

# Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Engineering Sciences



## Kahramanmaraş Bölgesi İçin Güneş ve Rüzgâr Enerjisi Hibrit Sisteminin İncelenmesi

İsrafil KARADÖL<sup>1</sup>, Ö. Fatih KECEÇİOĞLU<sup>2</sup>, Hakan AÇIKGÖZ<sup>1</sup>, Mustafa ŞEKKELİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kilis 7aralık Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Elektrik v Enerji Bölümü, Kilis, Türkiye

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Kahramanmaraş, Türkiye

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Mustafa ŞEKKELİ, msekkeli@ksu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar kampüsünde, güneş ve rüzgâr enerjili hibrit bir sistem tasarlanmıştır. Bu sistemin amacı sıfır karbon emisyonu olan elektrik üretmektir. Tasarlanan hibrit sistem 260 W gücünde 2 adet güneş panelinden ve 500 W gücünde 1 adet rüzgâr türbininden, 100 Amper/saat değerine sahip 2Adet batarya ve 1600 W gücünde eviriciden oluşmaktadır. Ayrıca çok rüzgârlı havalarda rüzgâr türbininin zarar görmemesi için frenleme sistemi mevcuttur. Üretilen enerji değerlerini depolayarak analiz yapabilmek için AC- DC gerilimleri ölçerek istenilen gerilim ve akım değerine dönüştürebilen 2 adet gerilim dönüştürücü ve 1 adet 8 kanallı veri kayıt cihazı kullanılmıştır. Güneş panelinden elde edilen DC gerilim ve rüzgâr türbininden elde edilen AC gerilimler ilk olarak şarj kontrol ünitesinde doğrultulur ve bu DC gerilimler daha sonra akülere depolanmaktadır. Akülere depolanan DC gerilim evirici sayesinde AC gerilime dönüştürülmüş ve 1000 W'lık bir ampul beslenmiştir. Ayrıca kurulan hibrit sistemden elde edilen gerilim ve akım değerleri veri kaydedicisi sayesinde anlık olarak elde edilmiştir. Böylece güneş panelinden ve rüzgâr türbininden elde edilen gerilim ile akım değerleri günün farklı bölümlerinde alınmış ve değerlendirilmiştir. Bu elektrik enerjisinin bir evin günlük enerji ihtiyacını karşılayabileceği ve ihtiyaç fazlası enerjinin şebekeye aktarılabilceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrik Üretimi, Yenilenebilir Enerji, Güneş ve Rüzgâr Enerjisi, Hibrit Sistem

### ABSTRACT

In this study, a hybrid system with solar and wind energy was designed on the Avşar Campus of Kahramanmaraş Sütçü İmam University. The aim of this system is to produce electricity which has zero carbon emission. The designed hybrid system consists of two solar panels (260 W), one wind turbine (500 W), two batteries (100 Amper/hour) and one inverter (1600 W). It also has a braking system to prevent damage to the wind turbine during very windy weather. Two voltage converters which convert them to desired voltage and current values by measuring AC-DC voltages and 8-channel data logger were used to analysis by storing the values of the generated energy. The DC voltage obtained from the solar panel and the AC voltage obtained from the wind turbine are first rectified in the charge control unit and these DC voltages are then stored in the battery. DC voltage stored in the battery is converted into AC voltage using inverter and is fed to a 1000 W bulb. In addition, the voltage and current values obtained from the hybrid system are obtained instantly by means of the data logger. Thus, the voltage and current values obtained from the solar panel and the wind turbine were taken and evaluated in different parts of the day. It is thought that this electric energy can meet the daily energy requirement of a house and the excess energy can be transferred to the grid.

**Keywords:** Electricity Generation, Renewable Energy, Solar and Wind Energy, Hybrid System

## 1. GİRİŞ

Gelişen dünyada enerjiye olan ihtiyaç her geçen gün giderek artmaktadır. Artan bu enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla dünya devletleri geleneksel enerji kaynaklarına ilaveten yenilenebilir enerji kaynaklarına daha çok önem vermişlerdir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr ve güneş enerjisinden yararlanmaya yönelik daha fazla çalışmalar yapılmaktadır. Rüzgâr ve güneş enerjisi bu yüzyılın son çeyreğinde önemi oldukça artan yenilenebilir temiz enerji kaynaklarıdır. (Yalçın, C., 1998) Bu enerji kaynaklarının elektrik enerjisine dönüştürülmesi esnasında doğaya zararlı zehirli gazlar yayılmamaktadır ve çevreye zarar verilmemektedir. Güneş ve rüzgâr enerjisi çevre dostu enerji kaynaklarıdır. Rüzgâr enerjisi oluşumunu

incelediğimiz zaman, güneş enerjisini bir yansıması olduğunu görebiliriz. Rüzgâr enerjisi güneşin dünyada belirli zamanda belirli noktaları ısıtması sonucu oluşan enerji bir türüdür. Güneş dünyanın bir tarafını ısıtırken, dünyanın diğer tarafı soğumaktadır. Dünyanın bu sıcak soğuk dengesinden dolayı hava hareket etmektedir. Havanın bu hareketinden yararlanılarak, rüzgâr enerjisi rüzgâr türbinleri aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülmektedir.(Şekkeli M., 2013)

