

# CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ MURADIYE KYK KIZ YURDU İÇİN HİBRİT ENERJİ SİSTEMİ FİZİBİLİTE ÇALIŞMASI

Raşit ATA<sup>1</sup> Ezgi DOLAŞIR<sup>2</sup> Cansu CEYLAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Celal Bayar Üniversitesi Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü, rasit.ata@cbu.edu.tr

<sup>2</sup>Madenler Mah. Madenler sk. No:421 Yatağan /Muğla, ezgidolasir\_93@hotmail.com

<sup>3</sup>Gülabibey Mah. Beytepe 3.cad.No:39/15 Merkez/Çorum,cansuceylan15@hotmail.com

## ÖZET

*Enerjiye olan talebin hızla gelişmesi buna karşılık geleneksel enerji kaynaklarının sınırlı olması ülkelerin, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgilerini artırmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemlileri rüzgâr ve güneş enerjisi kullanımı son yıllarda dünya genelinde hızlı bir artış göstermekte olup, birçok ülkede kullanımı devletçe teşvik edilmektedir. Bu çalışmada, Celal Bayar Üniversitesi Muradiye yerleşkesinde bulunan Muradiye KYK Kız Yurdu'nun elektrik ihtiyacının karşılanmasına yönelik Güneş-Rüzgâr Hibrit Sistem kurulması planlanmaktadır. Bunun için KYK Kız Yurdu'nun yıllık ve aylık elektrik tüketim değerleri tespit edilerek kurulabilecek hibrit sistemle ilgili gerekli fizibilite çalışmaları, hesaplamalar ve değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan çalışmalar ve değerlendirmeler sonucunda kurulması düşünülen hibrit sistemle elektrik ihtiyacının karşılanması öngörülmektedir. Kurulması öngörülen sistemin maliyetini 5 yıl içerisinde karşılayabileceği hesaplanmıştır.*

## 1. GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz yüzyılda dünyanın karşı karşıya kaldığı en önemli sorunlardan biri enerji sorunu olacaktır Enerji sorununa umut verici bir çözüm olması nedeniyle alternatif enerji kaynaklarından yararlanma uygulamaları, günümüzde gittikçe artan bir öneme sahip olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları konvansiyonel enerji kaynaklarına göre birçok çevresel faydalar sunar. Yenilenebilir enerji türlerinin her biri aynı zamanda bazı uygulamalar için özel avantajlara sahiptir [1]. Yenilenebilir enerji kaynaklarının en büyük özellikleri, karbondioksit emisyonlarını azaltarak, çevrenin korunmasına yardımcı olmaları, yerli kaynaklar oldukları için enerjide dışa bağımlılığın azalmasına ve istihdamın artmasına katkıda bulunmaları ve kamuoyundan yaygın ve güçlü destek almalarıdır [2]. Yenilenebilir ve temiz enerji teknolojileri arasında belki de en fazla dikkat çekenlerden bir tanesi, sınırsız güneş enerjisini kullanarak elektrik enerjisi üretilmesini sağlayan fotovoltaik teknolojisidir [3].

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında özellikle rüzgâr ve güneş diğer yenilenebilir kaynaklara nazaran daha popülerdir. Güneş ve rüzgâr enerji sistemleri yerel güç

üretiminde yerin topolojik avantajları ve kaynağın mevcudiyetinden dolayı gelecek vadeden güç üretim kaynaklarıdır. Tek başına rüzgâr ya da güneş şebekeden bağımsız olarak mevsimsel ve periyodik değişimlerden dolayı enerjinin sürekliliğini sağlayamazlar. Bu kısıtların üstesinden gelebilmek için güneş ve rüzgâr üretim birimleri temelli hibrit güç sistemleri batarya depolamalı sistemler ile kombine edilmelidir [4]. Literatürde Güneş-Rüzgar hibrit sistemler üzerine daha önce yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Bunlar hibrit sistem tasarımı [5-14] ve hibrit sistem fizibilite analizi [15-16] konularını içermektedir.

