

**İNCE FİLM FOTOVOLTAİK BİR PANELİN MERSİN
İLİ İÇİN KIŞ DÖNEMİ GÜÇ KARAKTERİSTİĞİNİN
DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**

SELÇUK ÖZEL

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN
MAYIS – 2015**

**İNCE FİLM FOTOVOLTAİK BİR PANELİN MERSİN
İLİ İÇİN KIŞ DÖNEMİ GÜÇ KARAKTERİSTİĞİNİN
DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**

SELÇUK ÖZEL

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Danışman
Doç. Dr. İbrahim SEVİM**

**MERSİN
MAYIS – 2015**

Selçuk ÖZEL tarafından Doç. Dr. İbrahim SEVİM danışmanlığında hazırlanan "İnce Film Fotovoltaik Bir Panelin Mersin İli İçin Kış Dönemi Güç Karakteristiğinin Deneysel Olarak İncelenmesi" başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. İbrahim SEVİM

Yrd. Doç. Dr. Gökhan ARSLAN

Yrd. Doç. Dr. Cihan YILDIRIM

İmza



Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 22.1.2015/2015 tarih ve 25.15.13/...574... sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Prof. Dr. Ayla ÇELİK
Enstitü Müdürü

İNCE FİLM FOTOVOLTAİK BİR PANELİN MERSİN İLİ İÇİN KIŞ DÖNEMİ GÜÇ KARAKTERİSTİĞİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Selçuk ÖZEL

ÖZ

Bu çalışmada Mersin’de Ekim 2014- Mart 2015 döneminde gerçek atmosferik koşullar altındaki ince film bir fotovoltaik panelin ürettiği güç değerleri deneysel yöntemle ölçülmüştür. Test düzeneği tek eksenle eğimi ayarlanabilir sehpa, taşıyıcı araba, kayıt tutabilir özellikli dijital akımölçer, ışınımölçer ve iki adet bilgisayardan oluşmaktadır. Bu test düzeneği kullanılarak gerçekleştirilen deneysel çalışmada altı aylık süreçte toplamda 48 gün ölçüm yapılmıştır. Ölçüm yapılan günlerde her üç dakikada bir üretilen anlık gücün o ana ait ışınım değeri ile ilişkisi belirlenmiştir. Ölçümler sonucunda her aya ait ortalama güç çıktısı ve ortalama ışınım değeri belirlenmiştir. Ayrıca her aya ait ortalama verim de bulunmuştur. Ölçülen değerler kullanılarak test dönemine ait verim değişimi belirlenmiştir. Gerçek çalışma koşullarında elde edilen güç ve verim değerleri ile fotovoltaik paneli üreticisi firmanın verdiği güç ve verim değerlerinin farklı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, Güneş Paneli, Mersin, Fotovoltaik Panel

Danışman: Doç. Dr. İbrahim SEVİM, Mersin Üniversitesi, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı

INVESTIGATING WINTER SEASON POWER CHARACTERISTIC OF A THIN-FILM PHOTOVOLTAIC PANEL IN MERSİN THROUGH AN EXPERIMENTAL STUDY

Selçuk ÖZEL

ABSTRACT

In this study, the power generated by a thin-film photovoltaic panel was measured under real atmospheric conditions in Mersin between October 2014 and March 2015. The experiment set involves a stand whose inclination may be adjusted in single axis, a digital multimeter that can keep records, pyrometer, and two computers on a carrier vehicle. In this experimental study, there were 48 measurements completed in six months. The relationship between the power generated and the solar irradiance was determined by using the data obtained in every third minutes in each measurement day. Thanks to the measurement data, the average power generated and the average irradiance that belongs to each measurement month were obtained. Furthermore, the average efficiency of each month was calculated. By using the data obtained, the efficiency change in the measurement period could be determined. It was revealed in this study that, the generated power and efficiency values are different from that of the values indicated by the photovoltaic panel manufacturer.

Key Words: Solar Energy, Solar Panel, Mersin, Photovoltaic Panel

Advisor: Assoc. Prof. İbrahim SEVİM, Department of Mechanical Engineering, Mersin University

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin hazırlanmasında bilgi ve birikimiyle bana her konuda destek olan ve yol gösteren, karşılaştığım zorluklarda desteğini esirgemeyen danışmanım sayın Doç. Dr. İbrahim SEVİM' e teşekkür ederim.

Varlığı ile bana büyük bir desteği olan sevgili eşim Nilay ÖZTÜRK ÖZEL' e ve hayatım boyunca maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli aileme teşekkürü borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM	8
3.1. VERİ ÖLÇÜMÜ VE KAYIT SİSTEMİ.....	8
3.1.1. Tek Eksende Eğim Ayarlı Ölçüm Sehpası.....	8
3.1.2. Taşıyıcı Araba	9
3.1.3. Fotovoltaik Panel	11
3.1.4. Akım ve Gerilim Ölçerler	11
3.2. ELDE EDİLEN VERİLERİN BELİRSİZLİK ANALİZİNİN BELİRLENMESİ	12
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	14
4.1. GÜNLÜK IŞINIM-GÜÇ İLİŞKİSİ ÖLÇÜMLERİ.....	14
4.2. AYLIK IŞINIM-GÜÇ İLİŞKİSİ VE IŞINIM-VERİM ORTALAMALARI.....	16
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	19
5.1. SONUÇLAR	19
5.2. ÖNERİLER.....	20
KAYNAKLAR	22
EK 1	27
ÖZGEÇMİŞ	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Veri ölçümü ve kayıt bileşenleri	8
Şekil 3.2. Panel konstrüksiyonu ve genel görünüşü.....	9
Şekil 3.3. Taşıyıcı araba ölçüleri.....	10
Şekil 3.4. Güneş paneli ve veri kayıt sistemi genel görünümü	10
Şekil 3.5. Mt 130 panele ait akım-voltaj eğrileri	11
Şekil 3.6. Kayıt tutabilen dijital akım ve gerilim ölçer	12
Şekil 4.1. 15 Ekim 2014 tarihli toplam güç üretilen güç ilişkisi.....	14
Şekil 4.2. 22 Ocak 2015 tarihli toplam güç üretilen güç ilişkisi	15
Şekil 4.3. 15 Ekim 2014 tarihli belirsizlik oranı değişimleri	15
Şekil 4.4. 22 Ocak 2015 tarihli belirsizlik oranı değişimleri	16
Şekil 4.5. Altı aylık toplam güç üretilen güç sıcaklık ortalaması	16
Şekil 4.6. Altı aylık toplam güç verim ortalaması	17
Şekil 4.7. Altı aylık ışıınım ortalaması.....	17
Şekil 4.8. Altı aylık belirsizlik analizi ortalaması.....	18

1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde en yaygın enerji kaynağı olan fosil yakıtlarının tükenebilir olması yenilenebilir enerji teknolojilerine olan ilgiyi artırmaktadır. Enerji temini açısından dışa bağımlı olan ülkemizde de yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi yönünde çalışmalar artmıştır ve bu konuda ciddi yatırımlar yapılmaya başlamıştır.

En büyük enerji kaynağı güneştir. Güneş enerjisinden elektrik elde eden teknolojilerin başında fotovoltaik paneller gelmektedir. Fotovoltaik panel, güneş ışığının taşıdığı enerjiyi iç fotoelektrik reaksiyondan faydalanarak doğrudan elektrik enerjisine dönüştürür. Günümüzde fotovoltaik paneller çeşitli türlerde, değişik üretim değerlerine ve ebatlarına sahiptir.

Fotovoltaik panel üretici firmaları ürettikleri panele ait elektriksel ve performans değerlerini, standart test koşullarında ışınımın 1000 w/m^2 , sıcaklığın $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ve atmosferin güneş ışığını geçirme oranı (AM) 1.5 değerinde olduğu şartlara göre vermektedirler. Üretici firmanın paneli test ettiği koşullar ile panelin gerçek çalışma koşulları arasında önemli farklar olacaktır. Atmosferik etkilere açık gerçek çalışma koşulları ile standart test koşulları arasında olumsuz yönde farklar olacaktır. Bu farklar da fotovoltaik panellerin performansını etkilemektedir. Fotovoltaik panelin gerçek enerji üretim değerleri ancak ilgili bölgede panelle yapılacak testlerle belirlenebilir. Sıcaklık, güneş değeri, toz gibi çevresel etmenler fotovoltaik panellerin üretim değerlerini düşürmektedir.

Üretim tesislerinin planlanmasında, tesisin verim, kapasite, maliyet unsurlarının belirlenmesinde gerçek saha koşullarında elde ettiğimiz değerleri kullanmamız gerekmektedir. Fotovoltaik panelin üretici firma tarafından verilen etiket değerlerini kullanarak yapacağımız hesaplamalarda ciddi yanılgılar olacaktır. Güneş değerlerinin düştüğü ve çevresel şartların ağırlaştığı kış aylarında panel performansı önemli ölçüde düşmektedir. Güneş panellerinin üretim kapasitelerinin düştüğü kış aylarındaki performansının belirlenmesi kullandığımız panelin üretim kapasitesini belirleme önemli bir unsur olacaktır.

Bu çalışmada Mersin Toroslar ilçesinde $36^{\circ} 51' 48''$ K ve $34^{\circ} 36' 56''$ D koordinatlarında deney düzeneği kurularak Ekim 2014- Mart 2015 tarihleri arasında gerçekleştirilen ölçümlerden veriler elde edilmiştir. Bu veriler kullanılarak ince film fotovoltaik panelin kış dönemi üretim performansı araştırılmıştır. Güneş enerjisi yatırımlarının artmaya başladığı Mersin'de günümüze kadar Mersin'in güneş enerjisi potansiyelini ortaya koyacak deneysel bir çalışma yapılmamıştır. Güneş enerjisi yatırımlarının gerçekleşmesinde en önemli unsur özellikle güneş değerlerinin düşük olduğu kış aylarında yapılan üretim miktarıdır. Yapılan deneysel çalışma ile güneş değerleri yüksek olan Mersin'in kış ayları için de fotovoltaik panel ile elektrik üretim potansiyeli araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

Fotovoltaik paneller üzerine düşen güneş ışınlarının sahip olduğu enerjiyi doğrudan elektrik akımına çevirirler. Chaar, Lamont, Zein [1] ve Ohnishi [2] çalışmalarında fotovoltaik teknolojisini araştırmışlardır. Fotovoltaik panelinin çalışma prensibi ve türleri hakkında bilgi vermişlerdir. Kosyachenko, Mykytyuk, Fodchuk [3] çalışmalarında ince film fotovoltaik panelin teorik modelini oluşturup elektriksel karakteri belirtmiştir. Deb [4], Vasic ve arkadaşları [5] ince film fotovoltaik panel yapıları hakkında bilgiler vermiştir ve teorik unsurlarını açıklamışlardır. Omura ve arkadaşları [6] ise ince film fotovoltaik panelin avantajları hakkında çalışmalar yapmıştır. Gerbinet ve arkadaşları [7] çalışmalarında fotovoltaik panel türlerinin ömürleri ile ilgili bilgilere yer vermişlerdir. Ayrıca Hosenuzzaman [8] ve arkadaşları fotovoltaik panellere küresel genel bakışı ve kaydettiği gelişmeleri araştırmışlardır. Çelik [9] çalışmasında Türkiye'deki mevcut fotovoltaik teknolojisinin mevcut durumu hakkında bilgi verip ekonomik analizini yapmıştır.

