

## Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Hibrit Sistemin Fiziksel Olarak Gerçeklenmesi ve Analizi

<sup>1</sup>Serhat Berat Efe ve <sup>\*1</sup>Behçet Kocaman

<sup>1\*</sup>Bitlis Eren Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi  
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 13000, Bitlis, TÜRKİYE

### Özet

İnsanlık için vazgeçilmez bir enerji olan elektrik enerjisi ihtiyacı günden güne ivmelenerek artmaktadır. Bu artan enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla geleneksel üretim sistemlerinin yanı sıra yenilenebilir enerji kaynaklarından da yararlanılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmak için yapılan en önemli uygulamalardan biri de farklı enerji kaynaklarının birlikte kullanıldığı ve hibrit olarak adlandırılan sistemlerdir. Hibrit enerji sistemlerinde en fazla tercih edilen enerji kaynakları arasında güneş ve rüzgâr enerjisi gelmektedir. Bu iki enerji kaynağının etkin çalışma saatleri genellikle farklı olduğundan, birlikte kullanılmaları tercih edilmektedir. Günümüzde yaygın olarak kurulmaya ve kullanılmaya başlanan yenilenebilir enerji kaynaklı hibrit sistemlerin de büyük güç sistemlerinde olduğu gibi çeşitli çalışma koşulları için analizinin yapılması zorunlu bir hal almıştır.

Bu çalışmada, Bitlis Eren Üniversitesi Rahva yerleşkesinde, güneş panelleri ve rüzgâr türbini birlikte kullanılarak oluşturulan hibrit enerji sisteminin fiziksel olarak kurulumu yapılmıştır. Sistem birimlerinin montajı yapılmış, sistemin besleyeceği LED projektörler konumlandırılmış ve ara bağlantılar tamamlanmıştır. Kurulan sistemin elektrik enerjisi üretmesi sonucunda, çıkış baralarına ait akım ve gerilim büyüklükleri ölçülmüş, sistemin çeşitli işletme koşulları altındaki durum davranışlarının analizleri yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Fotovoltaik Sistem, Rüzgâr Enerjisi, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Hibrit Enerji Sistemi.

### Abstract

Necessity to electrical energy, which is vital for humankind, increases acceleration day by day. Renewable energy sources are using besides traditional systems to meet this demand. One of the most important application to increase the use of renewable energy sources is hybrid systems which are consist of different energy sources. Solar and wind energy systems are most preferred systems in hybrid energy systems. These systems are preferred because of difference in their effective generating hours. As they are constructing and using widely nowadays, it is necessary to analyze renewable energy based hybrid systems for different operating conditions as large power systems.

In this study, a hybrid system which is consist of solar and wind energy system is physically constructed in Bitlis Eren University Rahva Campus. System components are installed, LED floodlights which are fed by hybrid system is positioned and interconnections are completed. As the established system generates electrical energy, voltage and currents of output busbars of the system are measured, and also system is analyzed for different operating conditions.

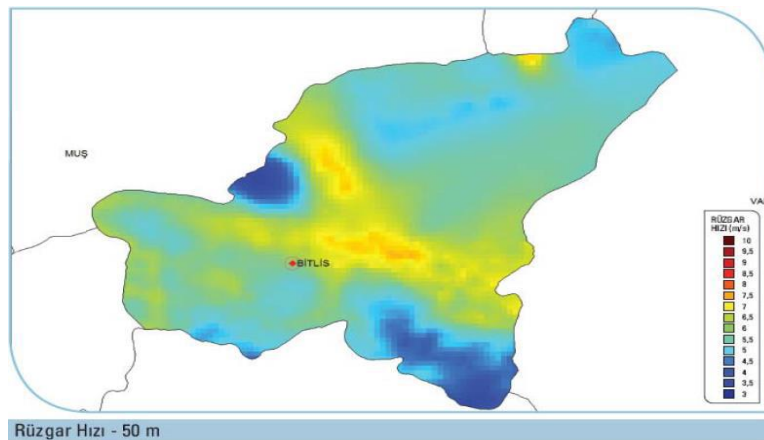
**Key words:** Photovoltaic System, Wind Energy, Renewable Energy Sources, Hybrid Energy System.