Bu çalışmada, farklı tipte ve boyutlarda rüzgar ve güneş enerjisi temelli hibrit sistemi CBÜ Muradiye KYK Kız Yurdu için araştırılmıştır. Bu kız yurdu yük profili değerleri kullanılmıştır. Ayrıca rüzgâr ve güneş datası değerleri kullanılarak güneş-rüzgâr hibrit enerji sisteminin teknik ve ekonomik fizibilite araştırması gerçekleştirilmiştir. Ek olarak güneş, rüzgâr ve depolama biriminin enerji üretimine, enerji maliyetine ve toplam sistem maliyetine katkısı değişik hibrit sistemler için incelendi. Son olarak hibrit güneş - rüzgâr enerji sisteminin hassasiyet analizi değişik muhtemel rüzgâr hız değerleri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

## 2. CBÜ MURADIYE KYK KIZ YURDU YÜK PROFİLİ VE ENERJİ POTANSİYELİ

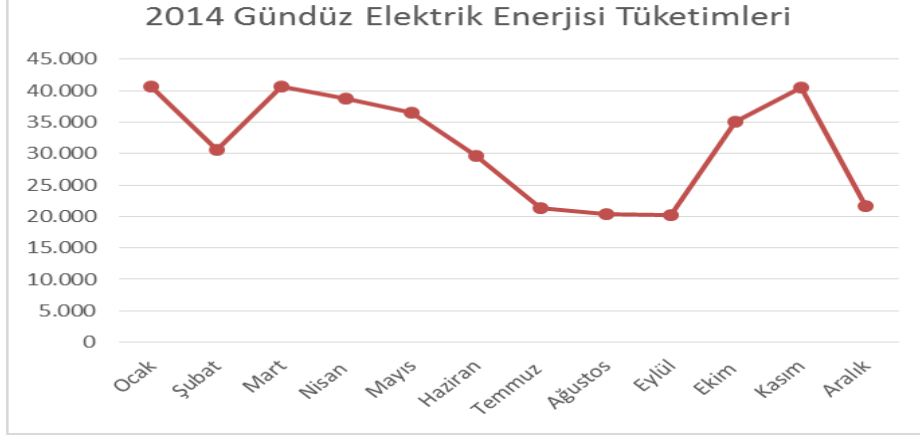
### 2.1. Yük Profili

Öncelikle Manisa Muradiye KYK Yurt binalarının fiziki özellikleri araştırılarak yapı planları incelenmiştir. Bu sayede yurt binalarının enerji verimliliği etüdü çalışmasına altyapı hazırlanmıştır. Yurt 1000 öğrenci kapasiteli olup 6 bloktan oluşmaktadır. Yurdun enerji gereksinimi elektrik şebekesinden karşılanmaktadır. Yurda ait bir yıllık elektrik tüketim değerleri Tablo 1’de verilmektedir. Yükler aydınlatma, ısıtma ve soğutma cihazlarından oluşmaktadır. Manisa

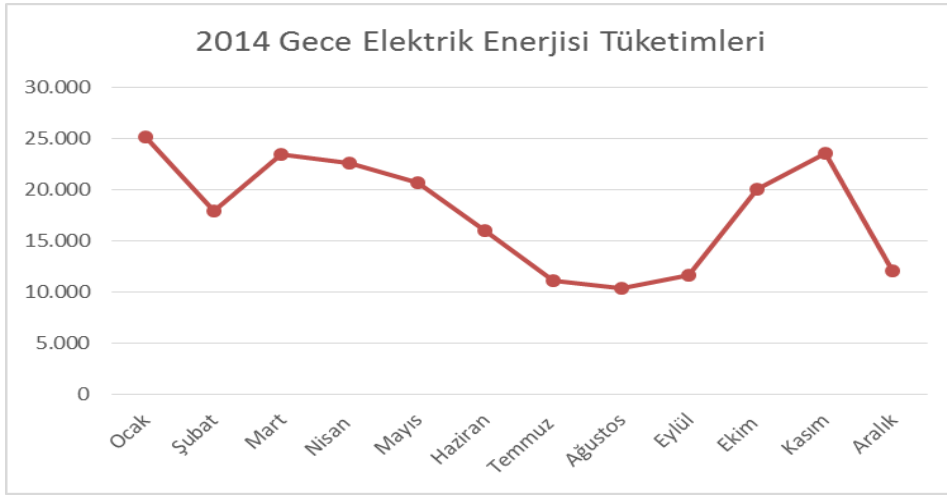
Muradiye KYK Yurt binalarına ait 2014 yılındaki elektrik enerjisi tüketimleri incelendiğinde Ekim-Aralık döneminde yoğunluğun arttığı gözlemlenmektedir. Özellikle Ocak ayında elektrik enerjisinin en fazla kullanıldığı dönem olduğu göze çarpmaktadır. Bu dönemde ısıtma grupları, yoğun bir şekilde devreye girmektedir. Yaklaşık olarak ısıtma için harcanan enerji, aynı dönemdeki toplam elektrik enerjisi tüketiminin büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Yurda ait gündüz ve gece elektrik tüketim değerlerinin aylara göre değişimi Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmektedir.