Thevenard ve Pelland [10] yaptıkları çalışmada atmosferik koşullar altında gerçek saha koşullarındaki fotovoltaik panellerinin uzun dönemde verimine etki eden belirsizlikleri belirtmişlerdir. Sistemin çalışma performansını etkileyen bu belirsizlikleri sistemi oluşturan unsurlarla ile atmosferik ve çevresel şartlar olarak ortaya koymaktadırlar. Güneş panelinin çalışmasını olumsuz etkileyen atmosferik koşulların başında çevre sıcaklığı, rüzgar, toz ve yağın kar kütesidir. Çevresel etkenlerle beraber elektriksel ekipmanların bağlantılarında da bağlantı kayıplarının olduğu belirtilmiştir. Celik [11] çalışmasında değişik çalışma şartlarında panelin üretim kayıpları araştırılmıştır. Panel üzerinde gölgelenme oluşması da kaçınılmaz gereken bir durumdur. Sarıoğlu ve Eke [12] çalışmalarında panelde oluşan kısmi gölgelenmenin etkisini araştırmışlardır.

Skoplaki, Palyvos [13] fotovoltaik panelin çalışma sıcaklığının panelin ürettiği elektriksel değerler ile arasındaki bağlantıyı incelemiştir. Dubey, Sarvaiya ve Seshadri [14] çalışmalarında çevresel sıcaklığın güneş panelinin çalışma performansını artırıp veya azalttığını belirtmiş ve nümerik yollarla sıcaklık etkisini modellemişlerdir. Skoplaki, Palyvos [15] çalışma sıcaklığının panelin verim güç

ilişkinine etkisini teorik olarak belirtmişlerdir. Mavromatakis ve Kavoussanaki [16] çalışmalarında panel sıcaklığının her 1 °C artışında verimin yaklaşık olarak % 0.4 oranında düştüğünü belirtmektedirler. Emery ve Osterwald [17] güneş panelinin üretim unsurları olan akım, gerilim, performansa etki eden çevre sıcaklığı ve ışınım yoğunluğu gibi faktörlerin belirlenmesindeki standartları ve birbirleri ile olan ilişkilerini ifade etmektedirler. Fotovoltaik panel çeşitlerinin değişik spektrumlar altındaki verimlerini belirleyip buldukları değerleri birbirleriyle mukayese etmişlerdir.

Sabounchi [18] panelin değişik yerleşim açılarında ortam sıcaklığının, panelin ürettiği enerjiye etkisini yaptığı deneysel çalışma ile belirlemiştir. Gelen ışınım değeri panelin yerleşim açısına göre belli bir noktaya kadar artışa devam eder ve belli bir noktadan sonra düşüşe geçtiğini saptamıştır. Yadav ve Chandel [19] çalışmalarında güneş ışınımından en yüksek seviyede faydalanabilmek için yerleşim açısının doğru belirlenmesi gerekliliğinden bahsetmiş ve eğim açısının optimizasyonu için detaylı olarak anlattığı teknikler ortaya koymaktadır. Bakırcı [20] Türkiye'deki bazı şehirler için en uygun eğim açısını nümerik yöntemlerle belirlemeye çalışmıştır.

Güneş paneli performansını etkileyen diğer bir atmosferik koşul ise rüzgâr etkisidir. Akpek [21] tezinde güneş pili araştırmaları ve gelişimi üzerine son yıllardaki ilerlemeyi ve mühendislik çalışmalarını açıklar. Ayrıca panelin performansının, panelin eğim açısından ve yönünden etkilendiğini açıklar. Rüzgâr, panelin yerleşim açısına göre panel performansını etkilemektedir. Jubayer ve Hangan [22] yaptıkları teorik çalışmada 25° eğime sahip panele 0, 45, 135 ve 180° etkiyen rüzgar yükünün sisteme etkisi numerik benzetim yöntemiyle belirlenmiştir. Ayrıca Ogedengbe, Hangan, Siddiqui [23] deneysel çalışmalarında belli rüzgar yüklerinde değişik panel yerleşim açılarında panel üzerinde oluşan basınç değerleri belirlenmiştir.

Andrews, Pollard, Pearce [24] çalışmalarında değişik açılarda panel üzerinde biriken kar kütlelerinin panel performansına etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında farklı panel türlerine yer vermişlerdir. Örneğin kristal yapıdaki bir

panelin 50° eğim açısında performansının yaklaşık % 1.5 azaldığı saptanmıştır. Panel performansını olumsuz olarak etkileyen en önemli çevresel etmen ortamda toz ve kirliliktir. Mejia, Kleissl ve Bosch [25] çalışmalarında gözlem yaptıkları üretimin olduğu bir tesisten deneysel yolla elde ettikleri değerlere yer vermişlerdir. Buna göre yıllık ortalama çalışma verimi % 6,8 olan bu tesisin yıl sonu ortalamasındaki verimin % 5,6'ya düştüğü gözlemlenmiştir. Günlük olarak verim kaybını $- 0,0021$ /gün olarak hesaplamışlardır.

Rao, Pillai, Mani, Ramamurthy [26] tozlanmanın fotovoltaik panelin üretim kapasitesine etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında kapalı ve açık ortama paneller kumaşlardır. Sonuçları grafiklerle ve tablolarla paylaşmışlardır. Örnek olarak kapalı alana kurdukları paneller 800 w/m^2 de ürettiği anlık gücün değeri tozlanma olduğu zaman % 37.7 oranında düştüğünü saptamıştır.

Ghani, Duke, Carson [27] çalışmalarında tek diyotlu güneş pilinin model parametrelerinin numerik hesabını yapmışlardır. Güneş pilinin unsurlarını açıklayıp güneş piline ait analitik formülleri çıkarmışlardır.

Khezzar ve Khezzar [28] çalışmalarında dört parametrelili bir panel modeli geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri modelin değişik ışınım değerlerinde elde ettikleri sonuçlar ile üretici firmanın vermiş olduğu değerler ile karşılaştırmışlardır. Amrouche [29] yaptığı çalışmada fotovoltaik modelin deneysel elde ettiği bilgileri ile üreticinin vermiş olduğu bilgilerin tutarlılığını araştırmıştır.

Çelik ve Açıkgöz [30] çalışmalarında dört ve beş parametrelili iki adet matematiksel model oluşturmuşlardır. Dört parametrelili modelde ki parametreler ışığın panele düştüğü anda üretilen akım değeri, diyotun geri doyma akımı ve panelin iç karakteristlik özelliklerinden olan seri ve paralel dirençlerdir.

Özçalık, Yılmaz ve Kılıç [31] da çalışmalarında tek diyotlu fotovoltaik panelin matematiksel modelini çıkartıp güneş pillerinin akım, gerilim ve güç özelliklerindeki değişimlerini grafiklerle vermişlerdir. Çalışmalarında Sharp marka modeli NT-S5E1U olan fotovoltaik paneli kullanmışlardır.

Kaplan [32] tez çalışmasında BP SX 170 B model fotovoltaik panelin katalog değerlerini kullanarak modellemesini yapmıştır. Katalog değerlerini kullanarak oluşturduğu modelde ortam sıcaklığı, ışınım faktörlerinde ki değişimin panelin performansına etkisini gözlemlemiştir. Elde ettiği verileri matlab m-file kodu şekline getirip elde ettiği verileri grafikler ile sunmuştur.

Bellia ve arkadaşları [33] bir fotovoltaik paneli matlab yardımıyla modellemişlerdir. Tsai [34] panel modellemesinde deneysel olarak elde ettiği değerleri de kullanarak matlab yardımıyla modellemiştir.

Eke ve Oktik [35] çalışmalarında Muğla üniversitesi merkez kütüphanesi çatısında bulunan fotovoltaik panellerden veriler elde edip seri ve paralel direnç değerlerinin ve üretim performansının yıl içindeki değişimlerini incelemişlerdir. Güneş panelinin matematiksel modelini oluşturup analitik çözümü kullanarak fotovoltaik panelin tek diyot modelindeki değişkenlerini belirlemişlerdir.

Aydın [36] yüksek lisans tezinde fotovoltaik sistemlerin performansına etki eden etmenleri deneysel yolla araştırmıştır. Okyay [37] tezinde Kütahya koşullarında fotovoltaik sistem unsurlarını deneysel yolla inceleyip ekonomik analizini yapmıştır.

Deb [38] çalışmasında fotovoltaik panellerin verimlerin artmasını sağlayan çalışmaları araştırmıştır. Zan [39] tezinde fotovoltaik sistemden optimal gücün sağlanmasını çalışmıştır. İki farklı güneş pili kullanarak bu pillerin değişik koşullardaki davranışlarını incelemiştir.

Soler-Bientz, Ricalde-Cab, Solis-Rodriguez [40] çalışmalarında taşınabilir bir fotovoltaik elektrik üreticisini oluşturan unsurları belirtmiştir. Test düzeneği olarak da kullanılabilen bu düzenek büyük bir üretim tesisinin küçük ölçekli bir versiyonudur. Elektrik üretimi yapan bu sistemin bileşenleri; akım üretilebilmesi için güneş paneli, üretilen akım, gerilim değerlerini ölçüp kayıt tutabilen ölçüm aletleri, güneş şiddetini ölçebilen pyronometre, bilgisayar ara yüzü, depolama aküleri, DC-AC çeviricileridir.

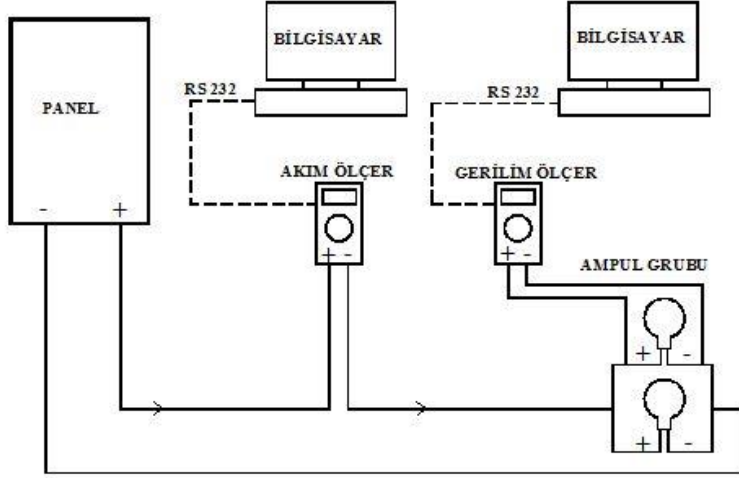
Yukarıdaki literatür taramasından da görüldüğü gibi Mersin'e ait atmosferik etkiler altındaki bir fotovoltaik panelinin saha koşulları altında deneysel çalışmasına dair veri henüz bulunmamaktadır.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 VERİ ÖLÇÜMÜ VE KAYIT SİSTEMİ

Bu deneysel çalışmada tek eksenle eğimi ayarlanabilir sistem sehpası, fotovoltaik panel, kaydetme özelliği olan iki adet multimetre, ışınımölçer, bilgisayarlar ve üretilen doğru akımı kullanıp panelin tekrar akım üretmesini sağlayan ampuller kullanılmıştır. Fotovoltaik panel tarafından üretilen akım ve gerilim değerleri dijital multimetreler tarafından ölçülüp üçer dakikada bilgisayara ölçülen değer ile ölçüldüğü zaman otomatik olarak kaydedilmektedir. Aynı anda güneşim ışınım değeri de belirlenip ölçülen parametreler eş zamanlı kayıt altına alınmaktadır. Panel tarafından üretilen akım değeri her biri 100 watt olan paralel bağlı iki ampul tarafından harcanarak panelin düzenli olarak akım üretmesini sağlamaktadır.

