



**T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ SONUÇ RAPORU**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAĞI KURULUM GÜCÜ
MİNİMİZE KATSAYISININ BELİRLENMESİ**

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ: Dr. Öğr. Üyesi Cihan ŞAHİN

ARAŞTIRMACILAR:

- 1- Dr. Öğr. Üyesi Mevlüt KARAÇOR
- 2- Dr. Öğr. Gör. Harun ÖZBAY

PROJE NO: 2017-01.BŞEÜ.11-01

BAŞLAMA TARİHİ: 01.08.2017

BİTİŞ TARİHİ: 01.08.2018

**BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
BİLECİK, 2018**

ÖZET

Dünyamız gün geçtikçe daha fazla enerji ihtiyacı ile karşı karşıya kalmaktadır. İhtiyaç duyduğu enerji miktarını büyük oranda yenilenmez enerji kaynağı fosil yakıtlardan elde etmektedir. Günümüzde fosil yakıtları tükenmekte olup, az olan değerli olur mantığıyla piyasa fiyatları sürekli olarak artış göstermektedir. Günümüz dünyasında Fosil yakıtlarının fiyatlarında önlenemeyen artışlar ve çevreye bırakmış olduğu kalıcı etkiler sebebiyle son yıllarda alternatif enerji kaynaklarına büyük bir yönelim başlamıştır. Bu alanda Güneş enerjisi, Rüzgar enerjisi, Dalga enerjisi, Gelgit enerjisi vb. alternatif enerji kaynaklarına örnek olarak verilebilir. Özellikle Güneş ve Rüzgar enerjisi Dünyada ve ülkemizde alternatif enerji kaynaklarını kullanımında en önde gelen enerji türleridir. Gelişen teknolojilerle birlikte alternatif enerjilerin verimli bir şekilde kullanılması bu enerjilere olan ilgiyi de arttırmaktadır.

Gelişen teknolojik gelişmeler özellikle Endüstri 4.0'ın doğması otomasyon ve kontrol dünyasını vazgeçilmezler noktasına getirmiştir. PLC, SCADA, DCS sistemlerinin yenilenebilir enerjiler alanında da kullanılması verimlilik açısından oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, Güneş enerjisi ve Otomasyon sistemlerinin birbirine entegrasyonu ile birlikte güneş enerjisi kurulum maliyet oranlarının düşürülmesi hedeflenmiştir. Kullanılmakta olan bir sistemin ihtiyaç duyduğu enerji miktarını doğrudan güneşten elde etmenin yanında; elde edilen enerji otomasyon sistemleriyle birlikte daha verimli bir şekilde kullanılmıştır. Bu sayede ihtiyaç duyulduğunu düşünülen enerji miktarından daha az enerjiye ihtiyaç olduğu gözlemlenmiş, güneş enerjisi kurulum gücü için bir katsayı oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, PLC, Otomasyon

ABSTRACT

Our world is facing more and more energy needs. The amount of energy it needs is largely non-renewable. The energy source is derived from fossil fuels. Today, fossil fuels are running out and the market prices are constantly increasing due to the fact that they are less valuable. In today's world, due to the unpredictable increases in the prices of fossil fuels and the lasting effects on the environment, a great tendency towards alternative energy sources has begun in recent years. In this area, Solar energy, Wind energy, Wave energy, Tidal energy etc. examples of alternative energy sources. Solar and wind energy are the most important energy types in the use of alternative energy sources in the world and in our country. Efficient use of alternative energies along with developing technologies also increases the interest in these energies.

Emerging technological developments, especially the emergence of Industry 4.0 brought the world of automation and control to the point of indispensable. The use of PLC, SCADA, DCS systems in the field of renewable energies is also very important in terms of efficiency.

In this study, it is aimed to reduce the solar energy installation cost ratios by integrating the solar energy and automation systems. In addition to obtaining the amount of energy needed by a system in use directly from the sun; energy automation systems were used more efficiently. In this way, it is observed that there is a need for less energy than the amount of energy that is needed, and a coefficient for solar power installation power has been created.

Keywords: Solar energy, PLC, Automation.

TEŞEKKÜR

Projenin yürütülmesi sırasında, mali desteği sağlayan üniversitemiz Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne, teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Öğr. Üyesi Cihan ŞAHİN
Proje yürütücüsü

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ	1
2. GÜNEŞ ENERJİSİ	3
3. GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMA	5
3.1. Sistemin İhtiyaç Duyduğu Standart Enerjinin Belirlenmesi.....	6
3.2. Sistemin İhtiyaç Duyduğu Alternatif Enerji Kaynağının Kurulması.....	8
4. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA	11
5. SONUÇLAR	11
6. KULLANILAN CİHAZLAR	12
KAYNAKLAR DİZİNİ	13

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Endüstrileşme aşamaları.....	2
Şekil 2. Seri olarak bağlı 3 adet güneş hücresinin (a) I-V grafiği, (b) Şeması.....	3
Şekil 3. Paralel olarak bağlı 3 adet güneş hücresinin (a) I-V grafiği, (b) Şeması	4
Şekil 4. Prototipi gerçekleştirilen işletme dizaynı.....	6
Şekil 5. Sistemim enerji tüketim ölçüm şeması.....	7
Şekil 6. Aydınlatma grubu standart saatlik enerji tüketimi.....	7
Şekil 7. Motor grubu standart saatlik enerji tüketimi.....	8
Şekil 8. Geliştirilen otomasyon tabanlı, güneş enerjisi beslemeli aydınlatmaya sahip işletme ölçüm yapısı.....	9
Şekil 9. Aydınlatma sisteminin otomasyon tabanlı güç tüketimi.....	10
Şekil 10. Motor grubu otomasyon tabanlı güç tüketimi.....	10