Güneş enerjisi dünyanın vazgeçilmez enerji kaynağıdır. Dünyada yaşamın devam edebilmesi için her zaman güneş enerjisine ihtiyaç vardır. Güneş enerjisini insanoğlu direk kullanmasa da bitkiler sayesinde güneş enerjisinden yararlanmaktadır. (Tekin M. 2016) Bitkilerin besin ve oksijen üretmek için yaptığı fotosentez olayında güneş enerjisi fotosentez olayının temel yapı taşıdır. Güneş dünyada her alanda kullanılmaktadır; aydınlatma, ısıtma, enerji vs. birçok alanda güneş enerjisine ihtiyaç duyulmakta ve kullanılmaktadır. (Yıldız C., 2015) Güneş ve rüzgâr enerjisi, elektrik üretmek için en ideal yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Doğada her zaman güneş ve rüzgâr bulunmamaktadır.

Güneş bulunduğu zaman güneşten elektrik üreterek, rüzgâr bulunduğu zamansa rüzgârdan elektrik üreterek, elektrik üretiminde sürekliliği sağlanmak için bu sistemler tasarlanmıştır.( Manwell J. F., 2002) Bu sistem sayesinde rüzgâr ve güneş enerjisinden maksimum verim almak ve enerji depolamak için kullanılan akülere olan gereksinimi en aza indirmek amaçlanmıştır. Kahramanmaraş bölgesi için hibrit sistemin ortalama bir evin bir günlük enerji ihtiyacını karşılama durumu incelenmiştir. Ayrıca elektrik enerjisini taşımadığı bölgelere(bağ evleri, kırsal yerleşkeler vb.), elektrik enerjisi bu sistem tarafından taşınmaktadır.(Gani A. 2013)

## 2. GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş dünyanın var olmasından bu yana nükleer yakıtlar dışındaki, yenilenebilir ve geleneksel enerji kaynaklarının oluşmasındaki en önemli faktördür. Güneş bulunduğu galaksi içerisindeki en büyük enerji kaynağıdır. Bu büyük enerji kaynağını günlük hayatta daha fazla kullanabilmek için elektrik enerjisine dönüştürülmesi gerekmektedir. Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için fotovoltaik hücreler kullanılmaktadır.( Yerebakan, M., 2001)

Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için kullanılan fotovoltaik hücreler, temel olarak gelen ışınlar sayesinde fotovoltaiklerin ve fotoakımların oluştuğu geniş alanlı düz beslemeli diyotlardır.( Keçecioglu Ö.F., 2015) Fotovoltaik hücrenin akım-voltaj karakteristiği aşağıdaki formüle dayanmaktadır.

$$I = I_p - I_D - I_r \quad (1)$$

$I_p$  fotoakım,  $I_D$  diyot akımı ve  $I_r$  paralel dirençlerden geçen akımdır.  $I_D$  aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$I_D = I_s \left[ \exp\left(\frac{q(V + R_s I)}{A k_B T}\right) - 1 \right] \quad (2)$$

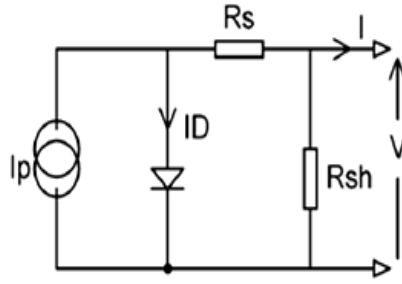
$I_s$  doyma akımı,  $R_s$  seri direnç,  $q$  elektronik yük,  $A$  idealite katsayısı,  $k_B$  Boltzmann sabiti ve  $T$  mutlak kesişme sıcaklığıdır. Paralel akım  $I_r$  aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$I_r = \frac{V}{R_{sh}} \quad (3)$$

$R_{sh}$  paralel dirençtir. 1'den 3'e kadar olan eşitlikleri birleştirirsek fotovoltaik akım ile fotovoltaik voltaj arasındaki ilişkiyi aşağıdaki gibi elde ederiz.

$$I = I_p - \left[ \exp\left(\frac{q(V + R_s I)}{A k_B T}\right) - 1 \right] - \frac{V}{R_{sh}} \quad (4)$$

4'deki eşitlikten yararlanılarak fotovoltaik hücrenin eş değer devresi şekil 1'deki gibi çizilmiştir.( İbrahim D., 2011)



