

YENİLENEBİLİR ENERJİ TESİSLERİ İÇİN ÖRNEK BİR OTOMASYON SİSTEMİ TASARLANMASI VE UYGULANMASI

Engin ÇETİN¹ Mahmut HEKİM¹ Ahmet YILANCI¹
Harun Kemal ÖZTÜRK¹ Serdar İPLİKÇİ¹ Metin ÇOLAK²
İsmail KAŞIKÇI³

¹Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi, Pamukkale Üniversitesi, Kınıklı Kampüsü, 20070 / Denizli Tel.: 0258 2963747, ecetin@yahoo.com

²Güneş Enerjisi Enstitüsü, Ege Üniversitesi, Bornova Kampüsü, 35100 / İzmir-Türkiye

³Biberach University of Applied Sciences, Biberach-Germany

ÖZET

Yenilenebilir enerji kaynakları üzerine yapılan çalışmalar, fosil yakıt kaynaklarının hızla azalma eğilimi içerisinde girmesiyle birlikte, son yıllarda ön plana çıkmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında da fotovoltaik sistemler, yakıt pilleri ve rüzgar enerjisi üzerine yoğun çalışmalar yürütülmektedir. Ülkemizde, fotovoltaik-yakıt pili-rüzgar türbini hibrit enerji üretim sistemleri özellikle enerji nakil hatlarının ulaşamadığı veya ulaşmasının yüksek maliyet gerektirdiği yerlerde kullanılabilir. Bununla birlikte, bu tür sistemlerce üretilen elektrik enerjisinin izlenmesi ve kontrolü de önem arz etmektedir. Yapılan bu çalışmada, fotovoltaik-yakıt pili-rüzgar türbini doğru akım (DC) hibrit enerji üretim sistemince üretilen elektrik enerjisinin üretimi ve tüketimi esnasında oluşan akım ve gerilim gibi elektriksel verilerin izlenmesi, kaydedilmesi ve sistemin kontrolü üzerinde durulmuş, belirtilen faaliyetlerin gerçekleştirilmesi amaçlı Pamukkale Üniversitesi Temiz Enerji Evi'nde kurulan programlanabilir mantık denetleyicisi (PLC) tabanlı veri izleme ve kontrol sisteminden bahsedilmiştir.

1.GİRİŞ

Kömür, petrol, doğalgaz gibi konvansiyonel fosil yakıt kaynakları, son yıllarda hızlı bir azalma eğilimi içerisinde girmiştir. Ayrıca bu tür fosil yakıt kaynaklarının kullanımı ile birlikte doğayı kirletmeleri, sera etkisi oluşturarak küresel ısınmaya neden olmaları ve böylelikle dünyamızı geri dönülemez bir felakete sürüklemeleri kaçınılmazdır. Bu nedenle alternatif ve yenilenebilir enerji kaynakları, insanlık tarihinde hiç olmadıkları kadar önem arz etmektedir [1]. Mevcut enerji üretim kaynaklarının hızla tükenme eğilimi içine girmesi, hammadde fiyatlarının artması, çevreye ve insan sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri, kullanımlarındaki bir takım zorluklar, yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları üzerine yapılan çalışmaları arttırmıştır [2].

Ülkeler CO₂ emisyonu yüksek olan, dışa oldukça yüksek oranda bağımlı, maliyetleri siyasal çalkantılardan etkilenen petrol, doğalgaz gibi enerji kaynakları yerine,

kaynak anlamında dışa bağımlı olmayan, çevreye daha duyarlı, siyasal istikrarsızlıklardan etkilenmeyen güneş, hidrojen ve rüzgar gibi enerji üretim kaynaklarına yönelmektedirler [3]. Ayrıca, özellikle son kullanıcıların yakınına kurulan sistemler, iletim ve dağıtım cihazları gereksinimini azaltmakta ve yerel elektrik hizmetinin güvenilirliğini arttırmaktadır [4]. Çeşitli kontrol tekniklerinin kullanılmasıyla konut uygulamaları için verimli bir hibrit enerji sistemi kurmak mümkündür [5]. Bu tür sistemler elektriksel olarak paralel bağlanarak güç arttırımı yapılabilir [6], ulusal şebekeye bağlı veya ulusal şebekeden bağımsız olarak çalışabilir [7].