## 1. Giriş

Yakın gelecekte fosil yakıt kaynak rezervlerinin azalması olasılığı, teknolojik gelişmeler ile nüfus artışına bağlı olarak enerji ihtiyacının artması ve bununla birlikte enerji fiyatlarındaki olası artış, yeni enerji kaynaklarına yönelimi gerekli hale getirmiştir. Bu durumlardan dolayı kullanılacak enerji kaynaklarının rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji, sürdürülebilir, alternatif ve çevre dostu olması beklenmektedir.

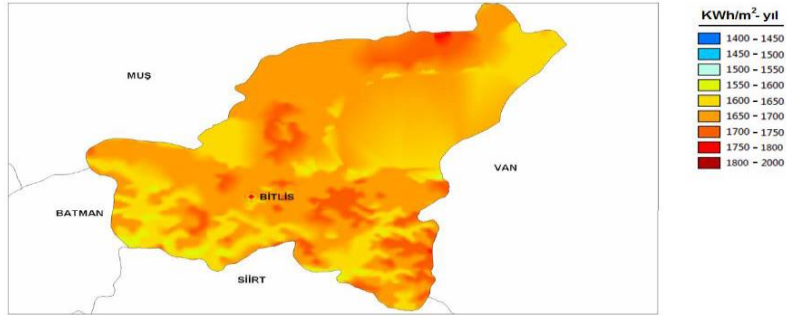
Bu ihtiyaç çerçevesinde kurulmaya ve kullanılmaya başlanan yenilenebilir enerji kaynakları üzerine yapılan çalışmalar, özellikle son yıllarda artan bir ivme göstermektedir. Yenilenebilir enerji kaynağı; enerji kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha çabuk bir şekilde kendini yenileyebilmesi ile tanımlanır. Mevcut enerji kaynaklarının hızla tükenme eğilimi içine girmesi, hammadde fiyatlarının artması, çevreye ve insan sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri, kullanımlarında birtakım zorluklar, yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları üzerine yapılan çalışmaları arttırmıştır [1]. Çeşitli kontrol tekniklerinin kullanılması ile kurulu gücü düşük olan uygulamalar için verimli bir fotovoltaik [FV] sistem ve rüzgâr enerjisi sisteminden oluşan hibrit yapı oluşturmak mümkündür [2-4]. Enerji tüketiminin artması, enerji üretim teknolojilerindeki hızlı ilerleme ve çevre koruma için artan halk bilinci, araştırma alanlarını alternatif enerji ve dağıtılmış üretime yönlendirmektedir. Güneş ışınımı ve rüzgârın doğal kesikli özelliklerinden dolayı şebekeden bağımsız rüzgâr/FV gibi yenilenebilir enerji sistemleri, her an değişen yük talebini karşılamada tamamen güvenli olmadığından, enerji depolama donanımı ile birlikte hibrit bir sistem oluşturmak mantıklı bir çözümdür [5-8].

Bu çalışma kapsamında FV sistem ve rüzgâr enerjisi sisteminden oluşan hibrit bir elektrik enerji üretim sisteminin fiziksel olarak kurulumu yapılmıştır. Sistem kurulumunun gerçekleştirilmesi ve gerekli bağlantıların tamamlanmasının ardından sistem çıkışlarından akım ve gerilim ölçümleri alınmıştır. Çeşitli zamanlarda alınan ölçümler vasıtasıyla sistem incelenmiş, sistemin kurulduğu Bitlis Eren Üniversitesi Rahva Yerleşkesi için sistem karakteristiği analiz edilmiştir. Bitlis İli ile ilgili Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün web sitesinde yayınladığı rüzgâr kaynak bilgilerine göre; Şekil 1'de görüleceği üzere Bitlis-Rahva Bölgesinin, iyiye yakın bir rüzgâr potansiyeline sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Bitlis İli 50 m Yükseklik İçin Rüzgâr Hızı Dağılımı