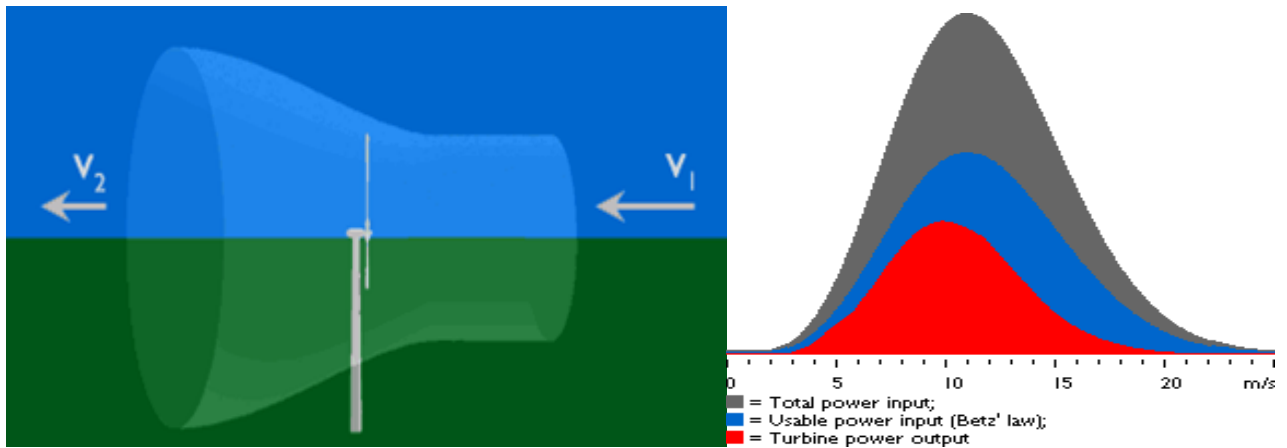
Şekil 1. Fotovoltaik hücre eş değer devresi

### 3. RÜZGAR ENERJİSİ

Rüzgâr enerjisi yenilebilir enerji kaynakları arasında, güneşten sonra en çok kullanılan enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Rüzgâr enerjisinin oluşmasını sağlayan iki önemli faktör mevcuttur. Bu faktörler, güneşin yeryüzünü ısıtması ve dünyanın kendi eksenini etrafında dönmesidir. Dünya'ya gelen güneş enerjisinin ortalama olarak % 2'lik kısmı rüzgâr enerjisine dönüşmektedir.(Açıkğöz H., 2016)

Güneşin yer kabuğunu ısıttığı bölgedeki hava ısınarak yükselmektedir. (Özgün H., 2012 )Yükselen havanın yerini doldurmak için diğer bölgedeki soğuk hava kütleleri boşalan kısma doğru hareket etmektedir. Bunun sonucunda dünya yüzeyi üzerinde alçak basınç ve yüksek basınç merkezleri oluşmaktadır. Rüzgâr enerjisinin oluşmasını etkileyen bir diğer neden ise dünyanın kendi eksenini etrafında dönmesiyle dünya yüzeyinde farklı basınç merkezleri oluşmasıdır. Bu basınç merkezlerinde farklı sıcaklıktaki havalar dünyanın kendi eksenini etrafında dönmesiyle savrulurken rüzgâr enerjisini oluşturmaktadır.( Keçecioglu Ö.F, 2016)

Dünya yüzeyindeki rüzgâr enerjisini gündelik hayatta kullanılabilen elektrik enerjisine dönüştürebilmek için rüzgâr türbinleri kullanılmaktadır. İdeal rüzgâr türbinleri ortalama rüzgâr enerjisinin en fazla 16/27'sini yani %59'unu elektrik enerjisine dönüştürebilmektedir. (Web1, 2016) Elektrik enerjisine dönüştürülen rüzgâr enerjisini matematiksel olarak ifade edecek olursak, Betz Kanununa göre teorik olarak rüzgârdan elde edilebilecek maksimum güç, şu formülle ifade edilir:



Şekil 2. Betz kanunu

$$P = \frac{1}{2} \rho v^3 \pi r^2 C_p \quad (5)$$

Bu denklemde:

P = Rüzgârın gücü [W]

$\rho$ (rho) = Havanın yoğunluğu = 1,225 [kg/m<sup>3</sup>]

v = rüzgâr hızı [m/s]

r = rotor yarıçapı [m]