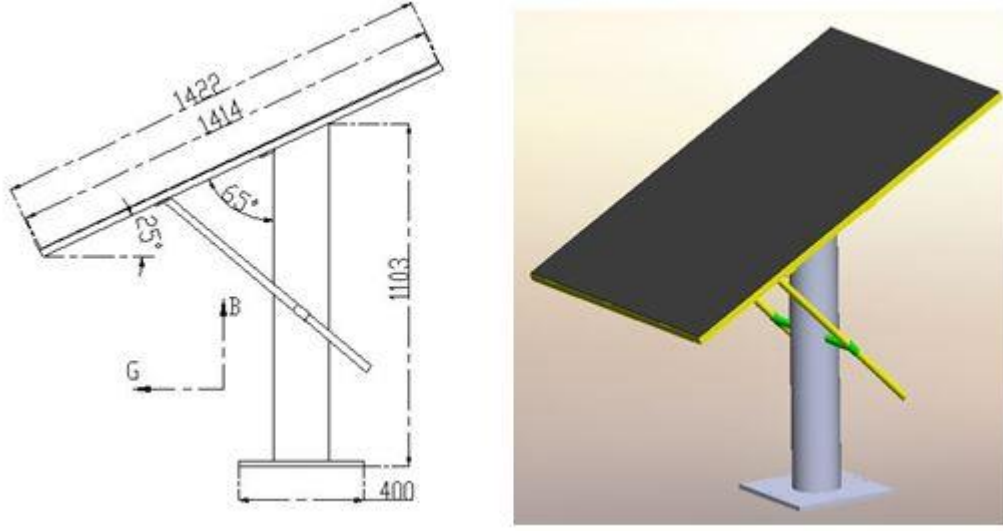


Şekil 3.1. Veri ölçümü ve kayıt bileşenleri

3.1.1 Tek Eksende Eğim Ayarlı Ölçüm Sehpa

Tasarımı ve üretimi yapılan şekil 3.2.'de tek yönde eğimi ayarlanabilen mekanizmanın teknik resmi bulunmaktadır. Ayrıca şekil 3.3.'de panel sehpaasının 3 boyutlu hazırlanmış modeli bulunmaktadır. Eğimölçerle eğimi elle ayarlanabilir panel sehpaasının yüksekliği 1103 mm'dir. Paneli içine alan dış çerçevenin genişliği 1422 mm'dir. Çerçevelerin iskeletinde 25 mm'lik köşebentler kullanılmıştır. Ana

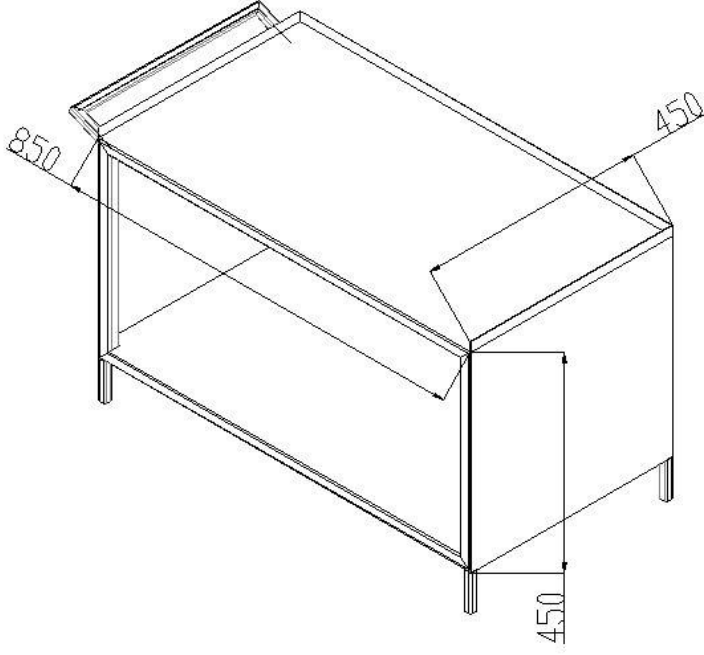
taşıyıcı borunun çapı 173 mm et kalınlığı ise 3 mm'dir. İstenilen eğim ayarlandığında çapı 25 mm olan yanlardaki kilitleme ve ayar çubukları kilitlenerek açının sabit kalması sağlanır. Güneş paneli güney doğrultuda yatay düzlemde 25° açı ile konumlandırılmıştır.



Şekil 3.2. Panel konstrüksiyonu ve genel görünüşü

3.1.2 Taşıyıcı Araba

Ölçümler esansında kullanılan multimetrelerin ve bilgisayarların düzenli bir şekilde bir arada durması için panelin hemen yakınında bulunabilecek şekil 3.5.'deki araç tasarımı ve üretimi yapılmıştır. Üretimi yapılan aracın dış sacları galvaniz olup kalınlığı 1 mm'dir. Çerçeve konstrüksiyonu olarak 30x30 mm ebadında kutu profiller kullanılmıştır. Dış genişliği 1030 mm olup bilgisayarların ve ölçüm aletlerinin rahatlıkla sığabileceği bir genişliğe sahiptir.



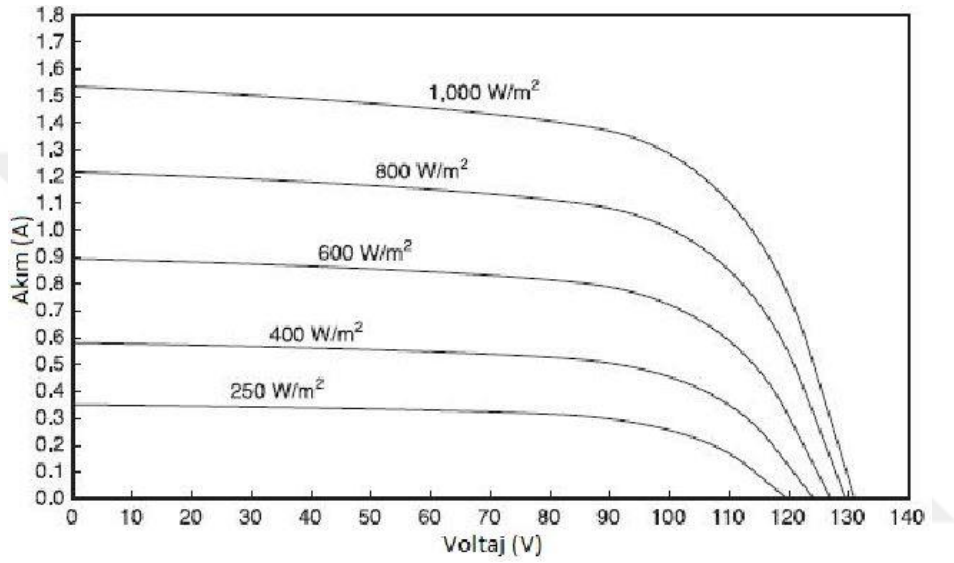
Şekil 3.3. Taşıyıcı araba ölçümleri



Şekil 3.4. Güneş paneli ve veri kayıt sistemi genel görünümü

3.1.3 Fotovoltaik Panel

Yaptığımız çalışmada güneş paneli olarak Mitsubishi firmasının ince film fotovoltaik panel MT 130 modeli kullanılmıştır. Boyu 1.414 mm eni ise 1.114 mm olan panel 1.57 m^2 yüzey alanına sahiptir. Maksimum güç olarak 130 watt elektrik enerjisi üretebilen MT 130 güç üretim toleransı ± 5 watt olarak belirtilmiştir. Üretici firmanın belirttiği panel verimi ise % 8.25'dir.



Şekil 3.5. Mt 130 panele ait akım-voltaj eğrileri

3.1.4 Akım ve Gerilim Ölçerler (Multimetreler)

Panel tarafından üretilen akım ve gerilimi ölçüp istenilen zaman aralıklarında kayıt altına almak için Brymen 525 model akım ve gerilim ölçer kullanılmıştır. Tayvan'da üretilen ürünün gerilim ölçüm hassasiyeti % 0.08, doğru akım ölçüm hassasiyeti ise % 0.2'dir. Rs-232 kablo ile bilgisayara bağlantısı yapıp dijital olarak ölçtüğü değeri kendi ara yüz programını kullanarak bilgisayarda kayıt altına alabilmektedir.



Şekil 3.6. Kayıt tutabilen dijital akım ve gerilim ölçer

3.2 ELDE EDİLEN DENEYSEL VERİLERİN BELİRSİZLİK ANALİZİ

Deneysel yöntemlerle elde edilen verilerin hata analizi için Kline ve McClintock [38] tarafından hassas bir yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen bu hassas yöntemde ölçülmesi gereken büyüklük R , bu büyüklüğe etki eden n tane bağımsız değişkenler ise $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ise $R = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ şeklinde ifade edilir. Her bir bağımsız değişkene ait hata oranları $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ ve R büyüklüğünün hata oranı w_R ise,

$$w_R = \left[\left(\frac{\partial R}{\partial x_1} w_1 \right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial x_2} w_2 \right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial R}{\partial x_n} w_n \right)^2 \right]^{1/2} \quad (3.1)$$

veya

$$\frac{w_R}{R} = \left[\left(\frac{w_{x_1}}{x_1} \right) + \left(\frac{w_{x_2}}{x_2} \right) + \dots + \left(\frac{w_{x_n}}{x_n} \right) \right]^{1/2} \quad (3.2)$$

şeklinde ifade edilmektedir.

Tez çalışmasında güneş panelinin ürettiği akım ve gerilim değerleri dijital multimetreler tarafından ölçülerek denklem (3.3) ile güç değeri hesaplanmaktadır.

$$P = IV \quad (3.3)$$

$\frac{\partial P}{\partial I} = V$, $\frac{\partial P}{\partial V} = I$ eşitliklerini kullanarak denklem (3.4) elde edilmektedir.

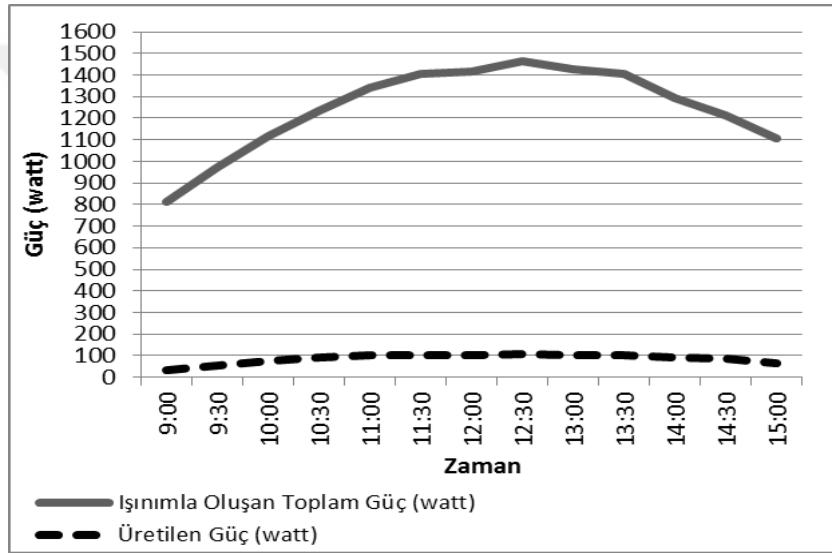
$$w_P = \left[\left(\frac{\partial P}{\partial I} w_V \right)^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial V} w_I \right)^2 \right]^{1/2} \quad (3.4)$$



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

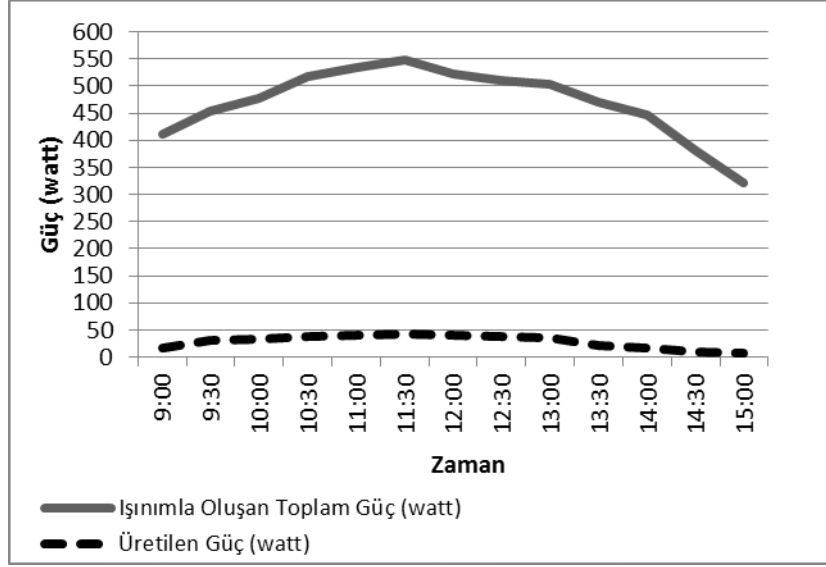
4.1. TOPLAM GÜÇ ÜRETİLEN GÜÇ İLİŞKİSİ

Ölçüm yapılan dönemde üretilen gücün ortalama değeri 15 Ekim 2014 tarihinde maksimum değere ulaşmıştır. Güç üretiminin maksimum olduğu güne ait değerler şekil 4.1. de verilmiştir. Grafikte verilere göre üretilen güç gün içerisinde en fazla 100 watt üzerine çıkmaktadır. Işınım kaynaklı oluşan toplam güç ise 1400 watt değerinin üzerine çıkmaktadır.