Benzer şekilde Bitlis İli için Global Güneş Radyasyon Dağılımı Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 2’de görüldüğü gibi Bitlis Eren Üniversitesi yerleşkesi içerisinde güneş enerjisinden elektrik üretiminin uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Bitlis İli için Global Güneş Radyasyon Dağılımı

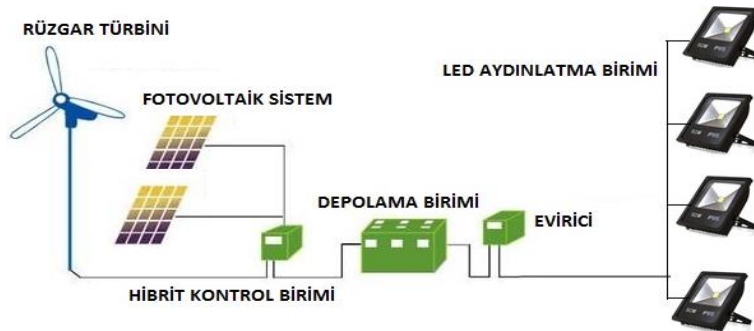
## 2. Yöntem

Söz konusu çalışma için öncelikle fotovoltaik sistem ve rüzgâr enerjisi sisteminden oluşan hibrit bir elektrik enerjisi üretim sisteminin kurulumu yapılmıştır. Kurulan bu sistem; 900 W gücünde FV sistem ve 500 W gücündeki rüzgâr türbininden oluşmuştur. Daha sonra bu gerçek sistemin analizi yapılmıştır. Kurulan hibrit enerji sistemi, daha sonra yapılacak yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik enerjisi üretimi konusundaki çalışmalara referans olma niteliğini taşımaktadır. Bu sistem; güç (W), gerilim (V) ve akım (A) gibi elektriksel parametreler açısından değerlendirilerek verim analizi gerçekleştirilmiştir. Sistemin bileşenleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Sistem Bileşenleri

Bileşen	Güç	Akım	Gerilim
Rüzgâr Türbini	500 W	-	24 V AC (L-L)
Fotovoltaik Panel (6 Adet)	150 W	7,88 A	19 V
Evirici	3000 VA	50 A	24 / 230 V
Akü (4 Adet)	-	200 A	12 V

Hibrit enerji üretim sisteminin blok şeması Şekil 3’te gösterilmiştir. Şekil 3’ten görüleceği üzere fotovoltaik sistem ve rüzgâr enerjisi sistemi bağımsız depolama birimini beslemekte, daha sonra depolama biriminden alınan doğru gerilim evirici vasıtasıyla alternatif gerilime çevrilerek yükleri beslemektedir.



Şekil 3. Hibrit sistem blok şeması

Bitlis Eren Üniversitesi Rahva Yerleşkesinde kurulan sistem Şekil 4'te, sistemin evirici, depolama birimi ve rüzgâr şarj kontrol cihazı birimleri ise Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 4. Kurulan fiziksel sistem



Şekil 5. Kurulan fiziksel sistemin birimleri

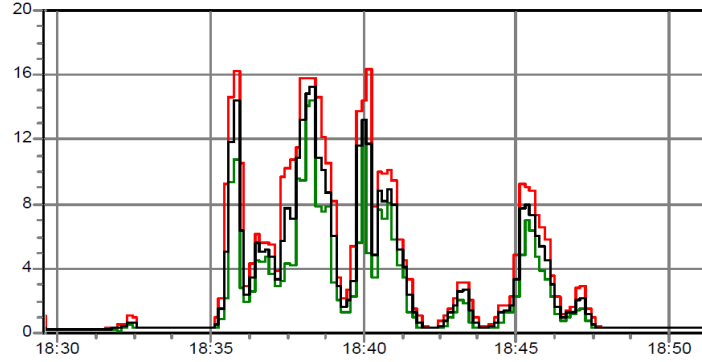
### 3. Bulgular

Fiziksel olarak kurulumu yapılan hibrit enerji sisteminin elektrik enerjisi üretmeye başlamasının ardından çeşitli durumlar için analizi yapılmıştır. Analiz için sistem üzerinde Şekil 6'da gösterilen düzenlemeler yapılarak ölçüm cihazları konumlandırılmıştır.