Tablo 1. KYK Muradiye yurdu elektrik enerjisi yıllık tüketimi

KYK MURADIYE YURDU ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİMİ					
Fatura Tarihi	Abone Unvanı	Gündüz(kWh)	Puant(kWh)	Gece(kWh)	Fatura Tutarı
31.01.2014	KYK Muradiye	40.653	20.601	25.155	32.005,40
28.02.2014	KYK Muradiye	30.537	14.210	17.991	24.054,10
31.03.2014	KYK Muradiye	40.732	19.510	23.445	28.704,10
30.04.2014	KYK Muradiye	38.775	17.549	22.611	28.402,20
31.05.2014	KYK Muradiye	36.500	16.416	20.762	25.195,20
30.06.2014	KYK Muradiye	29.622	12.025	16.052	19.732,30
31.07.2014	KYK Muradiye	21.375	7.144	11.130	13.630,10
31.08.2014	KYK Muradiye	20.362	6.657	10.396	12.862,60
30.09.2014	KYK Muradiye	20.283	8.676	11.686	13.526,50
31.10.2014	KYK Muradiye	35.005	17.623	20.064	26.370,70
30.11.2014	KYK Muradiye	40.579	21.898	23.576	31.216,50
16.12.2014	KYK Muradiye	21.667	10.485	12.041	16.034,60
	2014 Toplam	376.090	300.594	214.909	271.734.80



Şekil 1. Gündüz elektrik enerjisi tüketim değerlerinin aylara göre değişimi

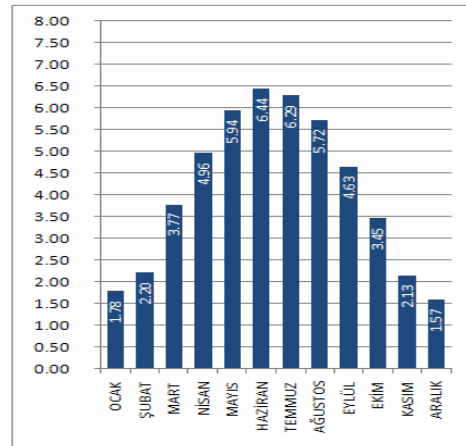


Şekil 2. Gece elektrik enerjisi tüketim değerlerinin aylara göre değişimi

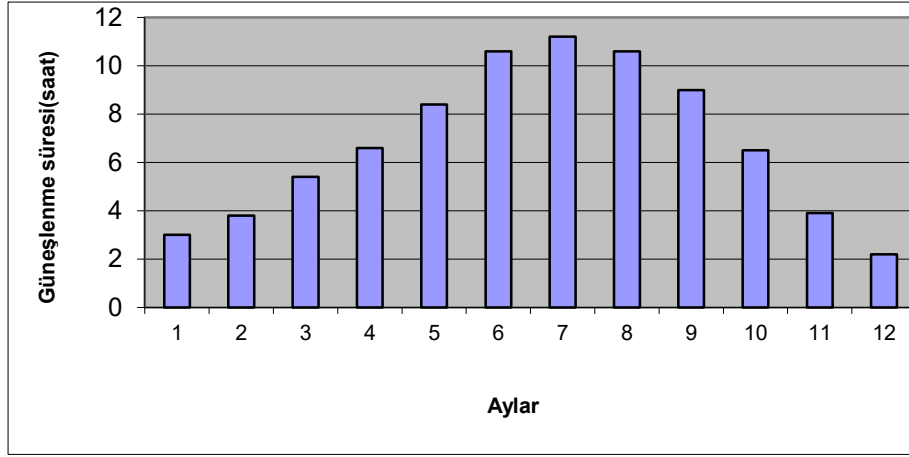
## 2.2 Muradiye Yerleşkesinin Güneş Enerjisi Potansiyeli

Güneş enerjisi potansiyelini belirlemek için önemli faktörlerden biri güneşlenme süreleridir. Şekil 3’de yerleşkeye en yakın Manisa iline ait aylık global radyasyon değerleri ve Şekil 4’de ortalama güneşlenme süreleri gösterilmiştir [2]. Manisa ortalama radyasyon değeri 4,07 kWh/m<sup>2</sup>-gün iken ortalama güneşlenme süresi ise 6,76 saat’tir.