1. GİRİŞ

Teknolojik yenilikler, insanoğlunun hayatının her noktasına etki etmektedir. Otomotiv, sağlık, alışveriş vb. birçok değişik sektörde geliştirilen modern cihazlar insanoğlunun memnuniyet noktasını daha yükseklerle taşımaktadır. İnsanoğlunun hayatın her noktasında maksimum konfor istemesi nedeniyle enerji ihtiyacını da günden güne arttırmaktadır. Otomotiv sektörü, yakıt performansı yüksek araçlar üretmesine rağmen fosil yakıt rezervlerin her geçen gün daha da azalmasından dolayı elektrikli araç çalışmalarına büyük önem vermektedirler. Üreticiler araç yakıt tipini değiştirmekle kalmayıp, aynı zamanda verimli şekilde enerji tasarrufu yapmak için çalışmalara devam etmektedirler. Benzer şekilde sağlık sektöründen, kişisel kullanıma sahip kadar tüm cihazlarda enerji verimliliği ön plana çıkmaktadır. Tüm bu çalışmalara rağmen enerji kaynaklarının yetersizliği, insanoğlunu alternatif enerji kaynaklarına yönlendirmiştir. Güneş Enerjisi, Rüzgar Enerjisi, Jeotermal Enerji, Biyokütle Enerjisi, Hidrojen Enerjisi ve Dalga Enerjisi alternatif enerji kaynakları olarak sıralanabilir. Bunlar içerisinde en yaygın olanı ve en ön plana çıkanı hiç kuşkusuzdur ki Güneş ve Rüzgar enerjisidir. Her iki alternatif enerjide ülkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışma da güneş enerjisi tercih edilmiştir.

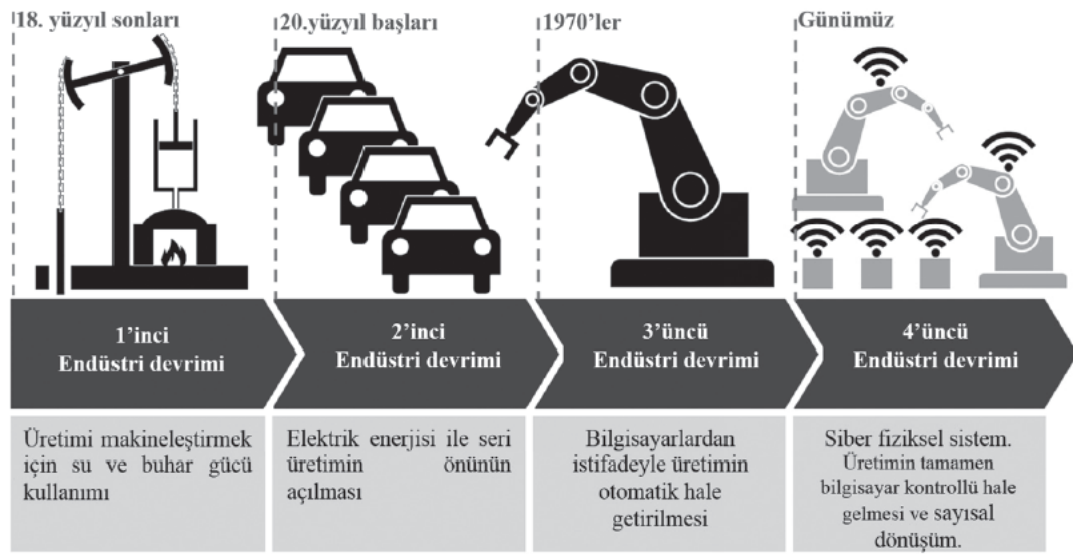
Gelişen dünyamızda enerji alanında alternatif enerji kaynaklarına doğru bir yönelim olmasının paralelinde, tüm dünyayı etkileyecek önemli bir devrimde Endüstri 4.0 dır. Buhar sistemlerinin mekanik sistemlere entegre edilmesi birinci sanayi devrimini gerçekleştirmiştir. 1760-1830 arasındaki dönemleri etkileyen birinci sanayi devrimi dokuma tezgahları üzerinde etkisini göstermiştir. Odunun yerine maden kömürünün ve buharın kullanılmasıyla hareket gücü artırılmış, buna bağlı olarak makineleşmeyi başlatmış ve üretim evlerden fabrikalara taşınmıştır [1].

İkinci sanayi devrimi ise 1870 yılında başlamış 1989 doğu bloğunun çöküşüyle biten bir süreçtir. Bu dönemde petrolün endüstri ve ulaşımdaki etkinliği keşfedilmiş, petrol tabanlı içten yanmalı motorların üretimini tetiklemiştir [1-2]. Üretimde elektrik enerjisi sayesinde seri üretim başlamıştır.

