üretimine etki eden değişken parametrelerin hepsi dikkate alınarak grafikler oluşturulmuştur.

2. GÜNEŞ PİLİNİN EŞ DEĞER DEVRESİ VE MATEMATİKSEL MODELLEMESİ

Güneş pilinin eş değer devre modeli 1994 yılında Lorenzo tarafından tanımlanmıştır [20]. Lorenzo tarafından tanımlanan güneş pili eş değer devresi, akım kaynağı ve akım kaynağına paralel bir diyottan oluşmaktadır. Şekil 1 a'da tek diyot model, b'de çift diyot model ve c'de basitleştirilmiş eş değer devresi gösterilmektedir [20].



Şekil 1: Güneş pilinin eş değer devresi, a) tek diyot, b) çift diyot, c) basitleştirilmiş devre modelleri [20].

Şekil 1a ve 1b'de gösterilen şönt direnci olan R_{Sh} çok büyük değerde olduğundan ihmal edilir. Böylelikle Şekil 1c'de gösterildiği güneş pilinin basitleştirilmiş eş değer devresi ortaya çıkar.

Güneş pilinin çıkış voltajı ile akım ilişkisi matematiksel olarak aşağıdaki formül ile ifade edilir [20].

$$I = I_L - I_D = I_L - I_0 \left[\exp\left(\frac{V + IR_s}{\alpha}\right) - 1 \right] \quad (1)$$

- I = Yük akımı (A)
- I_L = Işık akımı (A)
- I_0 = Doyma akımı (A)
- V = Çıkış voltajı (V)
- R_s = Seri Direnç(Ω)
- α = Isı voltajı faktörü (V)

Güneş pilinin çıkış I-V ilişkisi; ışık akımı, doyma akımı ve seri direnç ile açıklanabilir. Bunun matematiksel olarak formülü aşağıda gösterilmektedir [20].

$$I_L = \frac{\phi}{\phi_{ref}} \left[I_{L,ref} + \mu_{I,SC} (T_C - T_{C,ref}) \right] \quad (2)$$

- ϕ = Işınım (W/m^2)
 ϕ_{ref} = Referans radyasyonu ($1000 W/m^2$ kullanılmıştır)
 $I_{L,ref}$ = Referans koşulunda ışık akımı ($1000W / m^2$ ve $25^\circ C$)
 T_C = Güneş pili hücre sıcaklığı ($^\circ C$)
 $T_{C,ref}$ = Referans sıcaklığı ($25^\circ C$)

3. GÜNEŞ PİLİNİN MATLABTA SİMÜLASYONU

Modellemede kullanılan güneş paneli ve parametreli aşağıda verilmiştir.

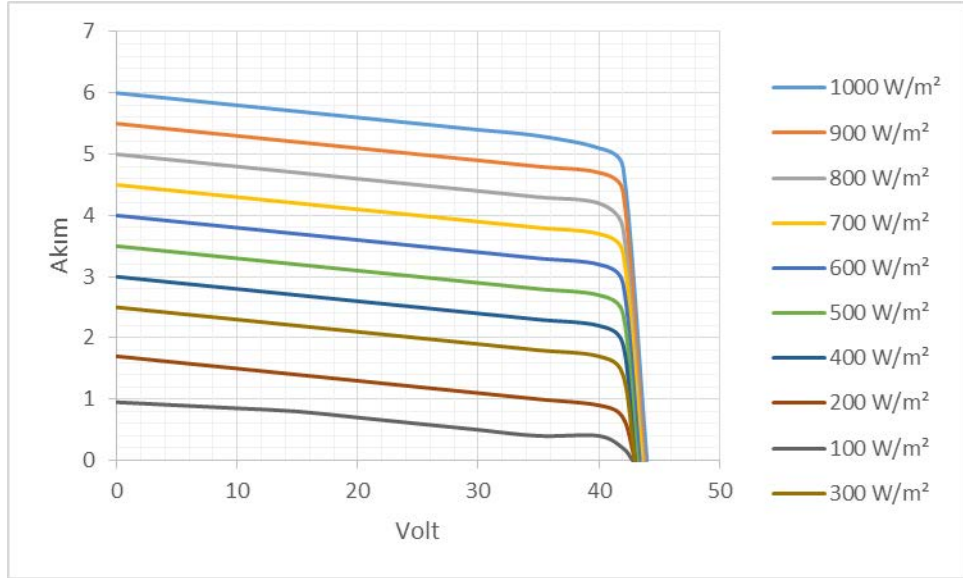
- Maksimum Güç : 150 Watt
Maksimum Gerilim : 18,4Volt
Açık Devre Gerilimi : 21,8 Volt
Kısa Devre akımı : 8,71A