MANISA İLİ GLOBAL RADYASYON DEĞERLERİ (kWh/m<sup>2</sup>-gün)



Şekil 3. Manisa ilinde global radyasyon değerleri



Şekil 4. Muradiye yerleşkesine en yakın Manisa iline ait ortalama güneşlenme süreleri

### 2.3 Muradiye yerleşkesinin rüzgâr enerji potansiyeli

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) verilerine göre Manisa iline ait 50 m. yükseklikteki rüzgâr haritası Şekil 5'te verilmektedir. Manisa iline kurulabilecek rüzgâr enerji santralı güç kapasitesi ise Tablo 2'de verilmektedir. Bu sonuçlara göre 50 m. yükseklikteki ortalama rüzgâr hızı 7,2 m/s olan alanlar Manisa'nın yaklaşık %50'sini oluşturmaktadır. Rüzgâr enerji yoğunluğu, rüzgâr hızı dağılımının ve hava yoğunluğu etkisinin bir fonksiyonudur. Ortalama enerji yoğunluğu değerleri 50 m. için Tablo 2'de verilmektedir [17]. Bu sonuçlara göre Manisa'da kurulabilecek toplam kurulu güç kapasitesi 5302 MW'dır. EİE verilerine göre Manisa rüzgâr enerjisi konusunda Türkiye'nin en potansiyelli beş ili içerisinde yer almaktadır [2]. Muradiye yerleşkesi ortalama rüzgâr hızı, rüzgâr haritası dikkate alındığında yaklaşık 6-6,5 m/s aralığında olduğu görülür. Ekonomik rüzgâr enerji santral (RES) yatırımı için 7 m/s veya üzerinde rüzgâr hızı gerekmektedir. Muradiye yerleşkesine tek başına kurulabilecek bir RES ekonomik olmadığından hibrit bir sistem üzerinde çalışma yapılmıştır.

### 3. MURADIYE KYK YURDU GÜNEŞ-RÜZGÂR HİBRİT GÜÇ SİSTEMİ FİZİBİLİTESİ

Manisa Muradiye KYK Yurdu 2014 yılındaki elektrik enerjisi tüketimleri aylar bazında incelendiğinde, yıllık ortalama 1000000 kWh elektrik enerjisi ihtiyacı olduğu gözlemlenmiştir. Bu değerden hareketle yapılan fizibilite sonuçlarında; 125 kW fotovoltaiik güç sistemi ile enerji ihtiyacının yaklaşık %20'sinin karşılanabileceği, kalan %80'lik kısım için ise 500kW gücünde bir rüzgâr türbini kurulmasının uygun olacağı ortaya çıkmıştır. Kullanılacak rüzgâr türbini özellikleri Tablo 3'de verilmektedir.