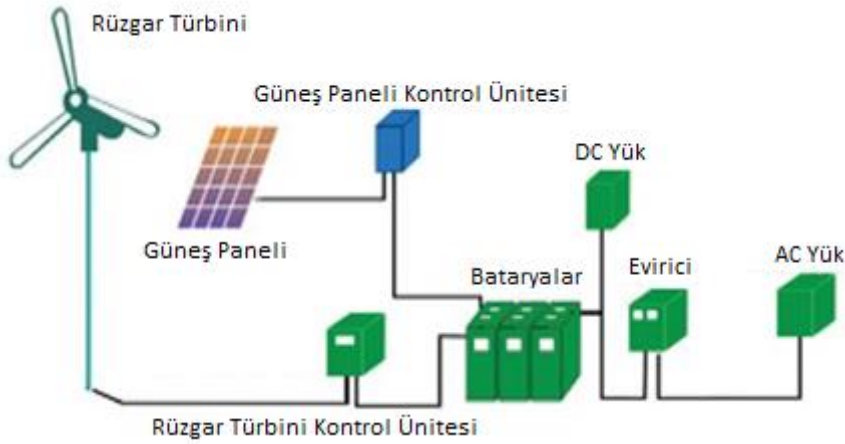
Cp = rotor verimi

#### 4. METERYAL VE MEDOT

Güneş ve rüzgâr enerjisinden elektrik üretmek için kurduğumuz sistemde 260 W gücünde 2 adet güneş paneli, 500 W gücünde 1 adet rüzgâr türbini, 100 A/h'lık 2 adet akü ve güneş ile rüzgârdan gelen enerjiyi akülere depolamak için 1500 W'lık kontrol ünitesi kullanılmıştır. Güneş ve rüzgâr enerjisinden elde edilen elektriğin akülerin kapasitesi aşması durumunda, aşırı akımın sisteme zarar vermesini engellemek için kontrol ünitesi tarafından kontrolü sağlanan aşırı akım yük kutusu vardır. Aşırı akım yük kutusu sistem tarafından üretilen aşırı akımı tüketerek sistemi korumaktadır. Kontrol ünitesi, AC enerji üreten rüzgâr türbinin enerjisi dc enerjiye çevrilerek akülere depolanmasını sağlamaktadır. Rüzgâr türbini ve güneş enerjisinin ürettiği enerji, kontrol ünitesi aracılığıyla akülere depolanır. Sistemde kullandığımız aküler rüzgâr veya güneş enerjisinin olmadığı zamanlarda enerjiyi depolayarak, istediğimiz zaman enerjiyi kullanmamızı sağlamaktadır. Kontrol ünitesi tarafından akülere depoladığımız DC enerjiyi her alanda kullanmamaktayız. Bu yüzden akülere depo edilen DC enerji, 1500 W'lık evirici yardımıyla istediğimiz gerilim ve frekans değerine dönüştürülmektedir.(Yıldız C. 2016) Kurulumu gerçekleştirilen hibrit sistem de kullanılan malzemelerin özellikleri tablo1'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Aşağıdaki şekil 3'de kurulumu gerçekleşmiş hibrit sistem gösterilmektedir.

Kullanılan Malzemeler	Çalışma Aralığı	Güç	Adet
Rüzgâr Türbini	24 Volt AC	500w	1
Güneş Paneli	31,5 Volt DC	260w	2
Evirici	24 Volt DC	1500w	1
Akü	100 A/h		2
Kontrol Ünitesi	40 Volt AC-DC		1