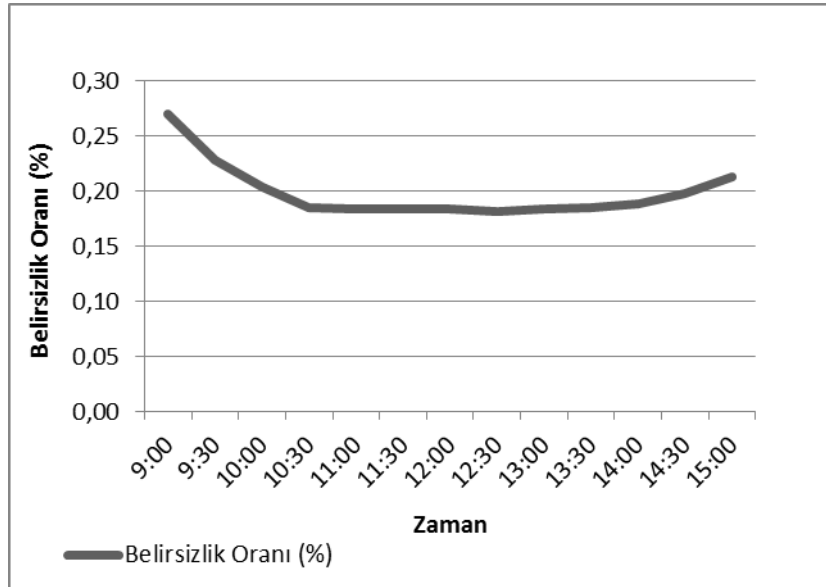
Şekil 4.1. 15 Ekim 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi

Ölçüm yapılan dönemde üretilen gücün ortalama değeri 22 Ocak 2015 tarihinde minimum değere ulaşmıştır. Güç üretiminin en az olduğu güne ait değerler şekil 4.2. de verilmiştir. Grafikteki verilere göre üretilen gücün gün içerisinde 50 watt değerinin üzerine çıkamamaktadır. Işınım kaynaklı oluşan toplam güç ise 550 watt değerindedir.

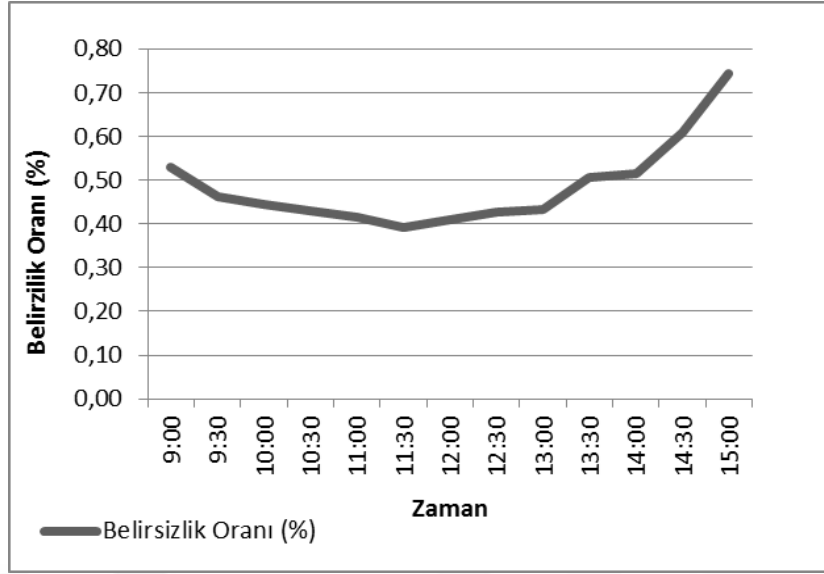


Şekil 4.2. 22 Ocak 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi

Şekil 4.3. ve şekil 4.4. de ortalama üretim değerinin en yüksek ve en düşük olduğu günlere ait değerler verilmiştir. Üretim değerinin en yüksek olduğu 15 Ekim 2014 tarihinde belirsizlik oranı % 0.2 ile % 0.3 arasındadır. Ayrıca üretim değerinin en düşük olduğu 15 Ekim 2014 tarihinde ise belirsizlik oranı % 0.5 ile % 0.8 arasındadır.



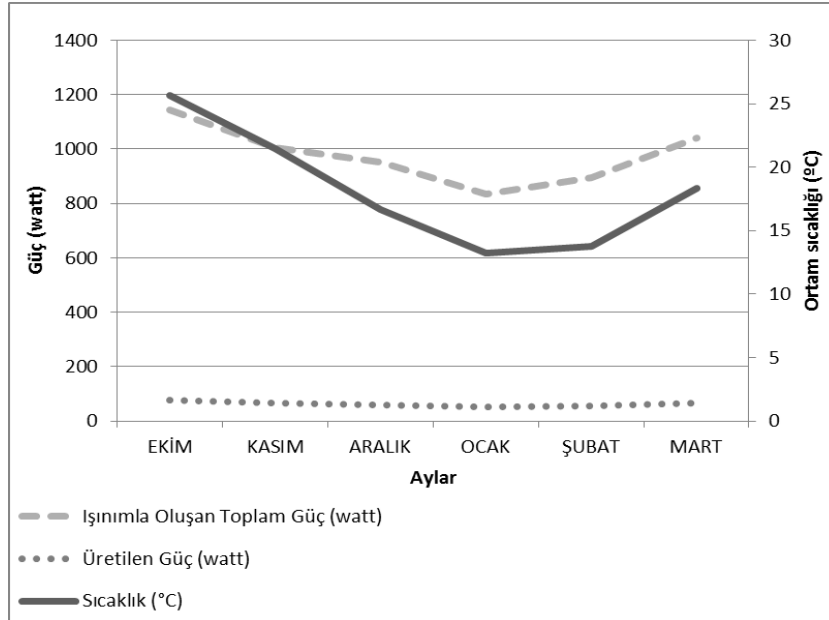
Şekil 4.3. 15 Ekim 2014 tarihli belirsizlik oranı değişimleri



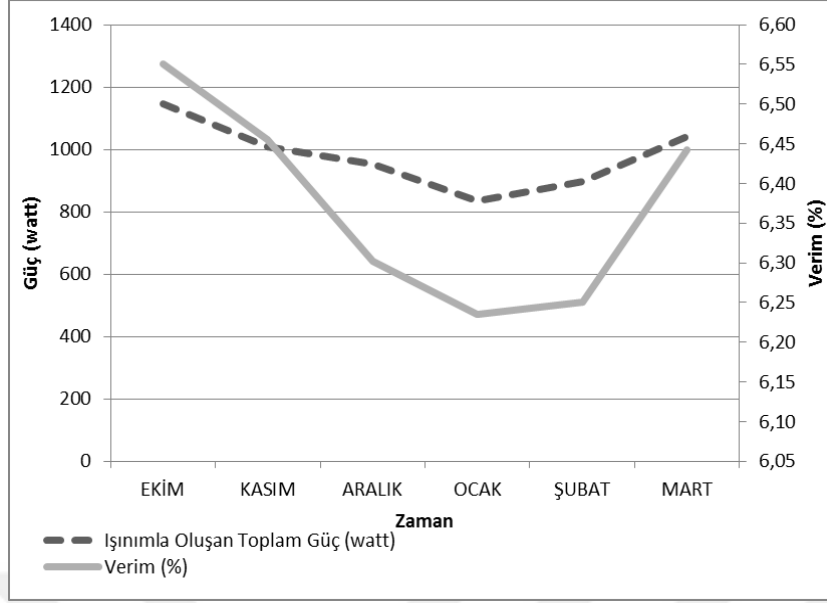
Şekil 4.4. 22 Ocak 2015 tarihli belirsizlik oranı değişimleri

4.2. AYLIK IŞINIM-GÜÇ VE IŞINIM-VERİM İLİŞKİSİ ORTALAMALARI

Altı aylık toplam güç, üretilen güç sıcaklık ortalaması değerleri şekil 4.5. de verilmiştir. Şekil 4.6. da ise ölçüm yapılan altı aylık döneme ait ışınım ile oluşan toplam güç ve verim ortalaması verilmiştir.

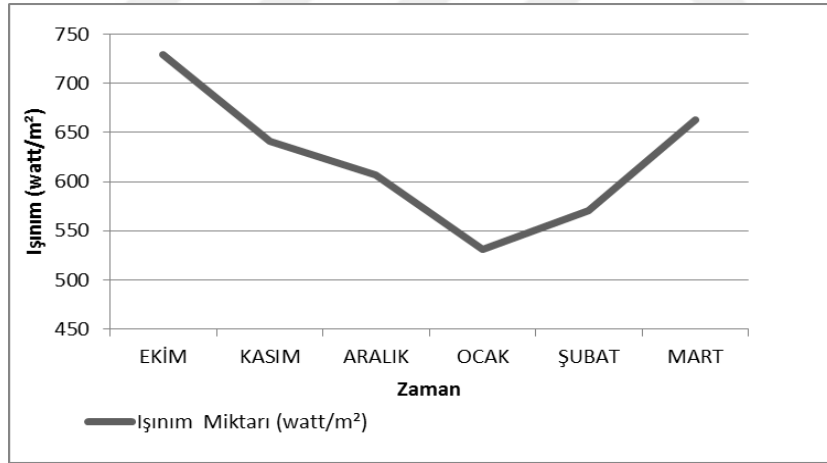


Şekil 4.5. Altı aylık toplam güç üretilen güç sıcaklık ortalaması

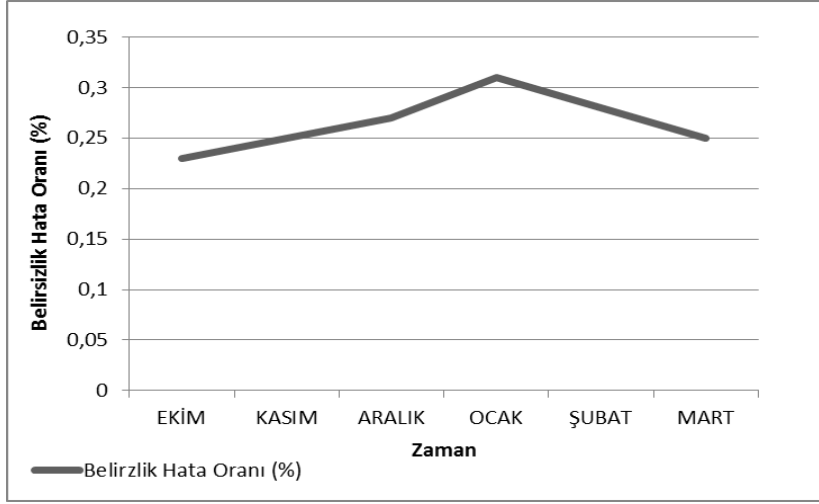


Şekil 4.6. Altı aylık işinimla oluşan toplam güç verim ortalaması

Altı aylık ortalama işinim değerleri şekil 4.7. de verilmiştir. Şekil 4.8. de ise belirsizlik hata analizinin aylık ortalama değerleri gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Aylık işinim ortalaması



Şekil 4.8. Belirsizlik hata analizi aylık ortalaması

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında altı ay boyunca yatayla 25° sabit açıda konumlanan ince film fotovoltaik panelin Mersin kış dönemi saha koşullarındaki performansı deneysel olarak araştırılmıştır.