Matlab modellemesi sonucu güneş ışınlarının değeri $100W/m^2$ artırılarak değişimler saptanmıştır. Tablo1'de her $100W/m^2$ artışta güneş pilinin çıkış akımı ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Şekil 2'de ise sonuçlar grafiksel olarak gösterilmiştir

Tablo1.Güneş pilinin matlab modellemesi sonucu çıkan sonuçlar

Volt	Akım									
	1000 W/m ²	900 W/m ²	800 W/m ²	700 W/m ²	600 W/m ²	500 W/m ²	400 W/m ²	300 W/m ²	200 W/m ²	100 W/m ²
0	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	1,7	0,95
5	5,9	5,4	4,9	4,4	3,9	3,4	2,9	2,4	1,6	0,9
10	5,8	5,3	4,8	4,3	3,8	3,3	2,8	2,3	1,5	0,85
15	5,7	5,2	4,7	4,2	3,7	3,2	2,7	2,2	1,4	0,8
20	5,6	5,1	4,6	4,1	3,6	3,1	2,6	2,1	1,3	0,7
25	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,2	0,6
30	5,4	4,9	4,4	3,9	3,4	2,9	2,4	1,9	1,1	0,5
35	5,3	4,8	4,3	3,8	3,3	2,8	2,3	1,8	1	0,4
40	5,1	4,7	4,2	3,7	3,2	2,7	2,2	1,7	0,9	0,4
42	4,8	4,4	3,8	3,4	2,9	2,4	1,9	1,4	0,7	0,2
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