Üçüncü sanayi devrimi, elektronik ve bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişmelerle başlamıştır. Özellikle Telekomünikasyon teknolojileri, üçüncü sanayi devrimiyle birlikte daha güçlü bir konuma gelmiştir. Programlanabilir mantıksal denetleyici

(PLC)'lerin gelişmesi sonucunda üretimde otomasyon ileri aşamalara taşınmaya başlamıştır [1-3].

Günümüzde ise 2011 yılında Hannover fuarında ilk olarak gündeme gelen, Alman hükümeti tarafından 2012 yılında özel bir çalışma grubuna hazırlatılan, 2013 yılında sonuç raporuyla açıklanan Endüstri 4.0 olarak adlandırılan sanayi devrimine geçiş yapılmaktadır [3]. Şekil 1'de endüstrileşme aşamaları görülmektedir [1].



Şekil 1.Endüstrileşme aşamaları

Endüstri 4.0 devriminin gerçekleştirilmesiyle birlikte otomasyon sistemlerinin kullanılmadığı bir yapı düşünülmez hale gelmiştir. Tüm dünyanın birbirine entegrasyonu, beraberinde enerji verimliliği, üretim maliyet verimliliği vb. birçok noktada avantajları da beraberinde getirmektedir. Gerçekleşen Endüstri 4.0 devriminde sahada bir çok cihaz aktif olarak kullanılmasına rağmen, PLC sistemleri büyük bir öneme sahip olmaya devam etmektedir.

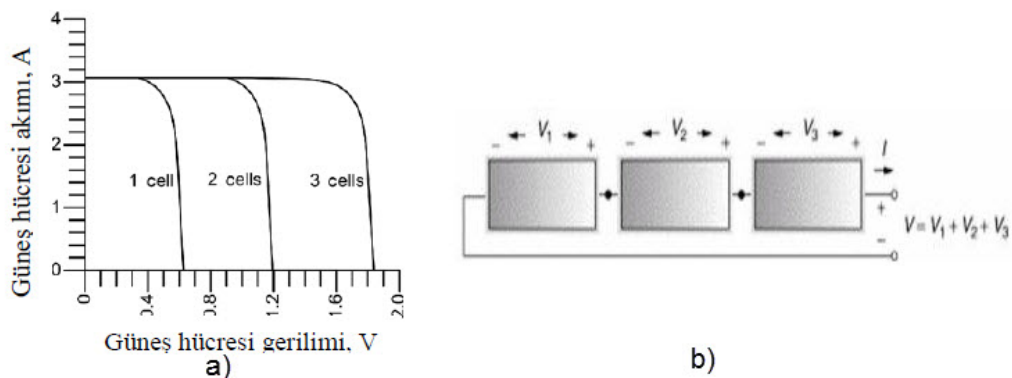
Gerçekleştirilen çalışmada; güneş enerjisi sisteminin kurulu gücünün tespit edilmesinde kullanılabilir, verimlilik ile ilgili yeni bir parametre geliştirilmiştir. Bu parametre; üretim veya meskenin ihtiyacı olan gerçek verimli gücün tespitinde kullanarak kurulum gücünü ve dolayısıyla maliyetini düşürülebileceği öngörülmüştür. Tesisin veya meskenin salt tükettiği enerji miktarına bakılarak ihtiyaç olunan gücün belirlenmemesi, bunun yerine enerji verimliliği ile ilgili iyileştirmeler göz önünde bulundurularak belirlenmelidir. Mesken veya tesis enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında yenilenebilir enerji ciddi bir alternatif haline gelecektir. Gerçekleştirilen otomasyon

sistemi sayesinde işletmeler; alternatif enerji kullanımında verimli bir enerji yönetimi gerçekleştirmenin yanında, kurulum maliyetinden de tasarruf etmektedirler. Bunlarla birlikte, gerçekleştirilmiş otomasyon sistemleri sayesinde Endüstri 4.0'ın genel felsefesi ile diğer cihazlarında verimliliği gerçekleştirilebilmektedir.

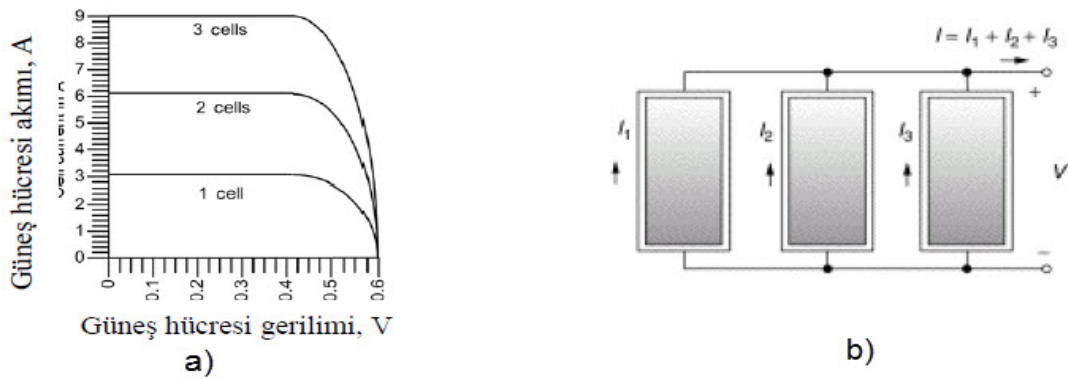
2. GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş enerjisi; insanlığın varoluşundan günümüze kadar sürekli faydalanılmak istenen enerji türlerinden biridir. Tarih boyunca İnsanoğlu, güneş'den, çeşitli şekillerde faydalanmıştır. İnsanların ilk çağlarda zaman kavramını çözmek için kullandıkları güneş, zamanla ısınmadan elektrik enerjisi üretimine kadar çeşitli şekillerde fayda sağlamıştır. Özellikle güneşin yoğun olduğu bölgelerde geçmişten günümüze bunların izleri daha da net görülmektedir.