Ekim 2014-Mart 2015 döneminde yapılan ölçümlerin neticesinde aylık ışınlam ortalamasının 530-730 w/m² olduğu belirlenmiştir. Ekim ayı altı aylık dönemde ışınlam değerinin en yüksek olduğu aydır. Ekim ayı ortalaması 730 w/m² değerindedir. Altı aylık ölçüm döneminde en düşük ışınlam değeri 530 w/m² olarak ocak ayına aittir. Ekim-ocak döneminde düşmeye başlayan ışınlam değeri ocak-mart döneminde artmaya başlamıştır. Işınlam değerinin bu değerlerde olmasının en önemli nedeni kış döneminin genelde daha kapalı, bulutlu ve yağışlı geçmesidir. Ölçümler gün içerisinde 09:00-15:00 arasında yapıldığı için ölçüm yapılan her gün güneşlenme saatleri içerisinde yer almıştır.

Fotovoltaik panelin ürettiği ortalama güç 55-75 w arasındadır. Ölçüm yapılan ayların ortalamaları göz önünde bulundurulduğunda en yüksek ortalama 75 watt ile ekim ayına aittir. En düşük ortalama güç değeri ise 55 w olarak ocak ayına aittir. Güç çıktısı ekim-ocak ayına düşmeye başlayıp ocak-mart ayında yeniden yükselişe geçmiştir. Fotovoltaik panellerin performansının en önemli belirleyici etkeni güneş ışınlam değeridir. Yapılan ölçümler sonucu ışınlam değerinin artmasıyla panel tarafından üretilen güç değerinin de arttığı belirlenmiştir. Ancak bu artış lineer bir artış değildir.

Ölçümlerde kullanılan fotovoltaik panelin verimi katalog değerinde % 8.25 olarak verilmiştir. Ekim-mart döneminde yapılan ölçümler sonucunda verim % 6.24-6.55 arasında değişmektedir. Panelin test yapıldığı koşullar ile gerçek atmosferik koşullar arasında farklar bulunmaktadır. Atmosferik koşullar panelin güç üretim potansiyelini düşürmektedir. Güç üretim potansiyelinin düşmesine ilaveten kış aylarındaki düşük ışınlam değerleri, rüzgar, bulutlanma, yağışlar ve neticesinde

panellerin aşırı kirlenmesi de verimi düşüren faktörlerdir. Ölçüm yapılan aylar içerisinde en verimli ay ekim ayı olarak belirlenmiştir. Ekim ayında % 6.55 belirlenen panel verimi ocak ayında ise % 6.24 olmuştur. Işınım değeri verim değişimlerinde önemli rol oynar. Işınım değerinin verim üzerindeki etkisi lineer değildir. Işınım ile beraber rüzgâr faktörü ve panelin altı aylık sürede konumunun sabit olması verimi düşürmektedir.

Güneş enerjisi yatırımlarında yapılan maliyet ve kapasite hesaplarının katalog değerleri ile yapılması ciddi hataları beraberinde getirecektir. Özellikle kış aylarındaki çalışma verimi en düşük seviyelere ulaşacaktır. Yılın yarısına karşılık gelen altı aylık sürede yapılan ölçümler sonucunda güneş panelinin gerçek verimi katalog değerinin % 20 oranında aşağısında kalmaktadır.

Deneysel yöntemle elde edilen verilerin belirsizlik hata analizi değeri en düşük %0.2 en yüksek %0.4 değerindedir. Ortalama değer ise % 0.23 ile % 0,31 arasındadır. Ölçülen büyüklüğün sayısal değeri arttıkça belirsizliğin azaldığı belirlenmiştir.

5.2 ÖNERİLER

Güneş enerjisi yatırımlarında panelin katalog değerleri ile üretim ve maliyet hesabı yapılmaması gerekmektedir. Gerçek çalışma koşullarında kayıpların olduğu ve özellikle kış aylarında panelin üretim gücünün ve veriminin ciddi şekilde düştüğü bilinmelidir.

Üretimde kayıplara yol açan en önemli faktör atmosferik koşullardır. Yatırım yapılacak bölgenin ışınım değerleri, güneşlenme süreleri, yağış rejimi, tozlanma durumu, sıcaklık değerleri üretim potansiyelinin artması veya azalmasında önemli parametrelerdir. Arazi seçiminde tozlanmanın ve nemin düşük olduğu yerler tercih edilebilir. Mümkünse o bölgede ölçümler yapılmalıdır. Ayrıca panel seçimi yapılırken maliyetinin yanı sıra panelin verimi, alanı, ürettiği güç değeri göz önünde bulundurulmalıdır. Üretim değeri yüksek paneller daha az kurulum alanına ihtiyaç duyacağı için arazi maliyetini düşürecektir. Ayrıca çabuk ısınabilecek paneller tercih

edilmemelidir. Çünkü yüksek panel sıcaklığı panelin verimini düşürecektir. Panel ve malzeme seçiminde bilimsel verilere dayanarak seçimler yapılmalıdır. Panel ile kullanılan diğer elektronik ekipman seçiminde de hassas davranılmalıdır. Akım-gerilim çalışma aralığı birbirleriyle uyumlu ekipman seçilmelidir. Bağlantı kayıplarını azaltmak için kablo boyu, kablo kesiti çalışma aralığına uygun seçilmelidir. Mümkün olduğunca uzun kablo bağlantılarından kaçınılmalıdır. Yüksek çalışma performansı talep edilen yatırımlarda maliyeti ve kazanımı karşılaştırılarak güneş takip sistemi kullanılabilir. Güneşin yeryüzüne olan konumu ve mesafesi değişken olduğundan belirlenen yerleşim açısı yılın ancak bir bölümü için uygundur. Yaz aylarında olması gereken yerleşim açısı ile kış aylarında olması gereken yerleşim açısı arasında farklar bulunmaktadır. Güneş takip sistemi sürekli en uygun yerleşim açısında konumlanacağı için sistemin güç çıktısına olumlu katkısı olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] El Chaar, L., Lamont, L. A., El Zein, N. “Review of photovoltaic technologies”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15 (2011) 2165–2175, (2011).
- [2] Ohnishi, M., Takeoka, A., Nakano, S., Kuwano, Y. “Advanced photovoltaic Technologies and residential applications”, *Renewable Energy*, 6 (1995) 275-282, (1995).
- [3] Kosyachenko, L. A., Mykytyuk, T. I., Fodchuk, I. M., Maslyanchuk, Martinez, O. S., Perez, E. R., Mathew, X. “Electrical characteristics of thin-film CdS/CdMgTe heterostructure for tandem solar cells”, *Solar Energy*, 109 (2014) 144–152, (2014).
- [4] Deb, S. K. “Thin film solar cells: An overview”, *Renewable Energy*, 8(1996), 375-379, (1996).
- [5] Vasic, A., Vujisic, M., Stankovic, K., Osmokrovic, P. “Characterization of Thin films for solar cells and photodetectors and possibilities for improvement of solar cells characteristics”, *Solar Cells - Silicon Wafer-Based Technologies*, 3rd ed. (Editör: Kosyachenko, L. A.), Intech, C, Rijeka, 275-298, (2011)
- [6] Omura, K., Hanahusa, A., Arita, T., Higuchi, H., Aramoto, T., Nishio, T., Sibutani, S., Kumazawa, S., Murozono, M. “Recent technical advances in thin film CdS/CdTe solar cells”, *Renewable Energy*, 8 (1996), 405-409, (1996).
- [7] Gerbinet, S., Belboom, S., Léonard, A. “Life Cycle Analysis (LCA) of photovoltaic panels: A review”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38 (2014) 747–753, (2014).

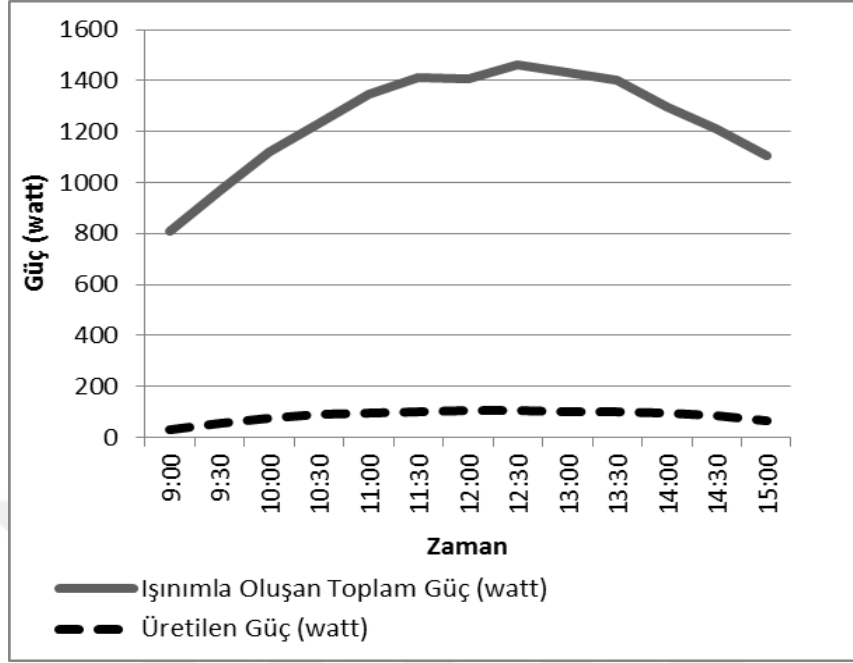
- [8] Hosenuzzaman, M., Rahim, N. A., Selvaraj, J., Hasanuzzaman, M., Malek, A. B. M. A., Nahar, A. “Global prospects, progress, policies, and environmental impact of solar photovoltaic power generation”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 41 (2015) 284–297, (2015).
- [9] Çelik, A. N. “Present status of photovoltaic energy in Turkey and life cycle techno-economic analysis of a grid-connected photovoltaic-house”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 10 (2006) 370–387, (2006).
- [10] Thenevard, D. and Pelland, S. “Estimating the uncertainty in long-term photovoltaic yield predictions”, *Solar Energy*, 91 (2013) 432–445, (2011).
- [11] Celik, A. N. “Effect of different load profiles on the loss-of-load probability of stand-alone photovoltaic systems”, *Renewable Energy* 32 (2007) 2096–2115, (2007).
- [12] Sarioğlu, G., Eke, R., “Çok kristalli silisyum (mc-Si) bir fotovoltaik modülün kısmi gölgelenme altında parametrelerinin incelenmesi”, *SDU Journal of Science (E-Journal)*, 2012, 7 (2):123-140, (2012).
- [13] Skoplaki, E., Palyvos, J. A. “Operating temperature of photovoltaic modules: A survey of pertinent correlations”, *Renewable Energy* 34 (2009) 23–29, (2009).
- [14] Dubey, S., Sarvaiya J. N. and Seshadri B. “Temperature Dependent Photovoltaic (PV) Efficiency and Its Effect on PV Production in the World A Review”, *Energy Procedia*, 33 (2013) 311 – 321, (2012).
- [15] Skoplaki, E., Palyvos, J. A. “On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations”, *Solar Energy* 83 (2009) 614–624, (2009).

