

## Rüzgar ve Güneş Enerji Üretim Sistemlerine Bağlı Akıllı veya Konvansiyonel Panolu Bir Sanayi Tesisinin Analizi

### *Analysis of an industrial plant with intelligent or convensional panels connected to wind and solar energy systems*

Safiye Ezgi Gül<sup>1</sup> Ercan İzgi<sup>2</sup>

Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü

<sup>1</sup>safiyeezgigul@icloud.com

<sup>2</sup>izgi@yildiz.edu.tr

#### Özet

*Bu çalışmamızda alçak gerilim panoları ile rüzgar-güneş hibrit enerji sistemleri birlikte analiz edilmiştir. İlk olarak akıllı ve konvansiyonel panolar aynı yükleri besleyecek şekilde pano dizayn programında dizayn edilmiş ve aynı rüzgar-güneş hibrit enerji sisteminden beslenmiştir. Daha sonra rüzgar-güneş hibrit enerji sistemi HOMER ile modellenerek optimizasyon ve hassaslık analizleri gerçekleştirilmiştir. Tüm bu analizler sonucunda, kurulacak olan sanayi tesisi için kullanılacak alçak gerilim panosu ve yükü besleyebilecek optimum hibrit sistem konfigürasyonunu belirlenmiştir.*

**Anahtar kelimeler:** Alçak gerilim panoları, alçak gerilim pano analizi, akıllı ve konvansiyonel panolar, rüzgar ve güneş enerji sistemli üretim tesisleri

#### Abstract

*In this study, intelligent and convensional low voltage panels and wind-solar hybrid energy systems were analyzed together. Firstly, intelligent and conventional panels were designed which feed same loads via panel design program and they connect same wind-solar hybrid energy system. After that, wind-solar hybrid energy system was modelled by HOMER to feed the plant and then running the simulation, optimization and sensitivity analysis. As a result of all these analyzes, the low voltage panel to be used for the industrial plant and the optimal hybrid system configuration that can feed the load have been determined.*

**Keywords:** Low voltage panels, analysis of intellegent and conventional panels, industrial plantswith wind-solar energy systems

#### 1. Giriş

Yalova-Esadiye Köyü'ne kurulacak olan bir sanayi tesisi için tesis edilecek olan alçak gerilim panosu ve hibrit sistem konfigürasyonunun seçilmesi amacıyla alçak

gerilim panoları ve rüzgar-güneş hibrit enerji sistemleri ayrı ayrı analiz edilmiştir. Alçak gerilim panoları fabrika, atölye ve iş yerlerinde elektrik enerjisinin ana dağıtımının yapıldığı panolardır [10]. Bu çalışmamızda alçak gerilim panoları akıllı ve konvansiyonel panolar olarak ikiye ayrılmıştır. Dünyamızda enerji ihtiyacı her yıl yaklaşık % 4-5 oranında artmaktadır. Buna karşılık bu ihtiyacı karşılayan fosil yakıt rezervi ise çok daha hızlı bir şekilde azalmaktadır. En iyimser tahminler bile önümüzdeki 50 yıl içinde petrol rezervlerinin büyük ölçüde tükeneceği ve ihtiyacı karşılayamayacağını göstermektedir. Kömür ve doğal gaz için de uzun süreçte benzer bir durum söz konusudur. Bu durumda kendini sınırsız tekrarlayan yenilenebilir ve hammadde bağımlısı olmayan enerji kaynakları çok kısa bir süre içinde önem kazanacaktır [2]. Uluslararası Enerji Ajansı projeksiyonlarına göre, 2020 yılına kadar Türkiye'de enerji tüketimi, dünya ortalamasının da üzerinde artacaktır. Bu bakımdan temiz enerji kaynaklarından enerji üretimi konusu Türkiye için büyük önem arz etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynağı denildiğinde ilk akla gelen rüzgar ve güneş enerjisi sonsuz potansiyele sahiptir [3]. Rüzgar-güneş hibrit enerji sistemleri, yenilenebilir enerji kaynaklarına artan bu ilginin bir sonucu ve enterkonnekte şebeke sisteminden uzak bölgelerde yer alan yükleri besleyebilmenin bir yolu olarak ortaya çıkmışlardır. Ayrıca, enterkonnekte şebeke sisteminin bulunduğu bölgelerde sürekli artan elektrik enerjisi birim maliyetinin düşürülmesi amacı ile de hibrit enerji sistemleri kullanılmaktadır [1]. Çalışmamızda ilk olarak, bir sanayi tesisinde kullanılacak olan alçak gerilim panoları incelenerek, aynı yükü besleyen konvansiyonel ve akıllı panolar pano dizayn programında tasarlanmıştır. İki pano tipinin de birbirlerine göre avantajları ve dezavantajları olduğundan kurulacak olan tesis için kullanılacak panoların, boyut ve panonun koyulacağı yerleşim birimi, diversite faktörü, güç kayıpları, çekmece boyutu ve maliyete göre analizi yapılmıştır. Bu analizlerden diversite faktörüne göre yapılan analiz sonucunda, aynı bölgedeki rüzgar-güneş hibrit enerji sisteminden