Günümüzde uygulama türlerinden biride güneş pilleri kullanarak yapılan fotovoltaik uygulamalardır. Güneş pilleri, üzerine düşen ışınımı direk olarak elektrik enerjisine çevirirler. DC gerilim üreten bu piller seri veya paralel bağlanarak, ürettikleri akım ve gerilim değerleri yükseltilebilmektedir. Üretilen enerji akülerde depolanabilmekte veya doğrudan inverter üzerinden şebekede kullanılabilir [4]. Şekil 2'de birbirine seri olarak bağlanmış üç adet güneş pili akım gerilim grafiği ve şeması görülmektedir [5]. Şekil 3'de birbirine paralel olarak bağlanmış üç adet güneş pili akım gerilim grafiği ve şeması görülmektedir [5].



Şekil 2.Seri olarak bağlı 3 adet güneş hücresinin (a) I-V grafiği, (b) Şeması [5]



Şekil 3.Paralel olarak bağlı 3 adet güneş hücresinin (a) I-V grafiği, (b) Şeması [5]

Fotovoltaik güneş teknolojileri genel elektrik şebekesiyle ilişkisine göre; ada şeklinde çalışan yani şebekeden bağımsız olarak çalışan sistem ve şebekeye bağlı çalışan sistem olarak ikiye ayrılmaktadır [6]. Ada tipi bağımsız çalışan fotovoltaik sistemler şebekeden uzak bölgelerde tercih edilerek bölgenin elektrik enerji ihtiyacı için kullanılmaktadırlar. Bu sistemde ihtiyaç kadar enerji üretilir ve ek bir ünite enerji depolaması yapılır [6]. Şebekeye bağlı çalışan fotovoltaik sistemlerde üretilen enerji şebekeye aktarılmaktadır. Yüksek güçteki enerji santralleri yada güneş çiftlikleri olarak da adlandırılan sistemler, genel elektrik enerjisi için üretim yapmaktadır [6].

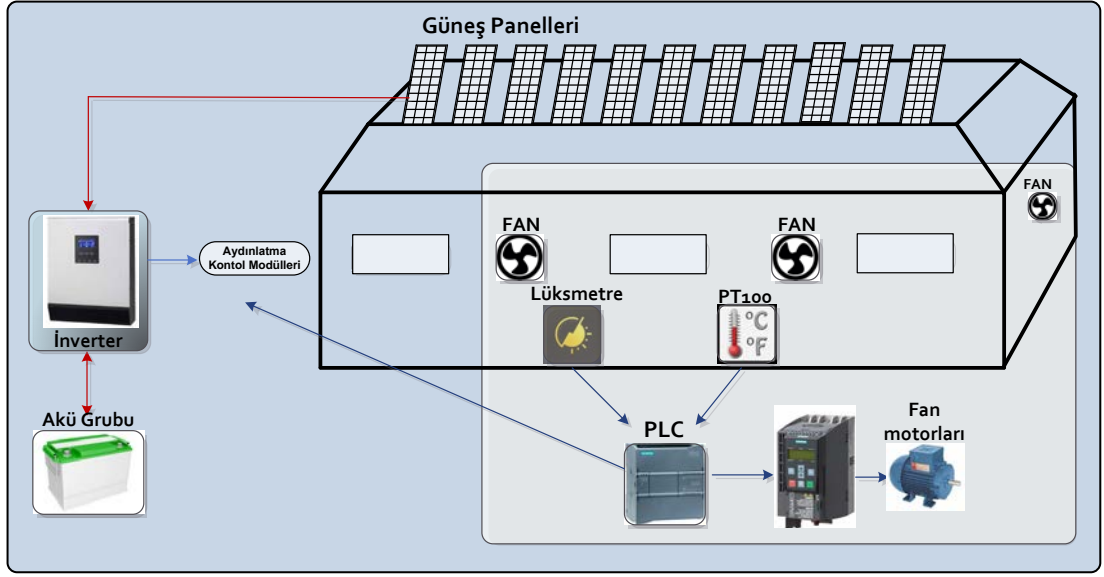
Güneş teknolojilerinin gelişmesi, kullanımın yaygınlaşması, otomasyon dünyasının bu teknolojilere entegrasyonunu kaçınılmaz kılmıştır. Süreç denetiminin tarihsel gelişimi akademik olarak birçok çalışmaya da ilham kaynağı olmuştur. Son yıllarda alternatif enerjini kaynaklarına olan ilgi otomasyon sistemleriyle entegre olarak yeni akademik çalışmalar da sunmuştur.