#### 500 kw lık bir rüzgâr türbini;

Ortalama rüzgâr hızı 7 m/sn de

Türbin kapasitesi %50

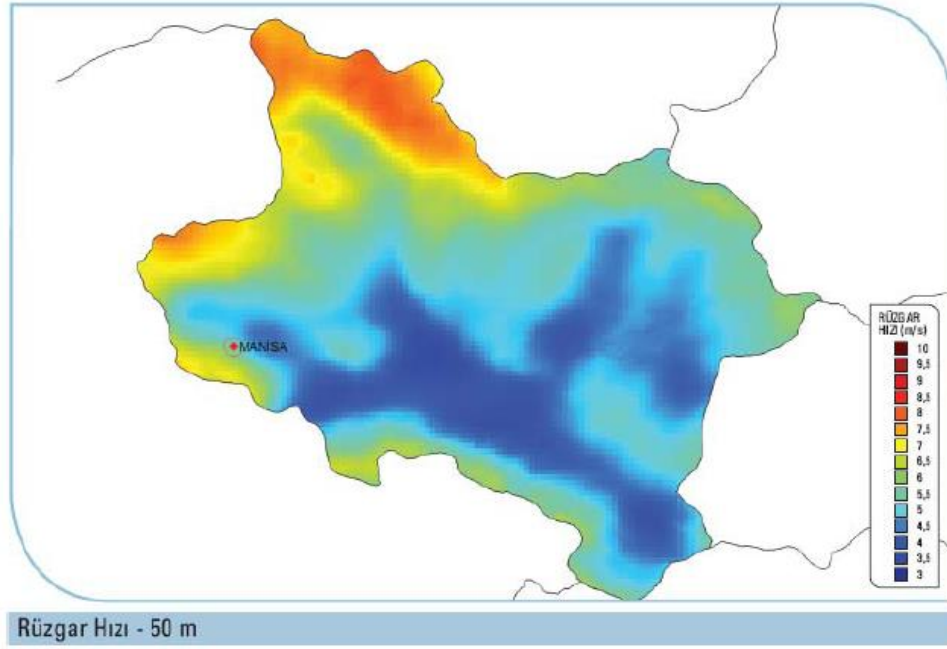
Günlük:  $500\text{kw} \cdot 0.50 \cdot 24 = 6000 \text{ kw/h}$

Aylık :  $6000\text{kw/h} \cdot 30 = 180\ 000 \text{ kw/h}$

Yıllık:  $180\ 000 \text{ kw/h} \cdot 12 = 2.160.000 \text{ kw/h}$

#### 3.1 Fotovoltaiik Güç sistemi Fizibilitesi

Sunulan proje kapsamında, Muradiye KYK yurdu (Manisa) çatı uygulamalı olarak 125 kWp gücünde Fotovoltaiik Güç Sistemi (FVGS) kurulması planlanmıştır.



Şekil 5. Manisa rüzgâr hızı dağılımı (50 m)

Tablo 2. Manisa iline kurulabilecek rüzgar enerji santrali güç kapasitesi

50 m'de Rüzgar Gücü (W/m <sup>2</sup> )	50 m'de Rüzgar Hızı (m/s)	Toplam Alan (km <sup>2</sup> )	Toplam Kurulu Güç (MW)
300 – 400	6.8 – 7.5	474,35	2.371,76
400 – 500	7.5 – 8.1	301,57	1.507,84
500 – 600	8.1 – 8.6	193,86	969,28
600 – 800	8.6 - 9.5	90,69	453,44
> 800	> 9.5	0,00	0,00
		<b>1.060,46</b>	<b>5.302,32</b>

Tablo 3. Rüzgâr türbini özellikleri

Optimum çalışma hızı	14 m/s
Devreye Girme Hızı	4 m/s
Devreden Çıkma Hızı	25 m/s
Maksimum Rüzgâr Hızı	70 m
Kanat Çapı	47 m
Kanat Özelliği	Güçlendirilmiş fiberglas
Kanat Sayısı	3
Kule Yüksekliği	50 m, kafes tip veya konik
Jeneratör	Asenkron, 690 V, 50 Hz, Siemens

Aşağıda PV panele ilişkin teknik özellikler verilmektedir.

Birim panel gücü (W)	250
Toplam panel gücü (kW)	125
Panel verimi:	0,16-17
Evirici verimi:	0,98
Kablo kayıpları:	1,50 %
Diğer kayıplar:	10,00 %
Toplam sistem verimi:	0,14

### 3.2 Fotovoltaik Güç Sistemi Bileşenleri

**Fotovoltaik Modül:** Günümüzde, en yaygın kullanılmakta olan FV teknolojisi, dilim tabanlı kristal silisyum teknolojisi olup, pazar payı yaklaşık % 85 civarındadır. 50 yıla yaklaşan teknolojisi ve donanım olgunluğu, birinci nesil olarak adlandırılan c-Si teknolojisini ön plana çıkarmaktadır. Bu proje kapsamında da, c-Si temelli FV modüllerin kullanılması planlanmıştır. Anma gücü 250 W olacak birim modüller dikkate alınmıştır. İlgili teknik şartnamede FV modül için aşağıdaki özellikler istenecektir;

- Kurulacak sistemde FV modül teknolojisi kristal silisyum (c-Si) olacaktır.
- Kullanılacak modüller için üreticinin 10 yıl fiziksel ürün ve 25 yıl güç üretim performans garantisi belgelendirilecektir.
- Modül güç üretim toleransı belgelendirilecektir.
- c-Si modüller için IEC 61215 standardına uygunluk belgelendirilecektir.
- Modüllerin IEC 61730 ya da TÜV Class-II belgeleri sunulacaktır.
- Bağlantı kutuları IP 54 veya IP 65 korumasına sahip olacaktır.