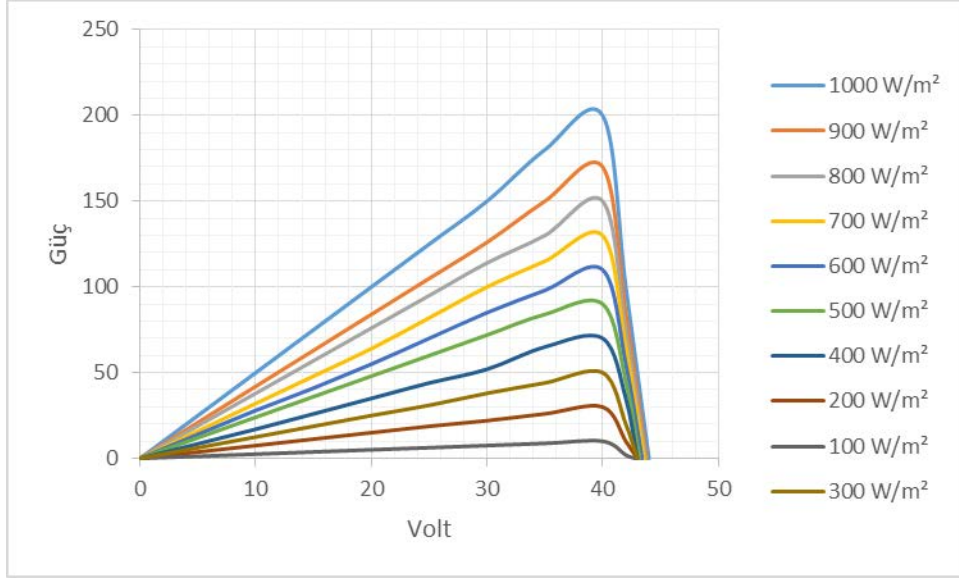


Şekil 2. Güneş panelinin matlab modellemesinin grafiksel gösterimi

Güneş ışınlarının kuvveti arttıkça çıkış akımı da artmaktadır. En yüksek çıkış akımı 1000 W/m^2 de 6 Amper olarak gerçekleşmiştir. En düşük çıkış akımı ise 100 W/m^2 $0,95$ olarak ölçülmüştür. Güneş ışınlarının değerini göre çıkış akımı değişmektedir. Çıkış akımının değişmesini etkileyen diğer faktör ise çıkış gerilimidir. Çıkış gerilimi arttıkça akımda ufak bir düşüş meydana gelmektedir. Bu düşüş belli bir noktadan sonra ani olarak sıfıra (0) gelmektedir. Bu düşüş 40 Volttan sonra meydana gelmektedir. Güneş ışınlarının şiddetine göre bu ani düşüş voltajı çok ufak bir değişiklik göstermektedir. Tablo2'de güneş pilinin her 100 W/m^2 'de çıkış güçleri ve Şekil3'de ise grafiksel gösteri yapılmıştır.

Tablo2. Güneş pilinin matlab modellemesi sonucu çıkan sonuçlar

Volt	Güç									
	1000 W/m ²	900 W/m ²	800 W/m ²	700 W/m ²	600 W/m ²	500 W/m ²	400 W/m ²	300 W/m ²	200 W/m ²	100 W/m ²
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	25	21	19	16	14	12	8,5	6,25	3,75	1,25
10	50	42	38	32	28	24	17	12,5	7,5	2,5
15	75	63	57	48	41	36	26	18,75	11,25	3,75
20	100	84	76	64	55	48	35	25	15	5
25	125	105	95	82	70	60	44	31	18,75	6,25
30	150	126	114	100	85	72	52	38	22	7,5
35	180	150	130	115	98	84	65	44	26	8,75
40	200	170	150	130	110	90	70	50	30	10
42	100	85	75	65	55	45	35	20	10	2
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Şekil 3. Güneş panelinin matlab modellemesinin grafiksel gösterimi

SONUÇ

Güneş panelinin güç üretiminde en büyük değişken güneş ışınım değerleri olarak saptanmıştır. Güneş ışınım değeri arttıkça güneş panelinin enerji üretimi de artmaktadır. Güneş panelinin üretim gücü her ne kadar güneş ışınım değerine göre değişim belli bir noktaya kadar olmaktadır. Modelleme sonucu çıkan grafiklerden de anlaşılacağı gibi 40 Volttan sonra güneş panelinin güç üretimi artmayı bırakma tersine hızlı bir şekilde azalmaktadır. 45 Volta ulaşmadan güç üretimi sıfır olmaktadır. Güneş panelinden maksimum enerji almak için 40 Volt çok ideal bir değerdir.

KAYNAKLAR

- [1] Çetin, E., (2010). Fotovoltaik-Rüzgâr-Yakıt Pili Hibrit Güç Üretim Sistemi İçin Bir Mikro Doğru Akım DAĞıtım Şebekesi Tasarlanması, Uygulanması ve Analizi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [2] Aygün, D.O., (2012). Mevcut Konut Yapılarına Fotovoltaik Panel Sistemlerin Entegre Edilmesi, İzmir Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [3] Akgün, A., (2006). Mikrodenetleyici Tabanlı Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretim Sistemlerinin Tasarlanması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [4] Uslu Bahtiyar, Karakan Abdil (2016). The analysis of performance the production of energy by using photovoltaic system by establishing the panel of suncell in different location to get in maximum energy. International Journal of Current Research, 8(1), 25217-25220.
- [5] Karakan Abdil, Oğuz Yüksel, Uslu Bahtiyar (2015). The Performance of Polycrystalline Solar Panel Established in Afyonkarahisar. International Journal of Current Research, 7(12), 24715-24718.
- [6] Karakan Abdil, Oğuz Yüksel, Uslu Bahtiyar (2015). The Performance of Monocrystalline Solar Panel Established in Afyonkarahisar. International Journal of Current Research, 7(12), 24712-24714.
- [7] Şihab Riyad, Karakan Abdil, Uslu Bahtiyar (2015). The Analysis of Performance The Production of Energy by Using Photovoltaic System by Establishing The Panel of Suncell in Different Locations to Get in Maximum Energy. Journal of Multidisciplinary Science and Technology, 2(11), 3313-3317. (Yayın No: 2005430)