Pasc ve arkadaşlarının 2016 yılında yaptıkları çalışma da, solar fotovoltaik MPPT (Maximum Power Point Tracker) kontrolörünün simülasyonu gerçekleştirilmiştir. CitectSCADA gerçekleştirilen uygulamada, verilen lokasyondaki solar radyosyan ve yük eğrisi için matematiksel fonksiyon tabanlı MPPT simülasyonu gerçekleştirilmiştir [7]. Dumutri ve arkadaşlarının 2012 yılında yaptıkları çalışmada, yenilenebilir enerji yönetimi için SCADA tabanlı yazılım gerçekleştirilmiştir. Sahadan PLC, RTU gibi yapılardan alınan bilgiler lokal noktalarda ve uzak noktalarda gözlemleme ve denetlenebileceğini anlatmışlardır [8]. Moghavvemi ve arkadaşlarının 2013 yılında yaptıklarında çalışmada, uzak bölgelere yerleştirilmiş uzaktan kontrolü sağlayan FM transmitterlar için PV/dieselhybrid sistemlerin geliştirilmesi ve optimizasyonu

gerçekleştirilmiştir [9]. Shariff ve arkadaşlarının 2015 yılında yapmış oldukları çalışmada şebeke bağlantılı Fotovoltaik sistemin online görüntülenmesi için düşük güç tüketimi ve düşük data transfer oranına sahip kablosuz haberleşme sistemi olan Zigbee tabanlı data toplama sistemi yapılmıştır. Farklı noktalara yerleştirilen data toplama merkezleriyle modüllere ait veriler toplanmıştır [10]. Alphonsus ve arkadaşlarının 2016 yılında yaptığı çalışma PLC'lerin yenilenebilir enerji alanında uygulamalarına dönük bir incelemedir. PLC'ler tanıtılmış, Güneş, Rüzgar, Fotovoltaik gibi yenilebilir enerji alanlarında kullanımlarına örnekler verilmiştir [11]. Guozhen ve arkadaşlarının 2009 yılında yapmış oldukları çalışma fotovoltaik güç santrallerinde SCADA sistemleri haberleşmeleri güvenilirlik için çözümler sunulmuştur. Bunun için Güvenlik erişim kontrolü stratejisi ve yedekleme mekanizmasından oluşan iki etkili çözüm sunulmuştur [12]. Georgescu'nun 2014 yılında yapmış olduğu çalışma fotovoltaik tarlalar için oluşturulan sevk merkezleri için SCADA yazılımı gerçekleştirilmiştir [13]. Zapata ve arkadaşlarının 2016 yılında yapmış oldukları çalışmada solar fotovoltaik yapının IEC 61850 and ISA S101 uluslararası standartları ve OPC, Modbus TCP haberleşme protokolleri kullanılarak SCADA sistemi gerçekleştirilmiştir [14]. Zhaoxia ve arkadaşları tarafından yap 2017 yılında yapılan çalışmada fotovoltaik, rüzgar gülü ve bataryalardan oluşan sistemin SCADA tabanlı denetimi gerçekleştirilmiştir [15]. Gündoğdu ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, mikroişlemci tabanlı tek eksenli ekonomik güneş paneli takip sistemi yapılmıştır [16].

3. GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMA

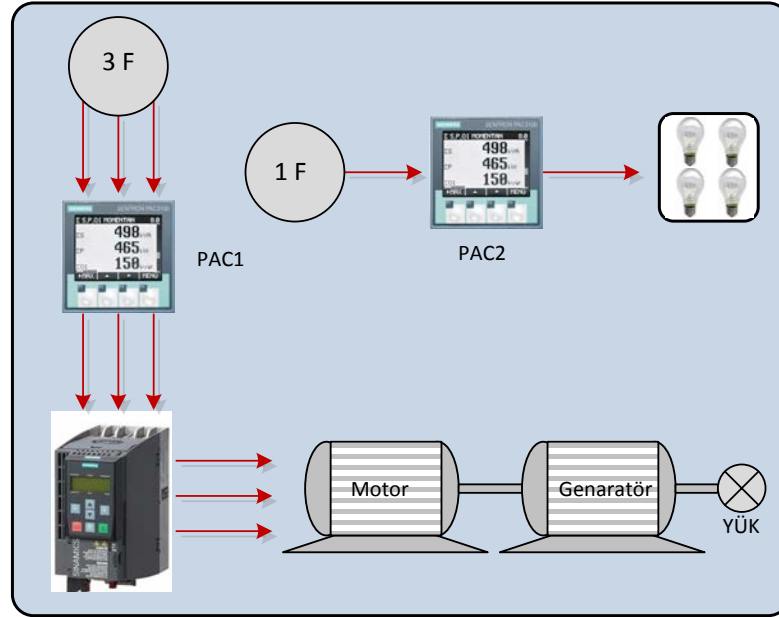
Çalışmanın gerçekleştirilebilmesi amacıyla, laboratuvar ortamında aydınlatma ve havalandırma sisteminin prototipi gerçekleştirilmiştir. Aydınlatma sistemi prototipi için, 550 Watt'lık akkor flamanlı ampul seti kullanılmıştır. Bu sayede gerçek bir işletme ortamında harcanan aydınlatma gücüne denk enerji sarfiyatı sağlanması hedeflenmiştir. Benzer şekilde havalandırma sistemlerinin prototipi amacıyla 3 faz 1,1 Kw 'lık asenkron motor deney seti kullanılmıştır. Asenkron motor'a yabancı uyartımlı generatör akuple edilmiş, generatör çıkışlarına omik yük bağlanarak havalandırma enerji sarfiyatı benzetimi yapılmıştır. Şekil 4'de prototipi gerçekleştirilen işletme dizaynı görülmektedir.