- [16] Mavromatakis, F., Kavoussanaki, E., Vignola, F., Franghiadakis, Y. “Measuring and estimating the temperature of photovoltaic modules”, *Solar Energy* 110 (2014) 656–666, (2014).
- [17] Emery, K. and Osterwald C. “Measurement of photovoltaic device current as a function of voltage, temperature, intensity and spectrum”, *Solar Cells*, 21 (1987) 313 - 327, (1986).
- [18] Sabounchi, A. M. A. “Effect of ambient temperature on the demanded energy of solar cells at different inclinations”, *Renewable Energy*, PII: S0960-1481 (98) 00061-5, (1998).
- [19] Yadav, A. K., Chandel, S., S. “Tilt angle optimization to maximize incident solar radiation: A review”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 23(2013)503–513, (2013).
- [20] Bakırcı, K. “General models for optimum tilt angles of solar panels: Turkey case study”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16 (2012) 6149–6159, (2012).
- [21] Akpek, A., “Investigation of Variations in Collection Efficiency of Photovoltaic Panels”, *Gaziantep Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 53 s., (2005).
- [22] Jubayer, C. M. And Hangan, H. “Numerical simulation of wind effects on a stand-alone ground mounted photovoltaic system”, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 134(2014)56–64, (2014).
- [23] Ogedengbe, A., A., Hangan, H., Siddiqui, K. “Experimental investigation of wind effects on a standalone photovoltaic (PV) module”, *Renewable Energy*, 78 (2015) 657e665, (2015).

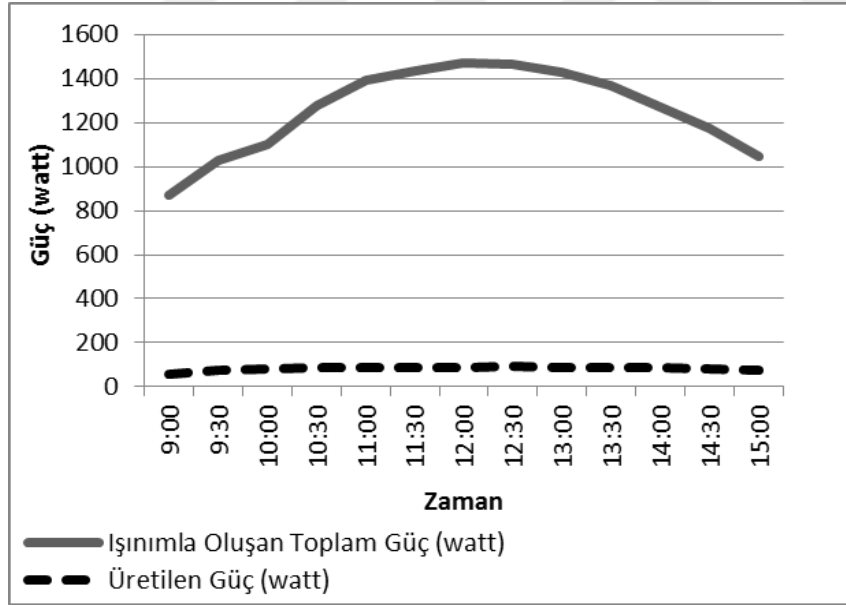
- [24] Andrews, R. W., Pollard, A., Pearce, J., M. “The effects of snowfall on solar photovoltaic performance”, *Solar Energy*, 92 (2013) 84–97, (2013).
- [25] Mejisa, F., Kleissl, J. And Bosch, J. L. “The effect of dust on solar photovoltaic systems”, *Energy Procedia*, 49 (2014) 2370 – 2376, (2013).
- [26] Rao, A., Pillai, R., Ramamurthy, P. “Influence of dust deposition on photovoltaic panel performance”, *Energy Procedia* 54 (2014) 690 – 700, (2014).
- [27] Ghani, F., Rosengarten, G., Duke, M., and Carson, J. K. “The numerical calculation of single-diode solar-cell modelling parameters”, *Renewable Energy* 72 (2014) 105-112, (2014).
- [28] Khezzar, R, Zereg, M., Khezzar, A. “Modeling improvement of the four parameter model for photovoltaic modules” , *Solar Energy*, 110 (2014) 452–462, (2014).
- [29] Amrouche, B. “Improvement and experimental validation of a simple behavioural model for photovoltaic modules”, *Solar Energy Materials&Solar Cells*,128 (2014) 204–214, (2014).
- [30] Celik, A. N. and Acikgoz, N. “Modelling and experimental verification of the operating current of mono-crystalline photovoltaic modules using four- and five-parameter models”, *Applied Energy*, 84 (2007) 1-15, (2006).
- [31] Özçalık, H. R., Yılmaz, Ş. and Kılıç E. “Güneş Pilinin Bir Diyotlu Eşdeğer Devre Yardımıyla Matematiksel Modelinin Çıkarılması ve Parametrelerinin İncelenmesi”, *KSU Journal of Engineering Sciences*, 16(1), (2013).
- [32] Kaplan, Z., “Fotovoltaik Sistem Tasarımı”, *Dumlupınar Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi*, 62 s., (2012).

- [33] Habbati, B., Ramdani, Y., Moulay, F., “A detailed modeling of photovoltaic module using matlab”, *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics* (2014) 3, 53–61, (2014).
- [34] Tsai H. L. “Insolation-oriented model of photovoltaic module using Matlab/Simulink”, *Solar Energy* 84 (2010) 1318–1326, (2010).
- [35] Eke, R. and Oktik Ş. “Muğla iklim koşullarına AS1206 tek kristal silisyum (m-Si) fotovoltaik modülün seri ve paralel direnç değerlerinin mevsimsel olarak değişimi”, *Çankaya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Journal of Arts and Sciences Sayı: 7*, (2007).
- [36] Aydın, M., “Fotovoltaik Sistem Güç Karakteristiklerinin Deneysel Yöntemle Belirlenmesi”, *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 74 s., (2006).
- [37] Yaşar, O., “Kütahya Koşullarında Fotovoltaik Sistemin Deneysel İncelenmesi ve Ekonomik analizi”, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 86 s., (2006).
- [38] Kline, S. J. and F. A. McClintock. “Describing Uncertainties in Single-Sample Experiments”, *Mechanical Engineering*, 75 (1953) 3-8, (1953).
- [39] Keb, S. “Recent developments in high efficiency photovoltaic cells”, *Renewable Energy*, 15 (1998) 467-472, (1998).
- [40] Zan, B., “Bir Fotovoltaik Sistemden Optimal Gücün Sağlanması”, *Kırıkkale Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 68 s., (2006).
- [41] Bientz, R.S., Cab, L. O. R. and Rodriguez L. E. S. “Developing a mobile stand alone photovoltaic generator”, *Energy Conversion and Management*, 47 (2006) 2948–2960, (2006).

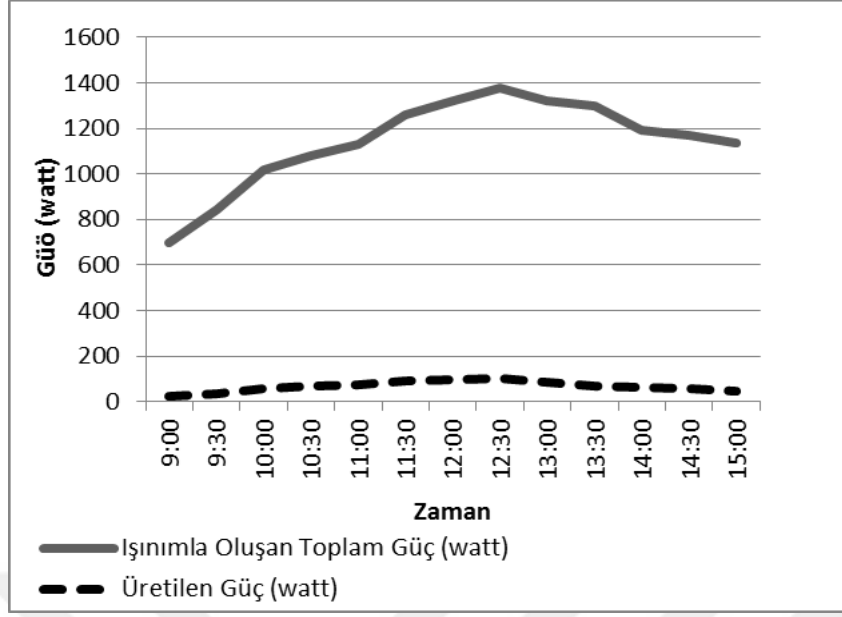
EK 1



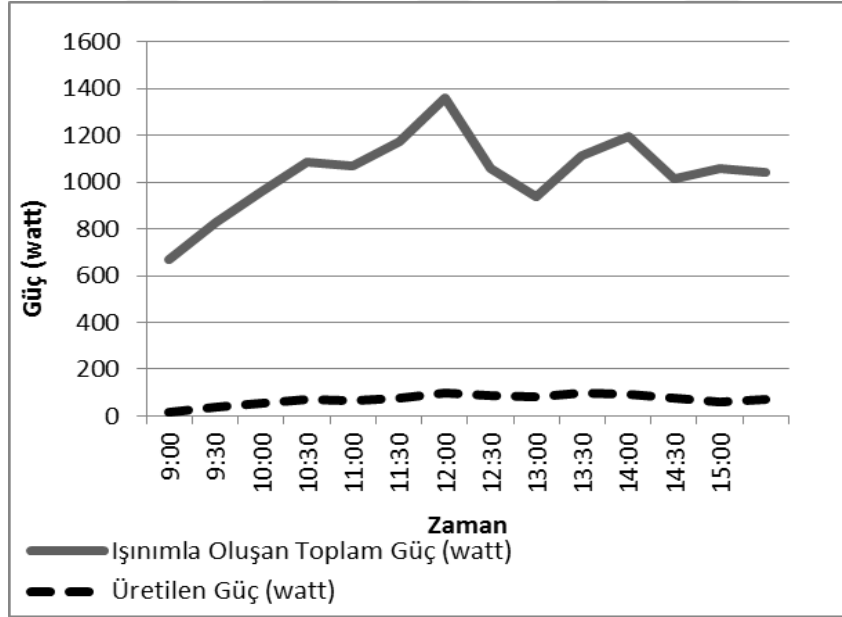
1 Ekim 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