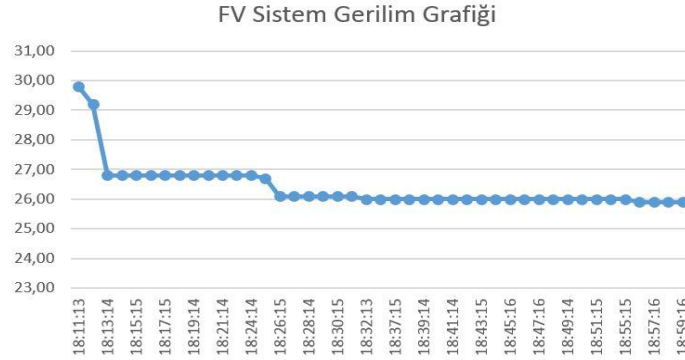
Şekil 6. Analiz sistemi

Rüzgâr türbini için gerilim verileri, Fluke 435 Enerji analizörü kullanılarak elde edilmiştir. Verilerin elde edilmesi için analizör doğrudan rüzgar türbini çıkışına bağlanmış ve değerler kayıt altına alınmıştır. Rüzgâr türbininden elde edilen veriler Şekil 7’de verildiği gibi oluşmaktadır.

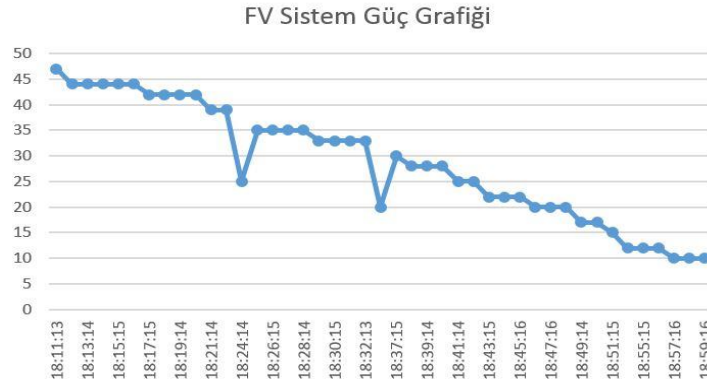


Şekil 7. Rüzgâr türbini gerilim verileri

Şekil 7’den görüleceği üzere fiziksel sistemin kurulduğu bölgede rüzgar hızı ve dolayısıyla enerji üretimi çok büyük değişim göstermektedir. Bu nedenle ilgili bölge için depolamasız bir enerji üretim sisteminin kurulumu verimli olmayacağı söylenebilir. Benzer şekilde FV sistem geriliminin zamana göre değişim grafiği Şekil 8’de, gücün zamana göre değişimi grafiği ise Şekil 9’da gösterildiği gibi elde edilmektedir.



Şekil 8. FV sistem gerilim grafiği



Şekil 9. FV sistem güç grafiği

Şekil 8 ve Şekil 9'daki grafikler incelendiğinde fotovoltaik sistemin söz konusu bölge için daha stabil çalıştığı görülmektedir. Buna göre fotovoltaik sistemden üretilen enerji doğrudan şebekeye verilebilecektir.