2007 yılı başında faaliyete geçen Pamukkale Üniversitesi Temiz Enerji Evi (PAÜ-TENEV), tüm elektrik enerjisini fotovoltaik-rüzgar-yakıt pili hibrit enerji üretim sisteminden karşılamaktadır.

Yapılan bu çalışmada, PAÜ-TENEV bünyesindeki hibrit enerji üretim sisteminin elektriksel olarak izlenmesi ve

kontrolü ele alınmıştır. Bu bağlamda oluşturulan programlanabilir mantık denetleyicisi (PLC) tabanlı sistem ele alınmış ve incelenmiş, sistemin kurulumu, veri toplama ve kontrol aşamasında kullanılan ekipman ve programlama mantığından bahsedilmiş, sistemin kurulumu, işletmeye alınması ve işletme altındaki durumu incelenmiştir.

2. FOTOVOLTAİK-RÜZGAR-YAKIT PİLİ HİBRİT ENERJİ ÜRETİM SİSTEMİ



Şekil 1. PAÜ-TENEV binası

PAÜ-TENEV bünyesindeki fotovoltaik-rüzgar-yakıt pili hibrit enerji üretim sistemi, 5kW fotovoltaik, 2.4kW yakıt pili ve 400W rüzgar türbini kurulu gücüne sahiptir. Şekil 1’de, PAÜ-TENEV’in genel bir görünümü sunulmuştur.

Fotovoltaik enerji üretim sistemi, her biri 125W gücünde toplam 40 adet fotovoltaik panelden oluşmaktadır. Bu panellerin yarısı çatıda sabitlenmiş (Şekil 2), diğer yarısı ise sıvı bazlı 2 adet güneş takip düzeneği üzerine monte edilmiştir (Şekil 3).

Bu hareketli düzenekler, herhangi bir motor takviyesi olmaksızın, düzeneğin içindeki gaz-sıvı karışımı maddenin güneş ile ısınması neticesinde oluşan buhar basıncı ile düzeneği tek eksenle hareket ettirmesiyle çalışmaktadır. Her bir düzenek

üzerinde 10 adet güneş paneli (her biri 125W) bulunmaktadır [3].



Şekil 2. Çatıda kurulu fotovoltaik paneller



Şekil 3. Sıvı bazlı güneş takip düzeneği üzerindeki fotovoltaik paneller.

Sistemde yer alan fotovoltaik paneller, polikristal yapıdadır. Verimleri %16 civarındadır. Maksimum çıkış gerilimleri

17.4V, akımları 7.2A, açık devre gerilimleri 21.7V ve kısa devre akımları da 8A'dır [8].

Sistem 48V DC olarak tasarlanmış, her biri 12V/150Ah değerli toplam 16 adet AGM (Absorbent Glass Mate) tip akü enerji depolama amaçlı kullanılmıştır (şekil 4).

Sistemde kullanılan ve PAÜ-TENEV'in enerji ihtiyacını karşılayan invertör tam sinüs 220V/50Hz'dir. Bu invertör, şekil 5'te görülmektedir.

Sistemde 2 adet her biri 1.2kW gücünde yakıt pili bulunmaktadır (Şekil 6). Yakıt pillerinin her biri 26-50V DC elektrik enerjisi üretmektedir [9].



Şekil 4: Sistem akü kabinesi



Şekil 5: 5kW / 220V-50Hz invertör



Şekil 6: Sistemde kullanılan paralel bağlı yakıt pilleri

Proton değişim membranlı (PEM) yakıt pilleri ile hidrojen ve oksidant havanın elektrokimyasal reaksiyonu sonucunda elektrik enerjisi elde edilmekte ve sadece kullanılmayan hava, ısı ve su emisyon olarak dışarı verilmektedir [9].

Bu yakıt pilleri, özel bir bağlantı kutusu ile paralel bağlanarak, çıkışları 2.5kW'lık 220V/50Hz tam sinüs invertörün (dış görünüşü şekil 5'teki invertöre benzeyen) invertörün girişine verilmiştir.

Sistemin hidrojen ihtiyacı, suyun elektrolizinin gerçekleştiği PAÜ-TENEV bünyesindeki ticari olarak satılan bir elektrolizer ile karşılanmaktadır (Şekil 7). Bu elektrolizör 6kVA gücündedir [10].