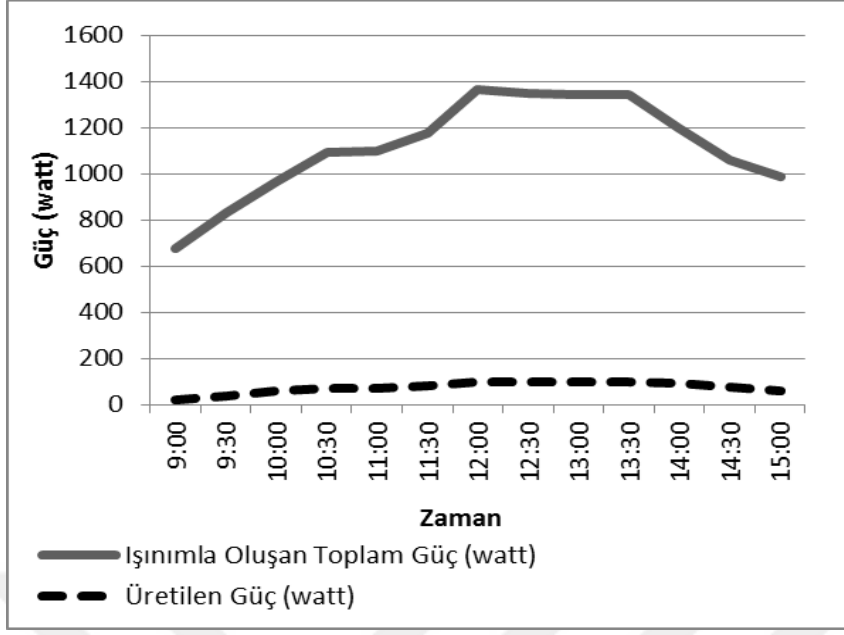
2 Ekim 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



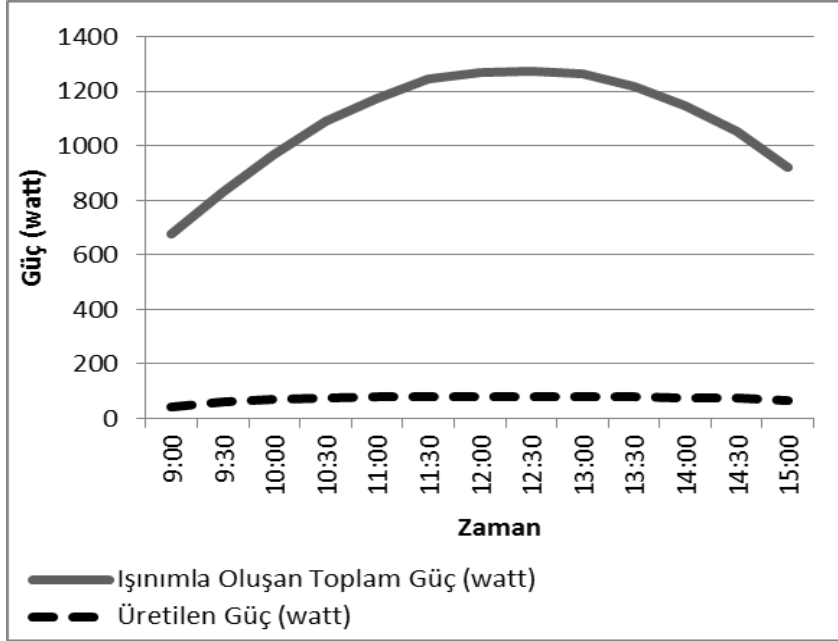
8 Ekim 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



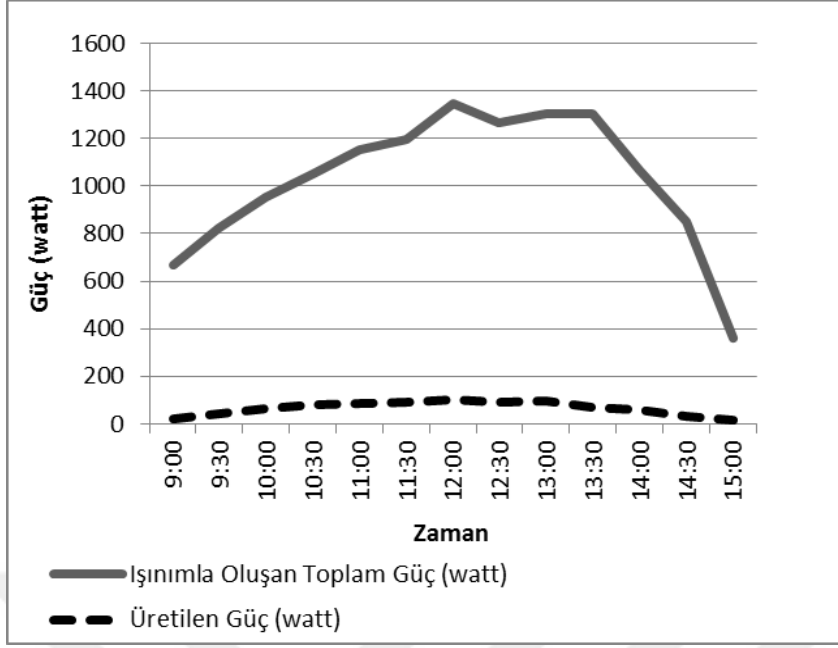
9 Ekim 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



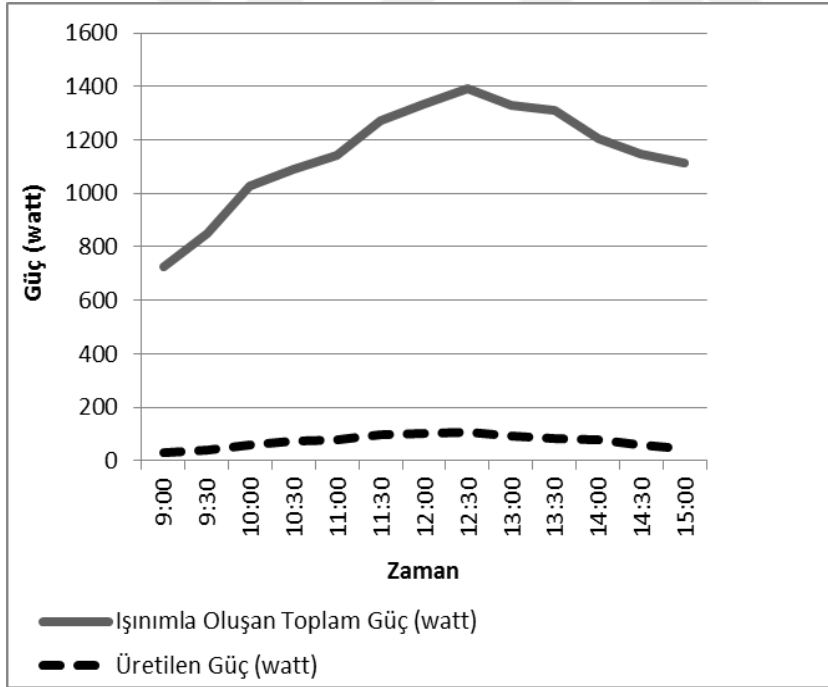
17 Ekim 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



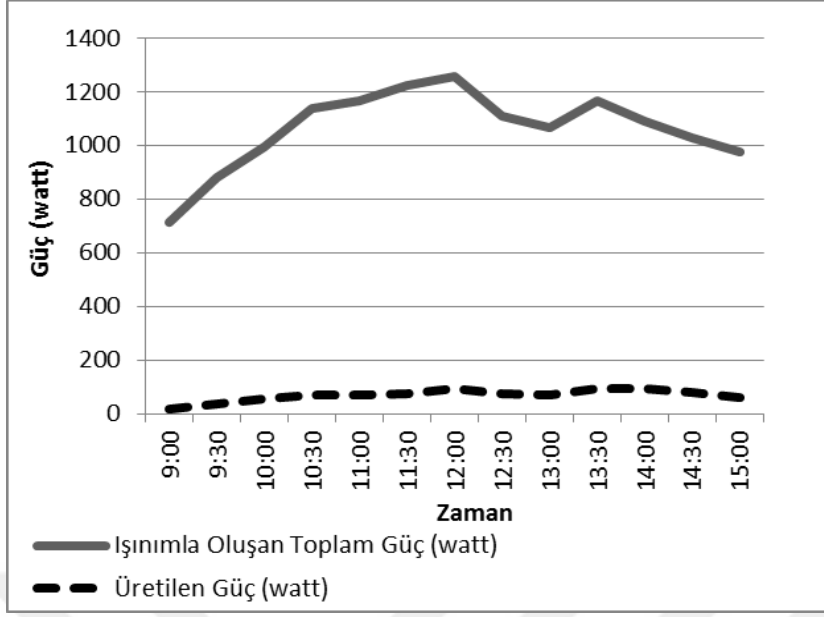
21 Ekim 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



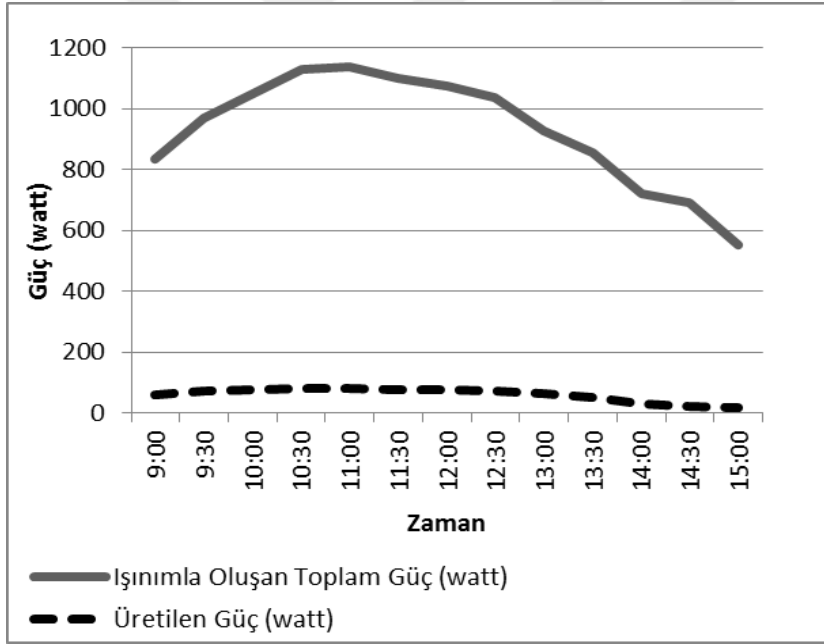
22 Ekim 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



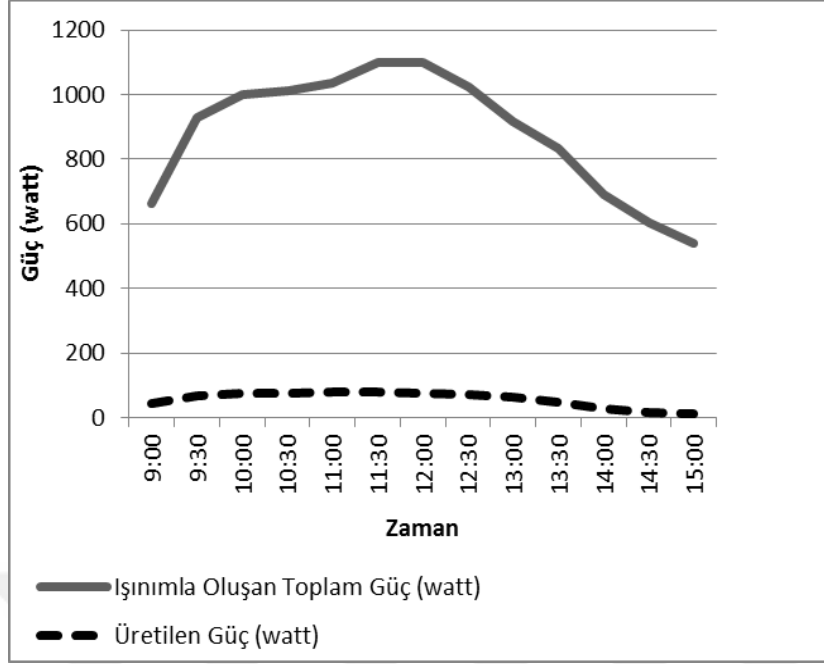
3 Kasım 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