#### 4. Tartışma

Elektrik enerjisi üretmek amacıyla kullanılan fosil kaynaklı enerji kaynaklarının hızla tükenmesi ve gelecekte tamamen biteceği göz önüne alındığında yenilenebilir enerji kaynaklarının daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayacak politika ve projeler geliştirilmesi gerekmektedir. Bitlis Eren Üniversitenin bulunduğu Bitlis ili, rüzgar ve güneş enerjisi gibi enerji kaynakları bakımından iyi bir yere sahiptir. Bu çalışmada rüzgar ve güneş enerji kullanılarak oluşturulan hibrit bir sistem kurularak elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerle Üniversite yerleşkesinde, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla elektrik enerjisinin verimli bir şekilde üretilebileceği görülmüştür. Böylece çalışma, Üniversite yerleşkesinin elektrik enerjisi ihtiyacının önemli bir kısmının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanabilmesi için daha sonra yapılacak çalışmalara katkı sağlayacaktır.

Rüzgar ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak elektrik enerjisi üreten tesislerin ilk yatırım masrafları hala yüksek seviyededir. Bu nedenle enerjide dışa bağımlılığı ve enerji üretimdeki maliyeti azaltmak amacıyla yerli üretim ile araştırma-geliştirme çalışmalarını destekleyecek projeler geliştirilmelidir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisinin üretiminde kullanılması, bölgenin kalkınmasında ve çevre üzerinde olumlu etkiler oluşturulacaktır. Bu nedenle Bitlis ilinde bulunan rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin en etkin biçimde devreye alınması için gerekli enerji politikaları oluşturularak tasarım, planlama ve araştırma-geliştirme çalışmaları yapılmalıdır.

#### Sonuçlar

Bitlis Eren Üniversitesi Rahva Yerleşkesi, rüzgar ve güneş enerjisi potansiyeli bakımından avantajlı konumdadır. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları olan rüzgar ve güneş enerjisinden oluşan hibrit enerji üretim sisteminin kurulumu yapılarak analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarla kurulan fiziksel sisteminin yerleşkede uygulanabilirliğini göstermiştir. Bu sistem ile birlikte gerek üniversitede ve gerekse toplumun diğer kesimlerinde yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgi düzeyinin artırılmasına katkı sağlanacaktır. Aynı zamanda kurulumu gerçekleştirilen sistem sayesinde hem üniversite öğrencilerinin, yenilenebilir enerji kaynakları, hibrit enerji üretim sistem elemanları ve sistem kurulumu hakkında bilgi sahibi olmaları hem de sistemin, bölgenin ve ilin sanayicileri ile halkına tanıtılarak hibrit enerji üretim sistemlerinden elektrik üretimi hakkında bir farkındalık oluşması sağlanmıştır.

#### Teşekkür

Bu çalışma, Bitlis Eren Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyonu Birimi tarafından desteklenen BEBAP 2017.09 numaralı proje ile desteklenmiştir.



## Kaynaklar

- [1] Çetin E, Keserliođlu MS, Sazak BS, 2001, Fotovoltaik Panel Konum Kontrolünün Z80 Mikroişlemcisi Kullanılarak Gerçekleştirilmesi, 6. Türk-Alman Enerji Sempozyumu, 21-24 İzmir.
- [2] Çetin E, Ahmet Y, Öner Y, Öztürk HK, 2007. Aydınlatmada Fotovoltaik-Hidrojen Hibrit Enerji Kaynağı Kullanımı.
- [3] Dou CX, Liu B, 2012. Transient control for micro-grid with multiple distributed generations based on hybrid system theory, Electrical Power and Energy Systems.
- [4] Kamel MR, Chaouachi A, Nagasaka K, 2011. Detailed Analysis of Micro-Grid Stability during Islanding Mode under Different Load Conditions, Scientific Research Engineering Journal.
- [5] Efe, S.B., “ Mikro Şebekelerde Güç Akış Analizi”, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, ELAZIĞ, 2014.
- [6] Hatziargyriou N., et.al.,” Modelling of Micro-Sources for Security Studies”, [www.microgrids.eu](http://www.microgrids.eu)
- [7] Kocaman, B., “ Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Mikro Şebekelerde Enerji Yönetimi”, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, KOCAELİ, 2015.
- [8] Amorim A, 2005. Analysis of the connection of a micro turbine to a Low Voltage Grid, International Conference on Future Power Systems, Portugal, s: 1-5.