beslenecek olan alçak gerilim panolarının aynı yükleri besleyebilmeleri adına panoların ayrı ayrı divesite faktör değerleri belirlenmiş ve rüzgar-güneş hibrit enerji sistemi tasarlanırken belirlenen diversite faktörüne göre talep edilen güç değerleri bulunmuştur. Sanayi tesisini için kurulacak olan rüzgar-güneş hibrit enerji sistemleri, HOMER ile modellenmiştir. Esnek hesaplama modeline dayanan HOMER yenilenebilir kaynak kullanan güç sistem bileşenlerinin uygun boyutlandırılmasına ve talebe göre en uygun teknik ve ekonomik bileşenler grubunun belirlenmesini sağlar [6]. HOMER olası her komponent kombinasyonunun saatlik simülasyonunu gerçekleştirerek ve sistemleri enerji maliyeti (COE, \$/kWh) veya sermaye maliyeti gibi kullanıcı tarafından belirlenen kriterlere göre sıralar [5]. Ayrıca, belirli parametrelerin (güneş radyasyonu, birincil yük) değerlerinin, sistem konfigürasyonu üzerindeki etkilerini belirlemek için değiştirildiği “duyarlılık analizi” de yapılabilir [7]. Çalışmamızda, [1,5,6,7] çalışmalarında uygulandığı üzere bir sistemin HOMER ile modellenerek optimum hibrit sistem konfigürasyonunun belirlenmesinin yanında; belirtilen analizlerden sonra kurulacak olan sanayi tesisindeki alçak gerilim pano grubu ile beraber kullanılacak olan optimum hibrit enerji sistemi konfigürasyonu belirlenmiştir.

## 2. Sanayi tesisinde kullanılacak alçak gerilim panolarının incelenmesi

Alçak gerilim pano sistemi, 1kV'a kadar olan sistemlerde güç sistemi koruması kontrolü, ölçümü ve regülasyonu ile ilgili tüm cihazlarını içeren genel bir terimdir. Başka bir deyişle, elektrik devrelerini anahtarlama, kontrol ve koruma için kullanılan ekipmanların tümü pano sistemini oluşturur [9]. Alçak gerilim panoları, akıllı ve konvansiyonel tipte olmalarına göre değişkenlik göstermekle birlikte, sanayi tesisinde kullanılacak pano tipi belirlenmeden önce bazı analizler yapılmalıdır.

### 2.1. Akıllı Panolar

Akıllı panolarda veri ölçümü, elektriksel cihazlar yardımıyla değil, hassas sensörler yardımıyla yapılmaktadır. Bu tip panoların güç ve kontrol gerilimleri birbirlerinden ayrıdır. Operasyon ve bakım için geliştirilmiş güvenlik mevcuttur. Çekmeceler standart olduğundan, kısa proje süresi ve mühendislik avantajı sağlanmakta daha az kesinti ve envanter ile kullanım ömürleri konvansiyonel panolara göre daha uzun olmaktadır.



Şekil 1. Akıllı pano

### 2.2. Konvansiyonel Panolar

Panoda koruma ve kumanda, elektriksel cihazlar yardımıyla sağlanmaktadır. IEC61439-1 tip testli ve IEC61641 iç ark dayanım sertifikasyonları bulunan bir

pano sistemi olan konvansiyonel panolar personel ve tesis için optimum koruma sağlarlar.



Şekil 2. Konvansiyonel pano

#### 2.2.1. Akıllı ve konvansiyonel panoların karşılaştırılması

Aynı şalter tipi ve teknik özelliklerde aynı çıkışları besleyen akıllı ve konvansiyonel panoların teknik özellikleri Tablo 1’de, besledikleri çıkışlar ise Tablo 2’de belirtilmiştir.