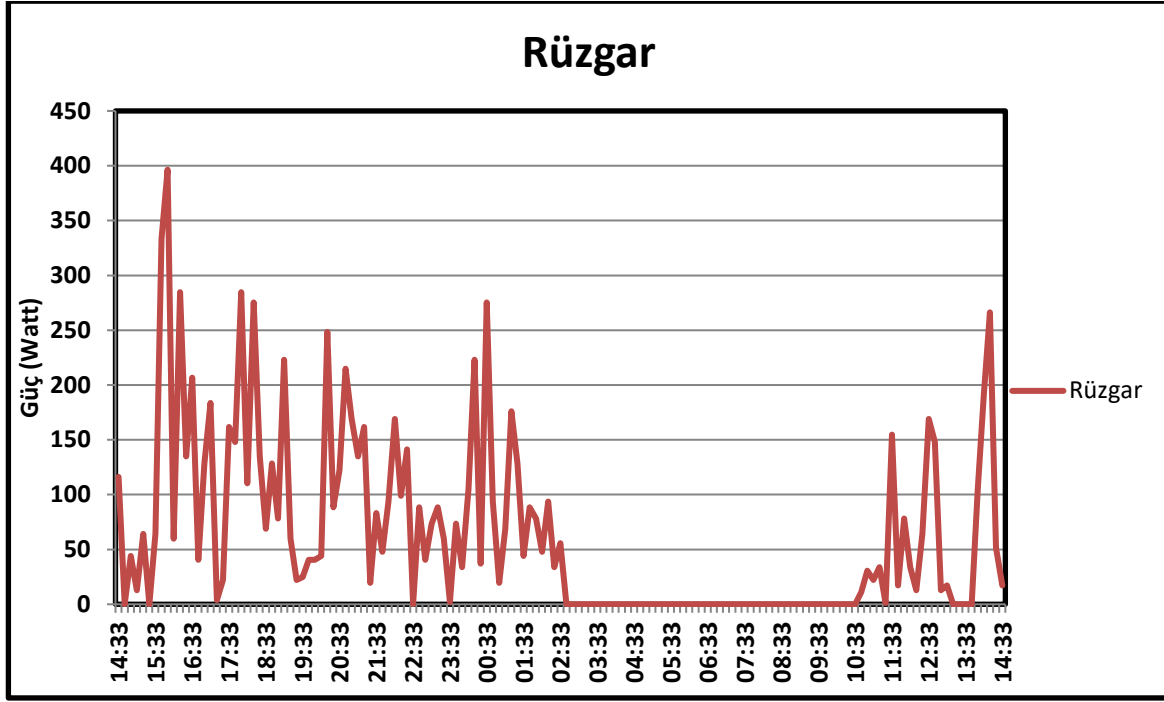
**Tablo 1.** Hibrit sistem özellikleri



**Şekil 3.** Güneş ve rüzgâr enerjisi hibrit sistemi

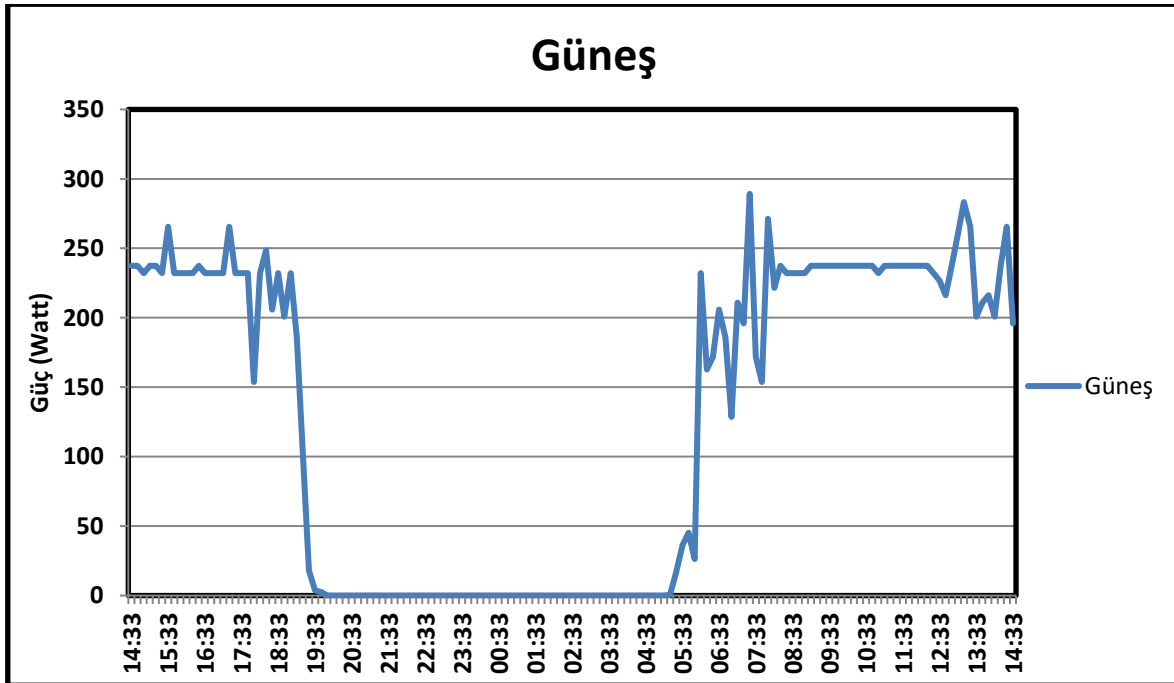
#### 5. BULGULAR

16.04.2017 ile 17.04.2017 tarihleri arasındaki tarihte rüzgâr türbininin faz-faz arası bir günlük ürettiği toplam güç 1533,53 W'tır. Rüzgâr türbininin faz-faz arası gün içerisindeki gücünün saatlik ortalaması 63,89709 W/h'dır. Bu güç değerlerinin gün içerisindeki anlık değişimleri şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Bir günlük rüzgâr enerjisi güç değerlerinin değişimi