Şekil 4. Prototipi gerçekleştirilen işletme dizaynı.

3.1. Sistemin İhtiyaç Duyduğu Standart Enerjinin Belirlenmesi

Prototipi gerçekleştirilen sistemde enerji sarfiyatı yapan iki birim bulunmaktadır. Bunların birincisi aydınlatma grubu, ikincisi motor gruplarıdır. Her iki birimin enerji sarfiyatını ölçmek amacıyla PAC enerji analizörleri kullanılmıştır. Yüklerin çektiği akım değerleri akım trafosu üzerinden ölçülmüştür. Otomasyon sisteminin dahil edilmediği ham durumda sistemin standart durumunda ihtiyaç duyduğu enerji belirlenmiştir. Şekil 5’de sistemin ham durumuna ait ölçüm yapısı görülmektedir. Sistemin enerji tüketimi saatlik ölçülmüştür. Şekil 6’da aydınlatma grubu enerji tüketim ölçümleri, Şekil-7’de motor grubu enerji tüketim ölçümleri görülmektedir.



Şekil 5. Sistemim enerji tüketim ölçüm şeması



Şekil 6. Aydınlatma grubu standart saatlik enerji tüketimi

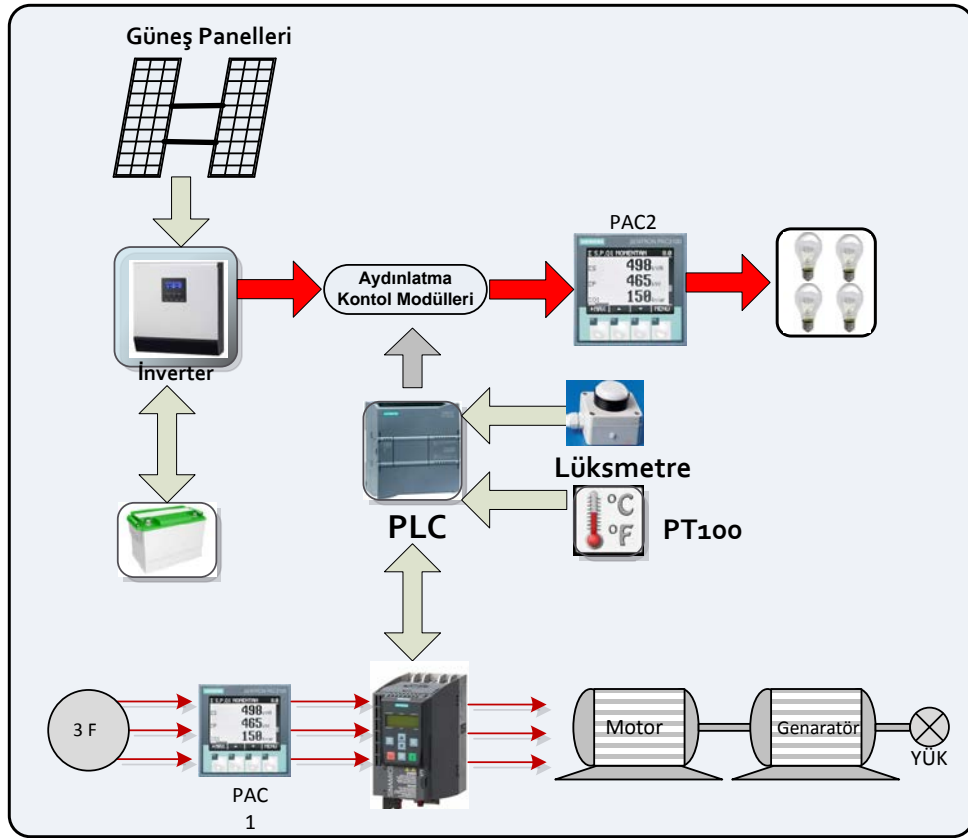


Şekil 7. Motor grubu standart saatlik enerji tüketimi

3.2. Sistemin İhtiyaç Duyduğu Alternatif Enerji Kaynağının Kurulması

Prototipi gerçekleştirilen işletme de aydınlatma sisteminin güç tüketimi 0,55 kWh, Motor grubu güç tüketimi 0,87 kWh olarak ölçülmüştür. Tasarımı prototiplenen işletme ortamında aydınlatma grubu güneş enerjisinden elde edilen enerji ile beslenecektir. Buna karşın motor grubu şebekeden beslenecektir. Aydınlatma grubunun saatlik 0,55 kWh enerji tükettiği düşünüldüğünde, en az bu gücü karşılayacak güneş panellerinin kurulması gerekmektedir. Standart sistemde; aydınlatma grubu hiçbir otomasyon ve kontrol sistemine tabi değildir. Bu sebeple enerji tüketimi sürekli olarak sabit olmaktadır. Geliştirilen sistemde aydınlatma grubu ortam ışık miktarına bağlı olarak otomasyon tabanlı kontrol edilmiştir. Geliştirilen sistem; standart sisteme güneş panelleri, ışık ölçüm sensörü, PLC entegre edilerek elde edilmiştir. Ayrıca sabit olarak enerji tüketimi gerçekleştiren motor grubu’da kurulmuş olan PLC tabanlı otomasyon sistemine entegre edilmiştir. Otomasyon sistemine entegre edilen motor grubu ortam ısısına bağlı olarak denetlenmiş, bu sayede ek bir enerji verimliliği sağlanmıştır. Motor grubundan elde edilen enerji verimliliği sayesinde işletme giderlerinden kar elde edilerek, güneş enerjisi tabanlı kurulan otomasyon sisteminin amortisman giderlerine katkı