Tablo 1. Pano teknik özellikleri

PANO TEKNİK ÖZELLİKLERİ	
IEC Standart	IEC61439-2
Nominal Gerilim	400V, 50Hz
Kutup Sayısı	4P
Minimum Kısa Devre Akımı Kesme Kapasitesi	65kA
Kontaktör Bobini Besleme Gerilimi	230VAC
Ortam Sıcaklığı	35C
Topraklama Sistemi	TN-S
Koruma Derecesi	IP41
Anabara Alan Derinliği	200mm
Anabara Nominal Akım	800A
Anabara Kesme Kapasitesi	65Ka
Anabara Ölçüleri	2x40x10mm
Dağıtım Barası Ölçüleri	50x30x5mm
Pano Formlaması	Form 2b
Konvansiyonel Pano Kablo Kompartman Genişliği	400mm
Akıllı Pano Kablo Kompartman Genişliği	400/400mm

Tablo 2. Panoların besledikleri çıkışlar

ÇIKIŞ TİPİ	NOMİNAL GÜÇ- AKIM DEĞERİ	ADET
DOL	250kW	4
RDOL	160kW	1
HDOL	55kW	2
DOL	3kW	4
DOL	1,5kW	10
DOL	0,55kW	6
ED	630A	3
ED	100A	5
ED	63A	14
CF	25A	6
CF	10A	4

Buna göre panolar, boyut ve panonun koyulacağı yerleşim birimine göre analiz edildiklerinde; aynı yükleri besleyen akıllı panoların konvansiyonel panolara oranla 2,4 metre daha uzun oldukları görülmekte, bu durum ise özellikle yer sıkıntısı olan tesislerde akıllı panoların tercih edilmemesine neden olabilmektedir.

Alçak gerilim panolarında diversite faktörü, anma akımının birim değerine göre üretici tarafından tahsis edilen, panodaki çıkışların karşılıklı termal etkileri hesaba katılarak ani ve sürekli olarak aynı anda yüklenebileceği değerdir. Başka bir deyişle, herhangi bir anda panodaki maksimum toplam çıkış akımlarının panodaki tüm çıkışların nominal akımlarının toplamına oranıdır (I<sub>yük</sub>= I<sub>nom</sub>×DF).

Yukarıda belirtilmiş teknik özelliklerde, aynı yükleri besleyen akıllı ve konvansiyonel panoları diversite faktörüne göre karşılaştırdığımızda, özellikle enerji dağıtım çıkışlarının yoğun olduğu panolarda diversite faktörünün daha yüksek seçilebilmesi bakımından akıllı panolar tercih edilebilir. Ayrıca analiz sonucunda sanayi tesisinde kullanılacak panoların çıkış yük akımlarını taşıyabilmeleri adına diversite faktör değerleri, konvansiyonel pano için 0,6, akıllı pano için 0,7 alınmalıdır.

Alçak gerilim panolarında her bir modülün güç kayıpları, iç kablolanmanın ohmik direncine, anahtarlama ekipmanına ve yük akımına bağlı olarak değişmektedir. Modüllerin güç kayıplarına bağlı olarak ise, hücrelerin maksimum ekipman sayısı ve maksimum sıcaklıkları belirlenmektedir.

Modül güç kaybı, aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$P_{\text{Kayıp}} = R \times I_{\text{yük}}^2 + P_{\text{YD}} + P_{\text{OM}}$$

(1)

Burada I<sub>yük</sub>, yük akımını, R, tüm modülün ohmik direnci, P<sub>YD</sub>, modül içerisindeki yardımcı devre ekipmanlarının güç kaybını, P<sub>OM</sub>, akıllı panoda ölçüm modülünün güç kaybını ifade eder.

Hücredeki toplam güç kaybı bulunurken, hücreyi oluşturan tüm modüllerin güç kayıpları toplanır ve bu değer hücrenin izin verilen kayıp güç değerini aşmaması beklenir.

İncelediğimiz akıllı ve konvansiyonel panoları güç kayıplarına göre karşılaştırdığımızda akıllı panoda fazladan bir hücrenin daha kayıp güç sınırını aştığı görülmektedir. Panodaki güç kaybı, izin verilen kayıp güç değerini aştığında yük azaltımına gidilmeli ve kayıp güç değerleri düşürülmelidir. Bu doğrultuda, pano boyu ve maliyetin artacağı göz önünde bulundurularak panoya fazladan hücre veya hücreler eklenebilir.