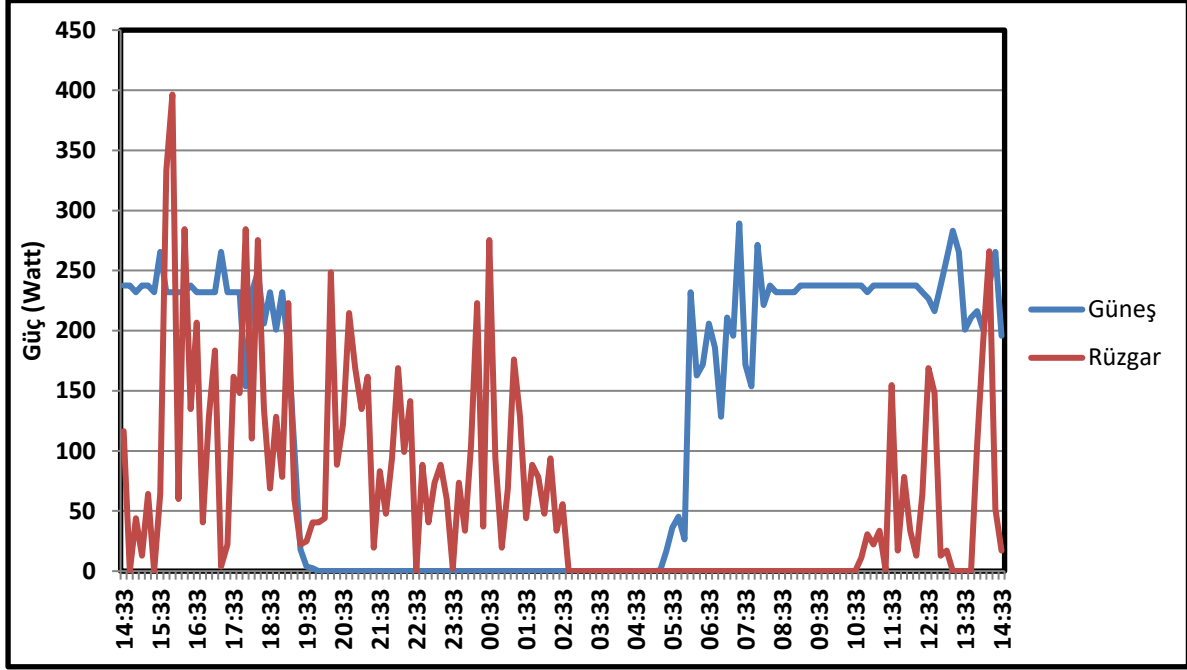
16.04.2017 ile 17.04.2017 tarihleri arasındaki tarihte güneş panellerinin bir günde ürettiği toplam güç 3073,476 W'tır. Güneş panellerinin gün içerisindeki gücünün saatlik ortalaması 128,0615 W/h'dır. Bu güç değerlerinin gün içerisindeki anlık değişimleri şekil 5'da verilmiştir.



Şekil 5. Bir günlük güneş enerjisi güç değerlerinin değişimi

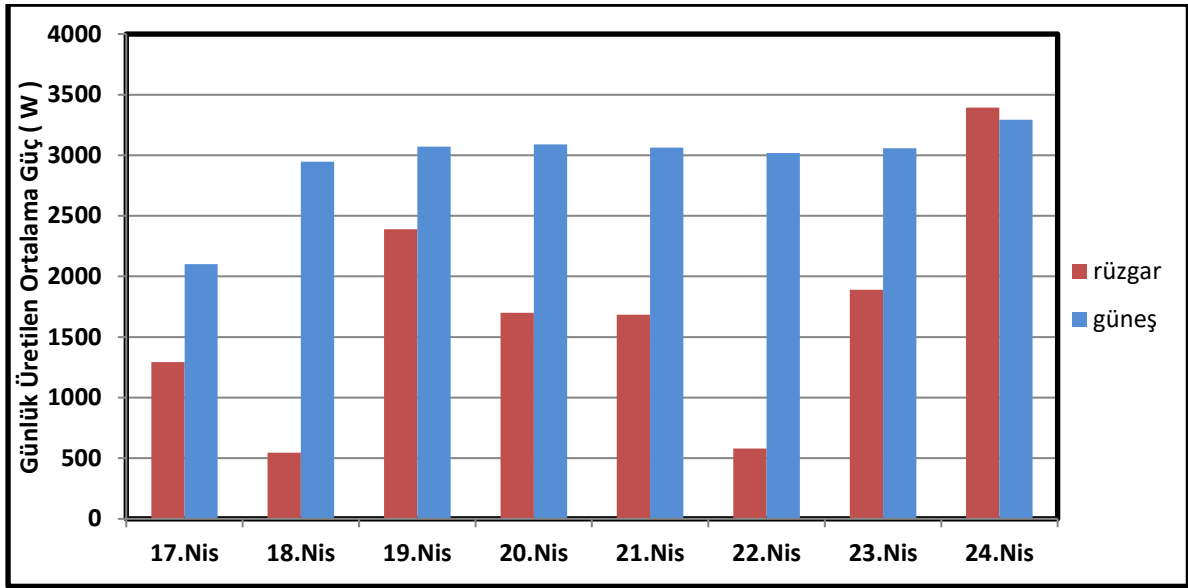
16.04.2017 ile 17.04.2017 tarihleri arasındaki 24 saatlik süre içinde üretilen toplam enerji değeri 4606 W'tır. Bu enerji değeri o gün için ortalama bir evin ihtiyacını karşılayacak yapıdadır. Fakat bu tarih için baktığımız zaman güneş enerjisinin, rüzgâr enerjisine oranla ortalama 2 kat daha verimli olduğu görülmektedir.