- [8] Karakan Abdil, Oğuz Yüksel, Uslu Bahtiyar (2015). The Study of the Performance of Thin-Film Solar Panels Established in Afyonkarahisar. *Journal of Multidisciplinary Science and Technology*, 2(11), 3340-3344.
- [9] Oğuz Yüksel, Karakan Abdil, Uslu Bahtiyar (2015). Comparison of Energy Generated on Different Solar Panels, Energy Flow Control and Efficiency Analysis. *International Journal of Electrical Energy*, 3(NO:1 & NO:2), 37-42
- [10] Karakan Abdil, Oğuz Yüksel (2016). The study of the performance of thin film solar panels established in afyonkarahisar. 4. International Symposium on Development of KOP Region, 1(4), 89-94.
- [11] Karakan Abdil, Şihab Riyad (2016). Using the monocrystalline panel of suncell in different location to get maximum energy. 4. International Symposium on Development of KOP Region, 1(4), 95-100.
- [12] Karakan Abdil, Oğuz Yüksel, Şihab Riyad (2015). Dünyada ve Türkiye’de Binalarda Kullanılan Yenilenebilir Enerji (Güneş ve Rüzgâr) Sistemlerinin İncelenmesi. I. International Workshop On Construction and Electricity Applications On Vocational Education (IWCEA), 1(1), 268-276.
- [13] Şihab Riyad, Karakan Abdil (2015). The Analysis of Performance the Production of Energy by Using Photovoltaic System by Establishing the panel of Suncell in Different Locations to Get in Maximum Energy. I. International Workshop On Construction and Electricity Applications On Vocational Education (IWCEA), 1(1), 413-419.
- [14] Karakan Abdil, Oğuz Yüksel (2015). Investigation of The Photovoltaic System Applied to Existing Buildings: The Case of Afyonkarahisar. 2. International Sustainable Building Symposium, 1(1), 887-897.
- [15] Oğuz Yüksel, Karakan Abdil, Uslu Bahtiyar (2015). Comparison of Energy Generated on Different Solar Panels, Energy Flow Control and Efficiency Analysis. 2. International Conference on Electrical and Electronics Engineering, 1(1), 10-15
- [16] Oğuz Yüksel, Karakan Abdil (2015). On Earth Clean Applied in Existing Buildings (Wind and Solar) Energy Systems and Investigation of Afyonkarahisar Applicability. *Green Age III Symposium*, 1(1), 220-235.
- [17] Oğuz Yüksel, Karakan Abdil, Uslu Bahtiyar (2015). Afyonkarahisar’da Kurulu Olan Monokristal, Polikristal ve İnce Film Güneş Panellerinin Verimliliğinin İncelenmesi. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*(238), 47-58.
- [18] Oğuz Yüksel, Karakan Abdil (2015). Afyonkarahisar’da Kurulu olan İnce Film Güneş Panelinden Enerji Üretiminin Bilgisayar Destekli Olarak İncelenmesi. VIII. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 237-241.
- [19] Karakan Abdil, Oğuz Yüksel, Uslu Bahtiyar (2014). Üç farklı Malzemedeki Üretilmiş Güneş Panellerinin Elektrik Enerji Üretimlerinin Karşılaştırılması. II. KOP Bölgesel Sempozyumu, 1, 9-9.
- [20] Krismadinata, Nasrudin Abd. Rahima Hew Wooi Pinga, Jeyraj Selvaraja (2013). Photovoltaic module modeling using simulink/matlab. The 3rd International Conference on Sustainable Future for Human Security Sustain 2012. Pages 537-546

ÖZGEÇMİŞ

Riyad ŞİHAB

1982 yılında Anadolu Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliğini bitirdim. Aynı üniversitede 1984 yılında yüksek lisansımı yaptım. 1991 yılında Anadolu Üniversitesi İnşaat Mühendisliğinde doktoraı bitirdim. 1992-1995 yılları arası Doğu Akdeniz Üniversitesi İnşaat Mühendisliğinde Yardımcı Doçent olarak çalıştım. 1996-2001 yılları arası Osman Gazi Üniversitesinde görev yaptım. 2001-2012 yılları arası Uluslararası Kıbrıs Üniversitesinde görev yaptım. 2013 yılından bu yana Afyon Kocatepe Üniversitesinde görev yapmaktayım.