sağlanmıştır. Şekil 8’de geliştirilen otomasyon tabanlı, güneş enerjisi beslemeli aydınlatmaya sahip işletme ölçüm yapısı görülmektedir.



Şekil 8. Geliştirilen otomasyon tabanlı, güneş enerjisi beslemeli aydınlatmaya sahip işletme ölçüm yapısı.

Şekil 8’de geliştirilen sistem görülmektedir. Sistemde aydınlatma grubu tamamıyla güneş panellerinden elde edilen enerjiden beslenmektedir. Aydınlatma grubu otomasyon yapısı için kullanılan PLC kullanılması beraberinde bir dizi avantajı da beraberinde getirmiştir. PLC sistemleri motor kontrol sistemlerinde yaygın olarak kullanılan otomasyon cihazlarından biridir. Bundan sebeple motor kontrol birimide PLC tabanlı olarak denetlenmiştir. Otomasyon sisteminin entegre edilmesi sayesinde her iki birimde de güç tüketimi azalmıştır. Şekil 9’da aydınlatma sisteminin otomasyon tabanlı güç tüketimi, Şekil 10’da motor kontrol biriminin otomasyon tabanlı güç tüketim ölçümleri görülmektedir. Otomasyon tabanlı gerçekleştirilen denetimi prototip işletme de aydınlatma sisteminin güç tüketimi 0,33 kWh, Motor grubu güç tüketimi 0,48 kWh olarak ölçülmüştür.



Şekil 9. Aydınlatma sisteminin otomasyon tabanlı güç tüketimi



Şekil 10. Motor grubu otomasyon tabanlı güç tüketimi.

4. DENEYSSEL BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan ölçümlerde otomasyon sisteminin entegre edilmesi sayesinde enerji tüketiminin her iki birimde de azaldığı görülmüştür. Aydınlatma sisteminde 0,55 kWh tüketimden 0,33 kWh tüketime düştüğü görülmüştür. Motor kontrol sisteminde 0,87 kWh tüketimden 0,48 kWh tüketime düştüğü görülmüştür. Fotovoltaik sistem kurulmuş, aydınlatma sistemi alternatif enerjiyle beslenmiş, entegre edilen otomasyon sistemi her iki birime de katkı sağlamıştır. Aydınlatma sisteminin standart güç tüketimine bakıldığında kurulacak Fotovoltaik sistemin en az 0,55 kWh olması gerekmektedir. Fakat otomasyon sistemi sayesinde bu değer 0,33 kWh değerine düşmektedir. Bu durumda %40 oranında kazanç olmaktadır. Bu durumdan dolayı otomasyon tabanlı bir fotovoltaik sistem kurulurken standart güç tüketiminin belli bir katsayıyla çarpılıp elde edilen güç miktarına göre kurulması, kurulum maliyetlerini minimize edecektir. Kazanç katsayısı otomasyon güç tüketiminin, standart güç tüketimine oranı şeklinde bulunabilir. Kazanç katsayısı “K” olarak, Otomasyon tabanlı güç tüketimi “OTGT”, standart güç tüketimi “SGT” olarak adlandırılırsa, denklem 1’de gösterildiği şekilde yazılabilir.

$$K=OTGT/SGT \quad (1)$$

Gerçekleştirilen prototip sistemin güç katsayısı denklem 1’in değerlerinin yerine yazılması sonucu ‘0,6’ olarak bulunmuştur.

5. SONUÇLAR

İnsanoğlu doğası gereği dünyanın tüketim merkezinde yer almaktadır. Var olduğu günden bu yana yeme, içme, ısınma vb her noktada doğanın varlıklarını tüketmiştir. İnsanlığın gelişmesi, sanayi devrimlerinin gelişmesi, teknolojinin gelişmesi beraberinde enerji kaynaklarının tüketimini de getirmiştir. Yıllar geçtikçe dünya üzerindeki aktif enerji kaynaklarının tükenmeyle karşıkarşıya olduğu görülmüş bu durum yeni enerji kaynaklarına yönelmiştir. Çevreyi olumsuz etkileri sebebiyle yeni enerji kaynaklarının temiz doğa dostu olması en öncelikli hedef olmuştur. Güneş, Rüzgar, Dalga vb enerji kaynakları kullanılmaya başlamıştır. Bununla beraber alternatif enerji kaynaklarının verimli kullanılması ve maliyetinin minimumlarda olması ayrı bir hedef olmuştur. Bu noktada otomasyon sistemleri büyük rol oynamaktadır. Özellikle endüstri 4.0’ın oluşmasıyla otomasyon dünyasının olmadığı bir yapı eksik olarak

düşünülmektedir. Yapılan bu çalışmada aydınlatma sistemi için kurulacak olan fotovoltaik sistemin, kurulum maliyetlerinin azalması için ‘K’ katsayısı elde edilmeye çalışılmıştır. Katsayı sayesinde Tüketilen güce göre değil, otomasyon sistemleri sonucu verimliliği arttırılmış enerji tüketimine göre fotovoltaik sistemin kurulması önerilmektedir. Kurulacak otomasyon sistemi diğer birimlere de entegre edilmesi sonucunda enerji tüketim verimliliği daha da yükselmektedir.