Akıllı ve konvansiyonel panolar çekmece boyutlarına göre karşılaştırıldıklarında, akıllı pano çekmecelerindeki kompakt yapı sayesinde çekmece boyutları konvansiyonel panolara göre daha düşük olabilmekte, böylece yedek çekmeceler için pano üzerinde boş alan bırakılabilmektedir.

Son olarak, akıllı ve konvansiyonel panolar maliyetlerine göre karşılaştırıldıklarında, panoların üretim saatleri ve malzemeleri farklılık gösterdiğinden maliyetleri farklı olmaktadır. Aşağıda incelediğimiz akıllı ve konvansiyonel panolar için maliyet analizi yapılmıştır.

**Tablo 3.** Akıllı ve konvansiyonel pano maliyet tablosu

	AKILLI PANO	KONVANSİYONEL PANO
ÇEKMECE MALİYETİ	46.240 €	20.315 €
SABİT KISIM MALİYETİ	13.280 €	9.580 €
GİRİŞ PANOSU MALİYETİ	11.650 €	9.100 €
ÇEKMECE MONTAJ MALİYETİ	3.960 €	1.710 €
TOPLAM MALİYET	75.130 €	40.705 €

İncelediğimiz akıllı panonun toplam maliyeti 75.130 €, konvansiyonel panonun toplam maliyeti ise 40.705 €'dur. Sonuç olarak, akıllı panolar konvansiyonel panolara göre yaklaşık iki kat daha maliyetlidirler.

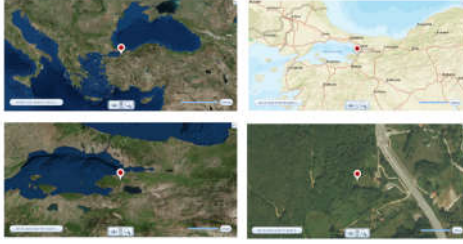
### 3. Rüzgar-güneş hibrit enerji sistemleri ve analizi (HOMER)

Günümüzde devamlı artan elektrik enerjisi ihtiyacına paralel olarak fosil kökenli enerji kaynaklarının rezervlerinin sınırlı oluşu ve çevre üzerinde yarattıkları olumsuz etkiler yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi büyük ölçüde arttırmıştır [1].

Rüzgar ve güneş enerjisinin birbirlerini tamamlayabildikleri yerlerde hibrit sistemler büyük önem kazanmaktadır. Bu enerjilerin birbirini tamamlayamadıkları noktalarda devreye girmesi için tasarlanan bataryalar ile de desteklendikleri takdirde hibrit sistemler özellikle hiçbir şebeke enerjisinin olmadığı yerler için çok iyi bir seçenek olmaktadır. Ancak, rüzgar ve güneş kaynaklarının hava ve iklim değişikliklerine bağlı olması, hava şartlarında önceden tahmin edilemeyen değişiklikler, güneş ışımalarının veya rüzgarın zamanla değişiminin yükün talebi ile eşleşmemesi gibi olumsuzlukları bulunmaktadır. Rüzgar ve güneş kaynaklarının değişken doğalarından dolayı oluşan bu olumsuzluklar bu iki kaynağın uyguna kombinasyonlarını (birinin zayıf olduğu noktada diğerinin güçlü yanını devreye alarak) tasarlayarak üstesinden gelinebilir. Batarya destekli güneş ve rüzgar hibrit güç üretim sistemleri her bir sistemin kendi dalgalanmalarını hafifletir ve önemli ölçüde bataryalarda depolanmasına ihtiyaç duyulacak enerji depolama gereksinimini azaltır [4].

#### 3.1. HOMER ile rüzgar-güneş hibrit enerji sistemlerinin modellenmesi

Bu çalışmada konvansiyonel ve akıllı panolu sanayi tesislerini besleyecek olan örnek hibrit enerji sistemi, şebeke bağlantılı, rüzgar-güneş tabanlı bir hibrit enerji sistemi olup HOMER'da modellenecek olan sanayi tesisinin Yalova-Esadiye Köyü'nde kurulması planlanmış ve bu bölgenin enlem ve boylam koordinatları dikkate alınarak rüzgar hızı ve güneş ışınım değerleri belirlenmiştir.



**Şekil 3.** Esadiye Köyü'nde kurulacak tesisin çeşitli uzaklıklardan çekilmiş fotoğrafları

Analiz edeceğimiz rüzgar-güneş hibrit enerji sistemi, diversite faktörlü 0,6 olan konvansiyonel ve diversite faktörlü 0,7 olan akıllı alçak gerilim panolarını besleyecektir. Bu iki pano grubunun güç kayıpları, Tablo 4 ve Tablo 5'de belirtilmiştir.