**Evirici:** Fotovoltaik panel çıkışındaki doğru akımı (DC) alternatif akıma (AC) dönüştürmek için kullanılır. Evirici tiplerinden transformatörsüz dizi tipi eviriciler, günümüzde en yaygın olarak kullanılanlardır. Bu sayede, hem olası gölgelenme ve uyumsuzluk etkilerine karşın toplam sistem güvenilirliği artırılmakta hem de daha hafif, maliyet açısından da uygun bir seçim olmaktadır.

**Elektriksel Bağlantı Bileşenleri:** Bu gruptaki bileşenler aşağıdaki şekilde ayrıştırılmaktadır:

- FV Kablolar
- FV Bağlantı Uçları Seti
- Kablo Tavası
- DC Toplama Panosu
- DC Parafudr
- DC Sigorta

- AC Kablo
- AC Saha Panosu
- Topraklama ve yıldırım koruması

**Taşıyıcı Mekanik Konstrüksiyon Bileşenleri:** Konstrüksiyona ait tüm malzeme paslanmaz nitelikte olacaktır.

Taşıyıcı yapılar, projelendirilmiş yapı ve donatılar üzerine monte edilecek ve sabit açılı (hareketsiz) olacaktır.

**Veri İzleme /Depolama Sistemi Bileşenleri:** Eviriciler arası iletişim kitini ve uzaktan izleme sistemini içermektedir. Kurulumu tasarlanan sistem için hem DC hem AC tarafta tüm sistem elektriksel parametrelerinin (akım, gerilim, güç, enerji, frekans v.b.) yanında, gelen ışınım şiddetinin ( $W/m^2$ ), ortam sıcaklığının (C), modül sıcaklığının (C) ve rüzgar hızının (m/s) da ölçülmesi ve belirlenen periyotlarda (2 dakika gibi çok kısa aralıklarda) kaydedilmesi sağlanacaktır.

### 4. DEĞERLENDİRMELER VE SONUÇLAR

Yapılan mali ve teknik değerlendirilmeler sonucunda projenin uygulanabilir olduğu anlaşılmaktadır.

Güneş-Rüzgâr hibrid güç sisteminin temel elemanları, uzun süreli çalışma potansiyeline ve garanti süresine sahiptir. Fotovoltaik modüller 25 sene üretici garantisi taşırlar ve genel olarak 30 yılın üstünde çalışma ömrüne sahiptirler. Rüzgâr türbinleri de 25 yıl üretici garantisine sahiptirler. Fakat bakım onarım maliyetleri yıllık getirilerinin ortalama %10'u kadardır. Güneş-Rüzgâr hibrid güç sistemi, tüm bu avantajlarıyla, uzun yıllar boyunca maddi değerini de korumayı sürdürecektir.

Güneş-Rüzgâr hibrid Güç Sisteminde bulunan 500 kW rüzgâr türbini yerine, 1MW rüzgâr türbini tercih edilmesi tedarik ve geri dönüşüm süresi açısından daha uygun bir çözüm olacaktır. 1MW rüzgâr türbininin 70m kule yüksekliğine kurulması durumunda yapılan hesaplama ve analizlerden, ortalama rüzgâr hızının 6,8m/s ve yıllık elektrik enerjisi üretiminin

3.015.216 kWh olacağı hesaplanmıştır. Elde edilecek tüm elektrik enerjisinin dağıtım şirketine satması varsayımıyla, yatırımın geri ödeme süresinin 3,5 yıla ineceği öngörülmektedir. 1MW rüzgâr türbini kurulması halinde elde edilecek ihtiyaç fazlası elektrik enerjisi 7,3 cent USD/kWh fiyatı üzerinden şebekeye satılabilecektir. Bununla birlikte sistemin yıllık sabit optimum açılış yerine, mevsimlik olarak belirlenen optimum açılarda yerleştirilmesi ile toplamda yıllık yaklaşık %5 oranında daha fazla enerji üretilbileceği sonucu ortaya çıkmıştır.