6. KULLANILAN CİHAZLAR

Güç analizörleri: Sistemin harcamış olduğu güç miktarını belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

PLC: Verilerin toplanması amacıyla kullanılmıştır..

Analog Modül: Analog verilerin toplanması için kullanılmıştır..

Motor Sürücü: Yük olarak kullanılacak Asenkron Motor denetimi için kullanılmıştır.

Motor Sürücü Ekranı: Motor Sürücü kontrolü için kullanılmıştır.

Güneş Paneli: Yenilenebilir Enerji kaynağı için kullanılmıştır.

İnvertör: Akülerin şarjı ve sisteme AC enerji entegrasyonu için kullanılmıştır..

Akü: Güneş panellerinden elde edilen enerjinin depolanması için kullanılmıştır..

Lüksmetre: Işık miktarını ölçmek için kullanılmıştır..

Projektör: Labaratuvar ortamında yapay güneş ışığı için kullanılmıştır.

Akım Trafosu: Yüklerin akım değerlerinin ölçülüp enerji analizörlerine girişini sağlamak için kullanılmıştır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] M. O. Eldem, “Endüstri 4.0,” TMMOB EMO Ankara Şubesi Haber Bülteni, 2017/3.
- [2] E. Bulut ve T. Akçacı, “Endüstri 4.0 ve inovasyon göstergeleri kapsamında Türkiye analizi,” *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, c. 4, s. 7, ss. 50-72, 2017.

- [3] S. Kılıç, ve R. M. Alkan, “Dördüncü sanayi devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye değerlendirmeleri,” *Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, c. 2, s. 3, ss. 29-49, 2018.
- [4] M. Karamanav, “Güneş enerjisi ve güneş pilleri,” Yüksek lisans Tezi, Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye, 2007.
- [5] M. Grozdev, “Alternatif enerji kaynakları,” Yüksek lisans Tezi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2010.
- [6] H. S. Saner, “Türkiye’de güneş enerjisi santrallerinin yer seçimi ve çevresel etkileri: karapınar ve karaman enerji ihtisas endüstri bölgeleri örneklerinin değerlendirilmesi,” Yüksek lisans Tezi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2015.
- [7] P. C. Pasc ve C. D. Dumitru, “SCADA system for solar MPPT controller monitoring,” *Procedia Technology*, c. 23, ss. 803-807, 2016.
- [8] C. D. Dumitru ve A. Gligor, “SCADA based software for renewable energy management system,” *Procedia Economics and Finance*, c. 3, ss. 262-267, 2012.
- [9] M. Moghavvemi, M. S. Ismail, B. Murali, S. S. Yang, A. Attaran, ve S. Moghavvemi, “Development and optimization of a PV/diesel hybrid supply system for remote controlled commercial large scale FM transmitters,” *Energy Conversion and Management*, c. 75, ss. 542-551, 2013.
- [10] F. Shariff, N. A. Rahim ve H. W. Ping, “Zigbee-based data acquisition system for online monitoring of grid-connected photovoltaic system,” *Expert Systems with Applications*, c. 42, ss. 1730–1742, 2015.
- [11] E. R. Alphonsus ve M. O. Abdullah, “A review on the applications of programmable logic controllers (PLCs),” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, c. 60, ss. 1185–1205, 2016.
- [12] H. Guozhen, C. Tao, C. Changsong ve D. Shanxu, “Solutions for SCADA system Communication Reliability in Photovoltaic Power Plants,” IEEE 6th International Power Electronics and Motion Control Conference, Wuhan, China, 2009, ss. 2482- 2485.

- [13] V. C. Georgescu, "SCADA Software used in Dispatch Centre for Photovoltaic Parks," 6th Edition Electronics, Computers and Artificial Intelligence, Bucharest, Romania, 2014, ss. 1-4.
- [14] G. Zapata, A. Salazar, D. Moreno and R. García, "Supervision of a Distributed Energy Resources Generation System Using IEC and ISA Standards," IEEE Colombian Conference on Robotics and Automation, Bogota, Colombia, 2016.
- [15] X. Zhaoxia, G. Zhijun, J. M. Guerrero and F. Hongwei, "SCADA System for Islanded DC Microgrids," 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Beijing-China, 2017, ss. 2669-2674.
- [16] K. Gündoğdu, H. S. Kabadayı ve A. Öztürki, "Fotovoltaik Paneller İçin Güneş Takip Edebilen Basit Ve Ekonomik Bir Sistem Tasarımı," *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, c. 4, s. 2, ss. 634-639, 2016.

EK-1 UYGULAMA FOTOGRAFLARI