Şekil 7. Hogen® S20 elektrolizer

Elektrolizerde üretilen hidrojen, altı adet metal hidrid hidrojen tankında katı halde depo edilmekte (Şekil 6) ve istenildiğinde

elektrik enerjisine dönüştürülmek üzere saklanmaktadır. Her bir metal hidrid tank, hidrojenin üst ısı değerine göre yaklaşık 2.7kWh enerji depolayabilmektedir.

Sistemde kurulu rüzgar türbini 400W gücündedir. Çıkış gerilim değeri 48V DC'dir. Şekil 8'de, rüzgar türbini sistemi görülmektedir.



Şekil 8. 400W Rüzgar türbini

3. PLC TABANLI VERİ TOPLAMA VE KONTROL SİSTEMİ



Şekil 9. PLC tabanlı veri toplama ve kontrol sistemi

Şekil 9'da, PLC tabanlı veri toplama ve kontrol sistemi görülmektedir. Sistemde ana işlemci birimi olarak bir adet Siemens

S7-200 PLC-CPU ünitesi kullanılmıştır. Veri toplama ve kontrol işlemlerinde analog sinyallerin okunup PLC'ye iletilmesi amacıyla da yine Siemens EM-235 modülleri kullanılmıştır. Şekil 10'da, EM-235 modülü görülmektedir. Bu modül 4 analog girişe müsaade ettiğinden, analog giriş sayısı ihtiyacına göre modül sayısının belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 10. EM-235 analog modülü



Şekil 11. Şönt elemanı ve 12V DC/DC konvertörün görünümü

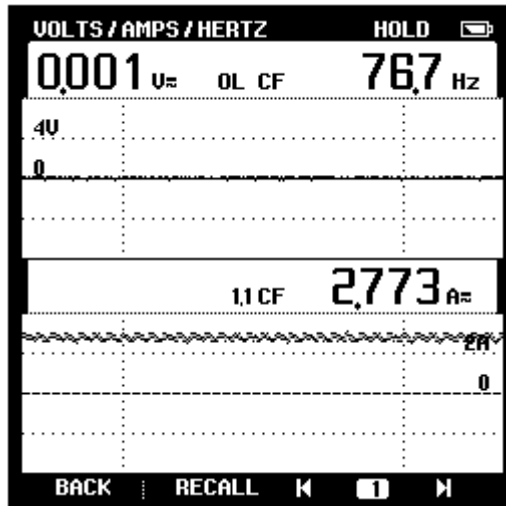
Sistem üzerinden akım okuma işlemi, şönt birimleri vasıtasıyla yapılmaktadır (Şekil 11). Sistemde kullanılan mevcut 200A/0-100mV şönt elemanı, sistem üzerinden akan akımı mV cinsinden EM-235 analog

modülüne iletmekte, ilgili veri PLC'ye aktarılarak veri toplama işlemi tamamlanmaktadır.



Şekil 12. DC akım okuma örnek devresi

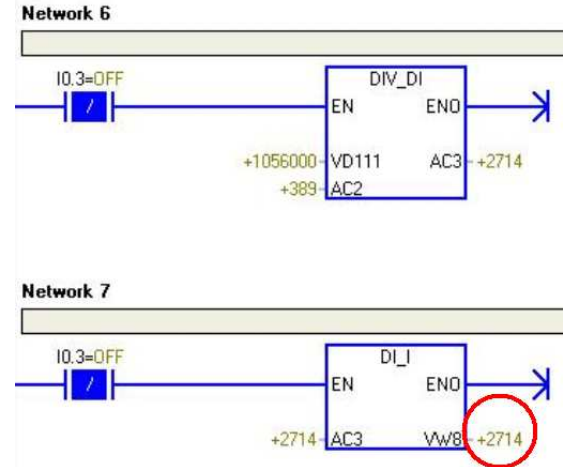
Şekil 13'teki devrede bir adet 12V DC elektrik süpürgesi, 1 adet Fluke 43B güç kalitesi analizörü ve 1 adet DC akım penci görülmektedir. Şekil 11'de görülen konvertör, fotovoltaik-rüzgar-yakıt pili hibrit enerji üretim sistemi üzerinden gelen 46-56V DC gerilimi alarak 12V DC'ye dönüştürmektedir. Elektrik süpürgesi bu DC/DC konvertör üzerinden çalıştırılarak çektiği akım değeri güç kalitesi analizörü ile ölçülmüş ve 2.773A olarak kaydedilmiştir (Şekil 14).