HOMER ile optimum hibrit sistem konfigürasyonunu belirlemek amacıyla sırasıyla yük, rüzgar türbinleri, dönüştürücü, güneş paneli, batarya ve şebeke ayrı ayrı modellenmiştir.

**Tablo 4.** Konvansiyonel alçak gerilim panosu güç tablosu

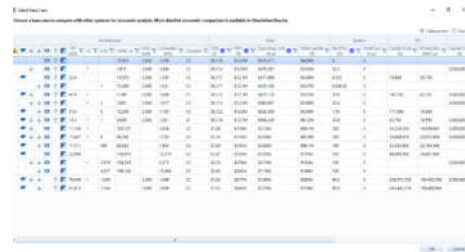
ÇEKMECE TİPİ	NOM. GÜÇ-AKIM DEĞERİ	ADET	ÇEKMECE GÜÇ KAYBI (kW)	TOPLAM KAYIP GÜÇ (kW) (DF=0,6)
DOL	250,00 kW	4,00	0,26	600,63
RDOL	160,00 kW	1,00	0,21	96,13
HDOL	55,00 kW	2,00	0,06	66,07
DOL	3,00 kW	4,00	0,01	7,23
DOL	1,50 kW	10,00	0,01	9,07
DOL	0,55 kW	6,00	0,01	2,02
ED	630A	3,00	0,18	0,32
ED	100A	5,00	0,03	0,10
ED	63A	14,00	0,03	0,27
CF	25A	6,00	0,02	0,08
CF	10A	4,00	0,01	0,03
TOPLAM				781,94 kW

**Tablo 5.** Akıllı alçak gerilim panosu güç tablosu

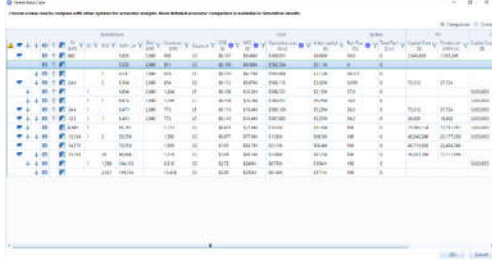
ÇEKMECE TİPİ	NOM. GÜÇ-AKIM DEĞERİ	ADET	ÇEKMECE GÜÇ KAYBI (kW)	TOPLAM KAYIP GÜÇ (kW) (DF=0,7)
DOL	250 kW	4	0,27	700,74
RDOL	160 kW	1	0,21	112,15
HDOL	55 kW	2	0,06	77,08
DOL	3 kW	4	0,01	8,43
DOL	1,5 kW	10	0,01	10,58
DOL	0,55 kW	6	0,01	2,36
ED	630A	3	0,18	0,37
ED	100A	5	0,04	0,14
ED	63A	14	0,03	0,27
CF	25A	6	0,02	0,09
CF	10A	4	0,02	0,06
TOPLAM				912,25 kW

#### 4. Sonuçlar

Alçak gerilim panosu olarak sırasıyla akıllı ve konvansiyonel pano kullanılan örnek hibrit enerji sistemi için HOMER'in verdiği kategorize edilmiş sonuçlar Şekil 4 ve Şekil 5'de gösterilmiştir. Buna göre, akıllı panolu örnek hibrit enerji sistemi için sonuçlar incelendiğinde, 912,25kW yükü besleyebilecek optimum hibrit sistem konfigürasyonunun şebeke (Cşeb), batarya (Cbat) ve dönüştürücüden (Cdön) oluşan bir sistem olduğu (Csistem = Cşeb+Cbat+Cdön), konvansiyonel panolu örnek hibrit enerji sistemi için sonuçlar incelendiğinde ise 781,94kW yükü besleyebilecek optimum hibrit sistem konfigürasyonunun şebeke (Cşeb), batarya (Cbat), dönüştürücü (Cdön) ve güneş panelinden (Cpv) oluşan bir sistem olduğu görülmektedir (Csistem = Cşeb+Cbat+Cdön+Cpv).