Hibrit sistemin o tarihte ürettiği her iki gücü şekil 6 üzerinde incelediğimiz zaman gün boyunca sadece 3 saatlik bir süre zarfında enerji üretilmediği görülmektedir. Verimi yüksek olan güneş enerjisini gün içerisinde çok fazla depolama imkânımız olmadığı yerlerde, bu hibrit sistem sayesinde enerji üretimde kısmi olarak da olsa sürekliliğin sağlandığı görülmektedir. Enerji üretimindeki bu süreklilik sağlanarak çok fazla akü kullanmadan her an enerji elde etme olanağımız artmaktadır.



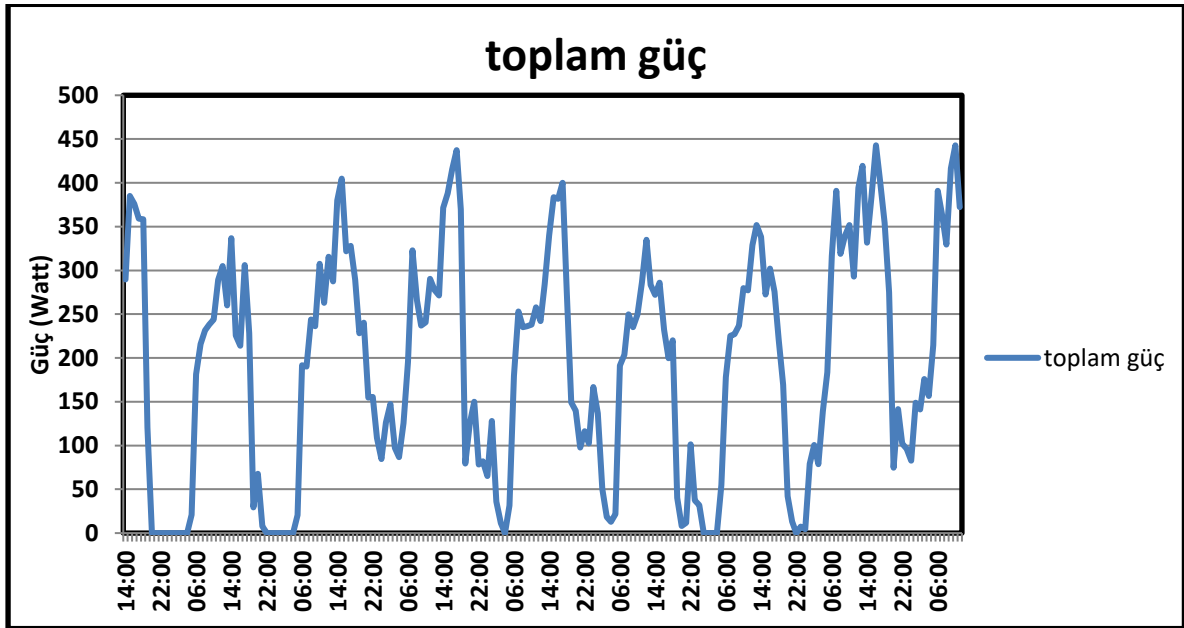
Şekil 6. Bir günlük güneş ve rüzgâr enerjisi güç değerlerinin değişimi

Hibrit sistem tarafından üretilen 7 günlük enerji üretim grafiklerini incelediğimiz zaman güneş panelleri tarafından üretilen ortalama toplam güç 23642,65 W'tır. Güneş panelleri tarafından bir günde üretilen ortalama toplam güç değeri 3377,522 W'tır ve bir saatte üretilen ortalama toplam güç değeri 140,7301 W'tır. Güneş panellerinin bir haftalık çalışmasından elde edilen bu değerleri incelediğimiz zaman, günlük 5 kW/h enerji tüketen dairenin enerjisini %67,5'i güneş panellerinden karşılanmaktadır. Yine bu süreler içinde rüzgâr türbini tarafından üretilen ortalama toplam güç 13477,2 W'tır. Rüzgâr türbini tarafından bir günde üretilen ortalama toplam güç değeri 1925,314 W'tır ve bir saatte üretilen ortalama toplam güç değeri 80,22141 W'tır. Rüzgâr türbininin bir haftalık çalışmasından elde edilen bu değerleri incelediğimiz zaman, günlük 5 kW/h enerji tüketen dairenin enerjisini %38,5'i rüzgâr türbinlerinden karşılanmaktadır. Rüzgâr türbini ve güneş panellerinin yukarıda verilen tarih aralığında ürettikleri güç değerleri şekil 7 üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 7. Hibrit sistemde güneş ve rüzgârın günlük ortalama güçleri

Rüzgâr ve güneş enerjisinden oluşan hibrit sistemde dikkate alınan bir diğer konu ise enerji üretimindeki sürekliliği sağlayabilmektir. Rüzgâr ve güneş enerjisi hibrit sistemi tarafından üretilen güç grafiklerini topladığımız zaman sistemin enerji üretimindeki sürekliliğini daha net görebiliriz. Şekil 8 üzerinde hibrit sistem tarafından üretilen bir haftalık toplam güç değerinin günlük ortalama değişimini görebilmekteyiz.