Şekil 13. Elektrik süpürgesinin çektiği akımın güç kalitesi analizörü ile ölçülmesi

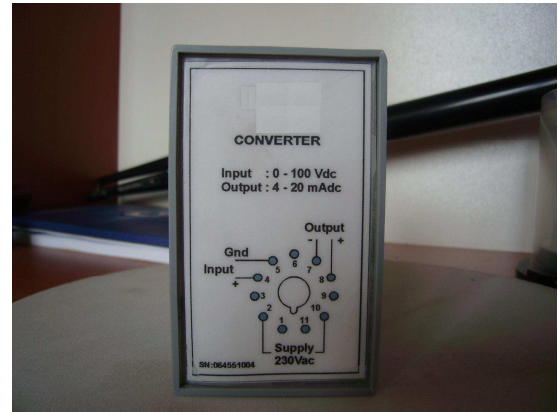
Aynı akım değeri, kurulan PLC tabanlı sistem tarafından ölçülmüş ve 2714mA olarak kaydedilmiştir. Şekil 14'te, ladder

diyagramı üzerinden okunan akım değeri görülmektedir.



Şekil 14. PLC tabanlı sistem tarafından okunan elektrik süpürgesi akım değeri

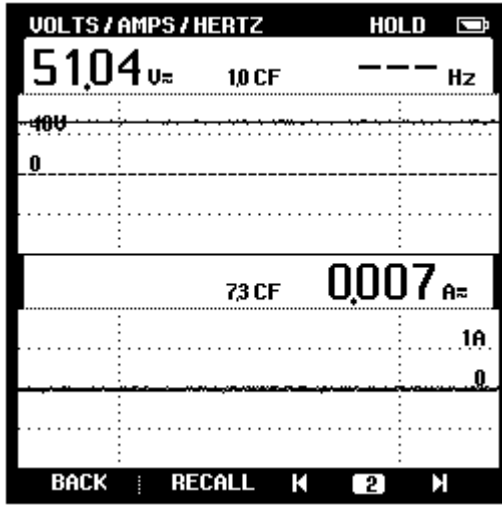
PLC tabanlı veri toplama sisteminde voltaj değerleri de okunabilmektedir. Voltaj değerleri 0-100V/4-20mA değerli konvertörlerle (Şekil 15) yine EM-235 modüllerine girilmekte, sonrasında PLC tarafından değerlendirilerek kullanıcı ekranına verilmektedir. Şekil 16'da, örnek olarak el alınan 48V akü bara hat gerilimi ölçüm noktası görülmektedir.



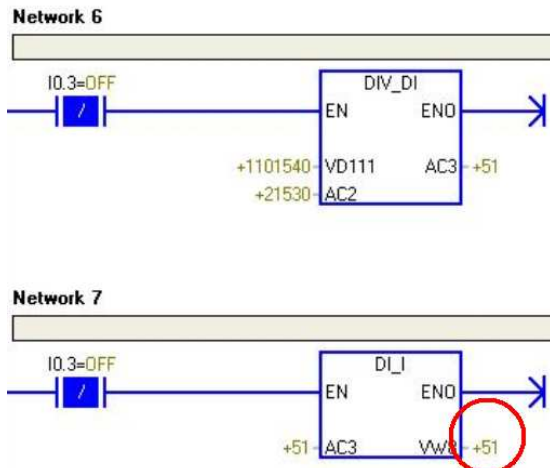
Şekil 15. 0-100V/4-20mA konvertör



Şekil 16. Akü hattı voltaj ölçüm noktası



Şekil 17. Fluke 43B ile ölçülen akü voltajı



Şekil 18. PLC tabanlı sistemce ölçülen akü voltajı

Şekil 17’de, Fluke 43B tarafından ölçülen akü voltaj değeri görülmektedir. Bu değer, 51,04V olarak tespit edilmiştir. Şekil 18’de ise, PLC tabanlı sistemce ölçülen değer görülmektedir ki bu değer de 51V olarak kayda geçmiştir.