#### KAYNAKLAR

- [1] Kaya, D., “Renewable energy policies in Turkey”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 10 (2): 152-163, 2006.
- [2] R. Ata, F. Öcal, “Manisa’nın yenilenebilir enerji potansiyelinin analizi”, *C.B.U. Fen Bilimleri Dergisi* 2014; 10(1); 1-10.
- [3] A. Bedeloğlu, Y. Bozkurt, “Fotovoltaik Teknolojisi: Türkiye ve Dünyadaki Durumu, Genel Uygulama Alanları ve Fotovoltaik Tekstiller”, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2010, 4(2) 43-58
- [4] Moharil, RM., Kulkarni, PS. A case study of solar photovoltaic power system at Sagardeep Island, India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13, 673-681, 2009.
- [5] M. Engin, “Bornova için Güneş-Rüzgâr Hibrit enerji üretim sistemi tasarımı” *CBÜ Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi*, Cilt:2, Sayı:13, s.11-20, 2010.
- [6] K. Başaran, N.S. Çetin, H. Çelik, “Rüzgâr-Güneş Hibrit Güç Sistemi Tasarımı ve Uygulaması” *6th International Advanced Technologies Symposium (IATS’11)*, 16-18 May 2011, Elazığ, Turkey s. 114-119.
- [7] M.Demirtaş, “Güneş ve Rüzgâr Enerjisi Kullanılarak Şebekeyle Paralel Çalışabilen Hibrit Enerji Santrali Tasarımı ve Uygulaması”, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ocak 2008.
- [8] Engin, M, Çolak, M. 2001. “PV-Wind Hybrid Energy Sytem for Lighting”, *International Solar Energy Society 2001 Solar World Congress, Book of Abstracts* Page 255-256, 25-30 November 2001, Adelaide, Australia.
- [9] U. Fesli, M. Özer, R. Bayır, “Ev tipi bir solar-rüzgar hybrid system tasarımı ve uygulanması”, *Electrotech*, 189: 280-288, 2010.
- [10] M. Engin, M. Çolak, “Güneş-Rüzgar Hibrit Enerji Üretim sisteminin İncelenmesi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, sayı 2, cilt 11, 2005, s.225-230.
- [11] Hocoğlu F. O. ve Kurban M., “Eskişehir Bölgesinde Kurulmuş Olan Hibrit (Rüzgar-Güneş) Enerji Sistem Modeli Bileşenlerinin Tanıtılması, Performans ve Güvenilirliğinin Tartışılması”, *III. Ege Enerji Sempozyumu*, Muğla, 24-26 Mayıs 2006.
- [12] Al-Badi, A.H. (2011). Hybrid (solar and wind) energy system for Al Hallaniyat Island electrification. *International Journal of Sustainable Energy*,30(4), 2011, 212-222,
- [13] Balamurugan, P., Ashok, S., and Jose, T.L. Optimal Operation Of Biomass/Wind/Pv Hybrid Energy System For Rural Areas. *International Journal of Green Energy* 6, 2009, 104-116.
- [14] Çolak, M., Özdamar, A., Engin, M. “Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Binasının Gece İç ve Dış Aydınlatmasının Rüzgar ve Güneş Enerjisinden Sağlanması”, *E. Ü. Araştırma Fonu Projesi*, Proje No: 98/BİL/004, s. 71, 2002, İzmir.
- [15] B.T. Doğan, A. Çolakoğlu, O. Kıncay, “RETScreen Analiz Programı ile Hatay’da Rüzgar Enerji Santrali Fizibilite Analizi” *Tesisat Mühendisliği*, Sayı 131 - Eylül/Ekim 2012.s.22-27.
- [16] Akhisar Belediyesi Hizmet Binasında Rüzgar Güneş Enerjisi Kullanımı ve Enerji Verimliliği Fizibilitesi, *Zafer Kalkınma Ajansı Fizibilite raporu*, Nisan 2014.
- [17] <http://www.eie.gov.tr/YEKrepa/MANI-SA-REPA.pdf> (14.05.2015)