**Şekil 4.** Akıllı panolu örnek hibrit enerji sistemi için HOMER'in verdiği kategorize edilmiş sonuçlar



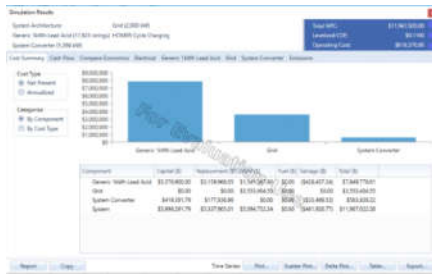
**Şekil 5.** Konvansiyonel panolu örnek hibrit enerji sistemi için HOMER'in verdiği kategorize edilmiş sonuçlar

Her bir elemanın maliyeti ise ayrıntılı olarak aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

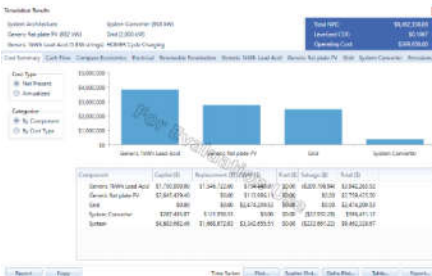
$$C_i = N_i * [C_{costi} + R_{Costi} * K_i + OMC_{Costi}]$$

(2)

Burada;  $N_i$ , sistem elemanının adet/büyükliğini,  $C_{costi}$ , sermaye maliyetini,  $R_{Costi}$ , yenileme maliyetini,  $K_i$ , yenilenen eleman adedini,  $OMC_{Costi}$ , bakım onarım maliyetini ifade eder.



**Şekil 6.** Akıllı panolu örnek hibrit enerji sistemi için maliyet sonuçları



**Şekil 7.** Konvansiyonel panolu örnek hibrit enerji sistemi için maliyet sonuçları

HOMER vasıtasıyla elde edilen sonuçlar akabinde kurulacak olan sanayi tesisinin akıllı pano maliyeti 75.130 € olduğundan rüzgar-güneş enerji üretim sistemine bağlı ve akıllı panolu bir sanayi tesisinin yaklaşık toplam maliyeti \$12.053.467 USD, aynı tesisinin konvansiyonel pano maliyeti ise 40.705 € olduğundan rüzgar-güneş enerji üretim sistemine bağlı ve konvansiyonel panolu bir sanayi tesisinin yaklaşık toplam maliyeti \$9.509.164 USD olmaktadır. Sonuç olarak, Yalova-Esadiye Köyü'ne kurulacak bir sanayi tesisi için yukarıda belirtilen analizler doğrultusunda \$12.053.467 USD toplam net bugünkü maliyetle akıllı panolu

ve şebeke, batarya ve dönüştürücünden oluşan bir sistem ya da \$9.509.164 USD toplam net bugünkü maliyetle konvansiyonel panolu şebeke, batarya, dönüştürücü ve güneş panelinden oluşan bir sistem kurulabilir. İki durum ekonomik bakımdan ele alındığında daha ucuz olması açısından konvansiyonel panolu şebeke, batarya, dönüştürücü ve güneş panelinden oluşan sistem seçilmelidir.

## 5. Kaynaklar

- [1] Özcan H., 2009. Bir hibrit enerji sisteminin modellenmesi ve analizi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [2] Görez T., Alkan A., 2010. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları ve hidroelektrik enerji potansiyeli, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir
- [3] Celal K., 2012. Rüzgar ve güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi sistemi tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- [4] Baran B., 2012. Güneş rüzgar hibrit sistemlerin maliyet optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya
- [5] Ahmad R., Kazem M, Hossein Kord 2010. Modeling of a hybrid power system for economic analysis and environmental impact in HOMER, 18 th Iranian Conference on Electrical Engineering , 818-822.
- [6] Tudorache T., Morega A., 2008. Optimum design of Wind/PV/Diesel/Batteries hybrid Systems, 2 nd International Conference on Modern Power Systems, Cluj-Napoca, Romania, 12-14 November, 261-264.
- [7] Debika D., Ajoy K., Srimanta R., 2012. Optimization and modeling of PV/FC/Battery hybrid power plant for standalone application , International Journal of Engineering Research and Technology Vol.1 Issue 3 May, 1-9.
- [8] <<https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/elektrik-panolari-ve-uretimi/8817#ad-image-0>>, alındığı tarih 08.09.2018
- [9] <[http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Ag%20Da%C4%9F%C4%B1t%C4%B1m%20Ve%20Kompanzasyon%20Pano lar%C4%B1.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Ag%20Da%C4%9F%C4%B1t%C4%B1m%20Ve%20Kompanzasyon%20Pano lar%C4%B1.pdf)>, alındığı tarih 29.08.2018