Şekil 19. Manuel kontrol ve izleme panosu

Mevcut sistem, AC yüklerin de beslemesini yapmaktadır. Ancak yüklerin şebeke ya da akü bankı üzerinden invertör ile beslenmesi için gerekli geçişler, manuel yapılmaktadır. Şekil 19’da manuel işlemde kullanılan pano görülmektedir. Pano üzerinde Simatic dokunmatik panel ve üç ayrı pako şalter bulunmaktadır. Pako şalterlerden birincisi, sistemin ulusal şebeke-5kW’lık fotovoltaik-rüzgar yakıt pili çıkış invertörü ve 2.5kW’lık yakıt pili arasında anahtarlanmasını, ikinci pako şalter 5kW’lık invertörün laboratuvar içerisinde önceden belirlenmiş linyeleri enerjilendirmesini, üçüncüsü ise 2.5kW’lık invertörün laboratuvar içerisinde önceden belirlenmiş linyeleri enerjilendirmesini sağlamaktadır. PLC tabanlı otomatik kontrol sisteminin yazılım işlemleri tamamlanmış olup, devreye alma denemeleri devam etmektedir.

4. SONUÇ

Yapılan bu çalışma ile, Pamukkale Üniversitesi’nde kurulu fotovoltaik-rüzgar-yakıt pili hibrit güç sistemi için bir veri toplama ve kontrol sistemi tasarlanmış ve

devreye alınmıştır. Bu sistemle akım ve gerilim değerleri rahatlıkla okunabilmekte ve kaydedilebilmektedir. Sistemin ulusal şebeke ve akü bankı arasındaki anahtarlama ve kontrol düzeneğinin devreye alma işlemleri ise devam etmektedir. Sunulan sistem ile esnek, genişletilebilir, kontrolü ve müdahale etmesi kolay bir veri toplama sistemi oluşturulmuştur. Sistemin geliştirilmesine yönelik çalışmalar ise devam etmektedir.

5. KAYNAKLAR

[1] Oner, Y., Cetin, E., Yilanci A. and Ozturk, H. K., 2009, Design and performance evaluation of a photovoltaic sun-tracking system driven by a three-freedom spherical motor, International Journal of Exergy (accepted for publication).

[2] Çetin, E., Keserlioğlu, M. S. ve Sazak, B. S., 2001, Fotovoltaik Panel Konum Kontrolünün Z80 Mikroişlemcisi Kullanılarak Gerçekleştirilmesi, 6. Türk-Alman Enerji Sempozyumu, 21-24 Haziran 2001, İzmir.

[3] Çetin, E., Yılcı, A., Öner, Y. ve Öztürk, H. K., 2007, Aydınlatmada Fotovoltaik-Hidrojen Hibrit Enerji Kaynağı Kullanımı, IV. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, 13-15 Aralık 2007, İzmir.

[4] Kelly, H., 1998, Fotovoltaik Teknolojiye Giriş, Elektrik Mühendisliği Dergisi, Cilt:39, Sayı:403, s. 12-15.

[5] Maclay, J. D., Brouwer, J. and Samuelsen, G. S., 2007, Dynamic Modeling of Hybrid Energy Storage Systems Coupled to Photovoltaic Generation in Residential Applications, Journal of Power Sources, 163 (2007), 916-925.

[6] Torres, L. A., Rodriguez, F. J. and Sebastian, P. J., 1998, Simulation of A Solar-Hydrogen-Fuel Cell System: Results

for Different Locations in Mexico, Int. J. Hydrogen Energy, Vol. 23, No.11, 1005-1009.

[7] Maclay, J. D., Brouwer, J. and Samuelsen, G. S., 2006, Dynamic Analysis of Regenerative Fuel Cell Power for Potential Use in Renewable Residential Applications, International Journal of Hydrogen Energy, 31 (2006), 994-1009.

[8] Kyocera KC125GHT-2 Photovoltaic Module Manuel, www.kyocera.com, 2007.

[9] Nexa™ Power Module Installation Manuel and Integration Guide, 2002, MAN5000054.

[10] Hogen® 40 Series 2 Installation &Operation Instructions, 2003, Proton Energy Systems, PD-0100-0001.

6. TEŞEKKÜR

Yazarlar, desteklerinden dolayı Tübitak'a, Devlet Planlama Teşkilatı'na (DPT), Bereket Enerji Üretim A.Ş.'ye, Nexans Kablo A.Ş.'ye ve Siemens A.Ş.'ye teşekkür ederler.