Şekil 8. Rüzgâr ve güneş enerjisi 1 haftalık toplam güç değerinin günlük ortalama değişimi

## 6. SONUÇLAR

Hibrit sistem tarafından üretilen bir günlük güç şekillerini incelediğimiz zaman güneş panelleri ortalama 13 saat ve rüzgâr türbini ortalama 16 saat boyunca enerji üretimi gerçekleştirmiştir. Rüzgâr ve güneş enerjisini içine alan hibrit sistemin güç grafiğini ele aldığımız zaman ise ortalama 21 saatlik bir süre boyunca enerji üretildiği görülmektedir. Enerji üretiminde sağlanan bu süreklilik akülere olan gereksinimi azaltarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulum ve kullanım aşamasındaki maliyetini azalttığı görülmektedir.



Hibrit sistemin bir diğer amacı da bir evin günlük enerji ihtiyacını karşılamaktır. Sistemin bir haftalık enerji verilerini incelediğimiz zaman günlük ortalama rüzgâr enerjisi üretimi 1925,314W ve güneş enerjisi üretimi 3377,522 W'tır. Beş kişinin birlikte yaşadığı bir dairenin günlük ortalama enerji tüketimi 5000W'tır. Bu da göstermektedir ki, Kahramanmaraş için toplam güç değeri 1 kW olan hibrit sistem, ortalama bir evin günlük enerji ihtiyacını karşılayabilecek kapasitededir.

Kahramanmaraş bölgesi için yenilenebilir enerji kaynağı olarak sadece güneş veya sadece rüzgâr enerjisi sistemi kurmak maliyeti arttırırken, rüzgâr ve güneş enerjisini birlikte yer aldığı hibrit sistemin kurulması maliyeti azaltmaktadır. Ayrıca bu sistem sayesinde elektrik nakil hatlarının ulaşmasının çok zor olduğu alanlara elektrik taşınabilmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

Yıldız C., Keçecioglu Ö.F., Açıkgöz H., Gani A., Şekkeli M., "Power Quality Measurement and Evaluation of a Wind Farm Connected to Distribution Grid", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2015.

Şekkeli M., Keçecioglu Ö.F., Açıkgöz H., Yıldız C., "A 2013. Comparison Between Theoretically Calculated And Actually Generated Electrical Powers Of Wind Turbines: A Case Study İn Belen Wind Farm, Turkey", *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, Vol 1-3, pp.41-47.

İbrahim D., 2011, "Güneş Enerjisi Uygulamaları", TMMOB, Ankara

Web1, 2016. <http://www.windpower.org> (Erişim Tarihi:26.11.2016)

Yalçın, C., 1998, "Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Alternatif Enerji Kaynaklı Sistemler Ve Birleşik Isı-Güç Santralleri İle Karşılaştırılması", Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, (1998)

Yerebakan, M., 2001, Rüzgar Enerjisi, Su Matbaacılık Ltd. Şti., İstanbul

Keçecioglu Ö.F., Açıkgöz H., Şekkeli M., "Advanced Configuration Of Hybrid Passive Filter For Reactive Power And Harmonic Compensation", *Springer Plus* 20165: 1228, DOI: 10.1186/s40064-016- 2917-7

Özgün H., 2012, "Solar Sistem Çözümleri" Notları, ABB Group

Manwell J. F., Morgan J. G., Rogers A. L., 2002, "Wind Energy Explained Theory , Design and Application"

Keçecioglu Ö.F. , Tekin M., Gani A. , Açıkgöz H., Gemci A., Şekkeli M., " Bir Güneş Enerji Santralinin Elektrik Şebekesindeki Güç Kalitesi Parametrelerine Etkisinin İncelenmesi" *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(2), 2015

Yıldız C., Gani A., Açıkgöz H., Keçecioglu Ö. F., Şekkeli M., 2016, A simple new method for wind farm power curve development A case study. 1st International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2016)

Tekin M., Keçecioglu Ö.F., Gani A., Açıkgöz H., Yıldız C., Şekkeli M., 2016, "The Role Of Kahramanmaraş In Turkey From The Standpoint Of Based On Traditional And Renewable Electricity Generation", 10th International Clean Energy Symposium

Gani A., Açıkgöz H., Keçecioglu Ö. F., Şekkeli M., 2013, Examine of Speed Control Performance of Permanent Magnet DC Motor with PI Fuzzy Logic Controller by Using Different Membership Functions. IATS'2013

Açıkgöz H., Keçecioglu Ö. F., Gani A., Yıldız C., Şekkeli M., 2016, Design and Analysis of Electronic Power Transformer in Matlab Simulink. International Conference on Natural Science and Engineering