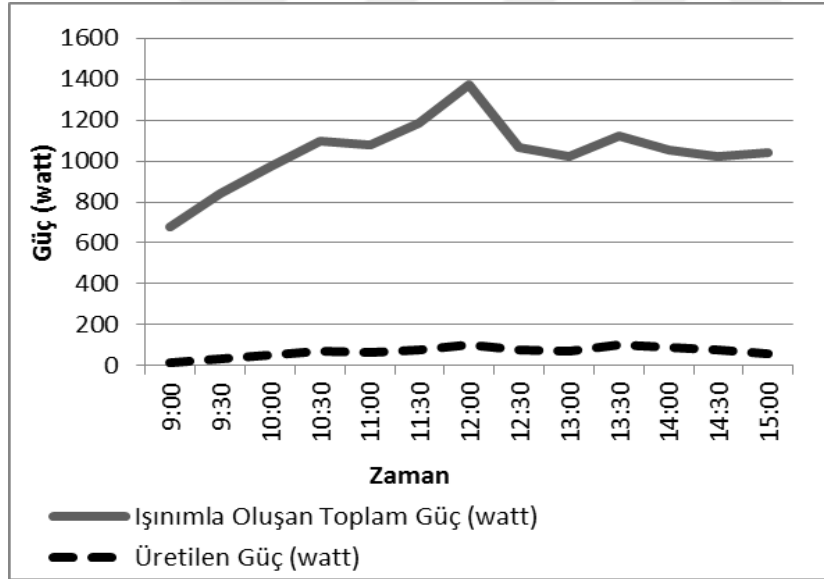
4 Kasım 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



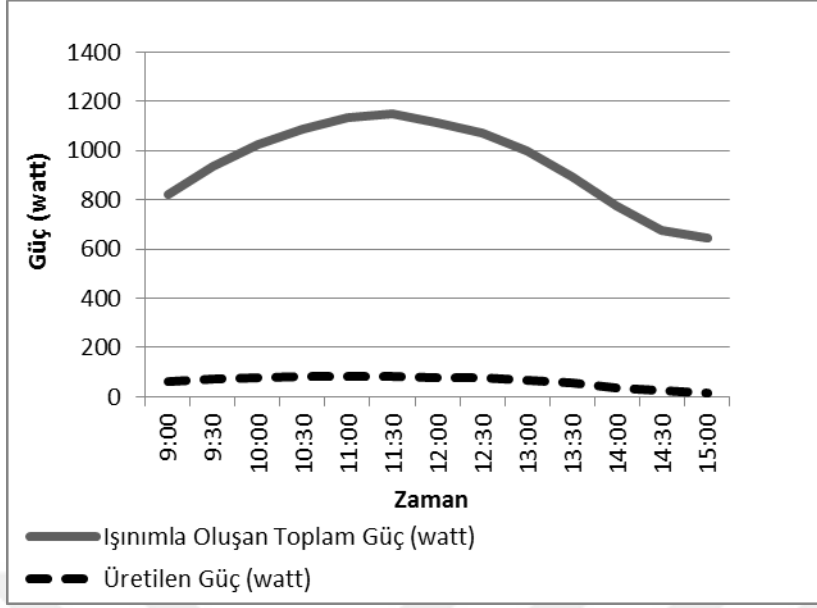
11 Kasım 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



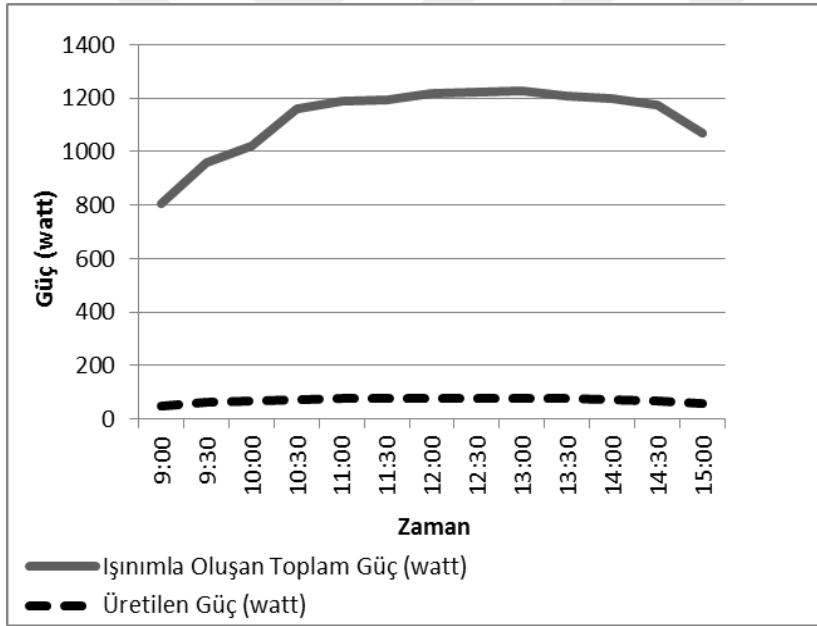
12 Kasım 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



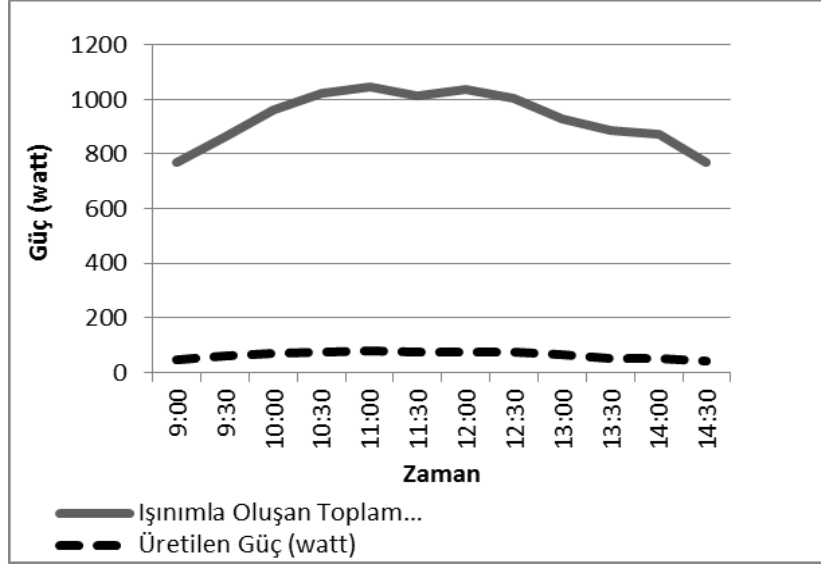
18 Kasım 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



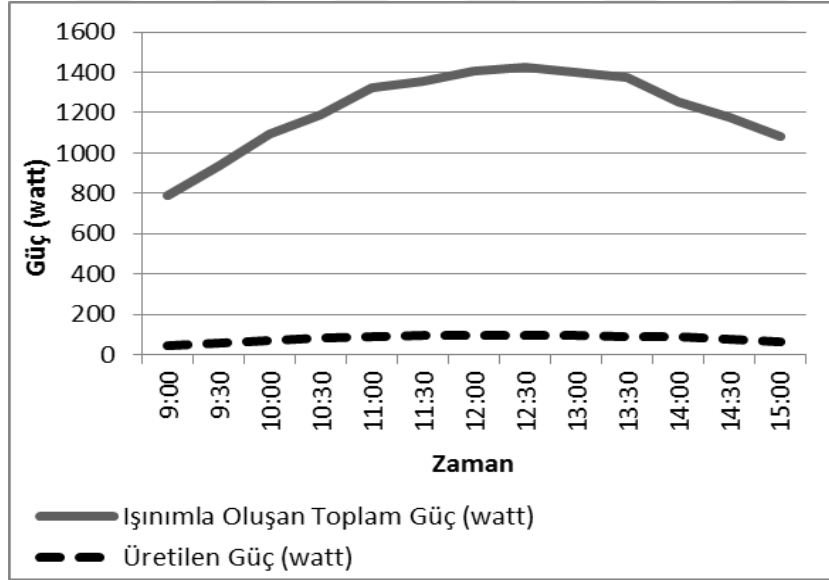
20 Kasım 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



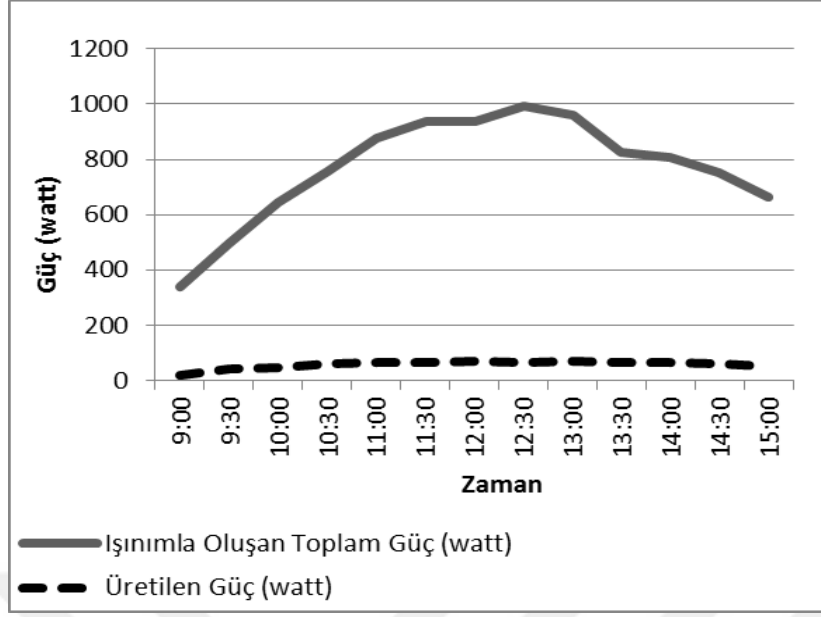
24 Kasım 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



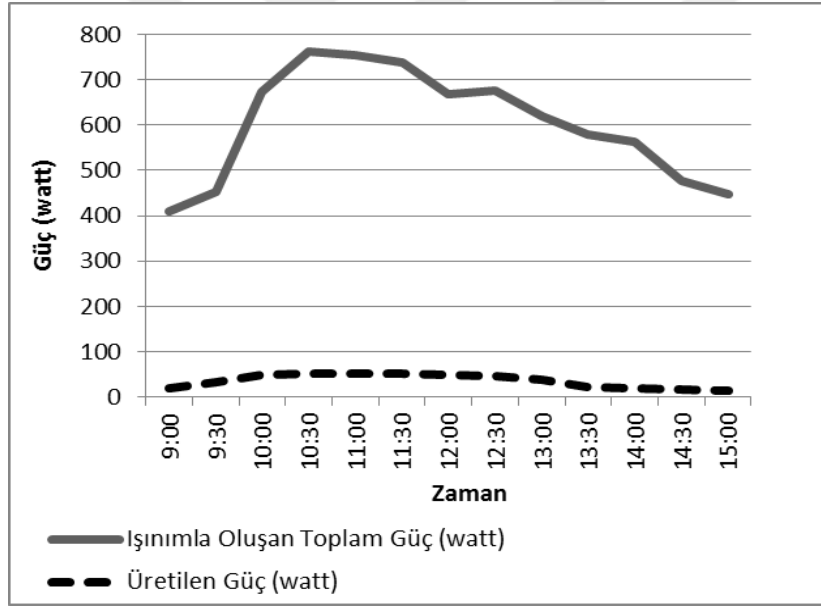
27 Kasım 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



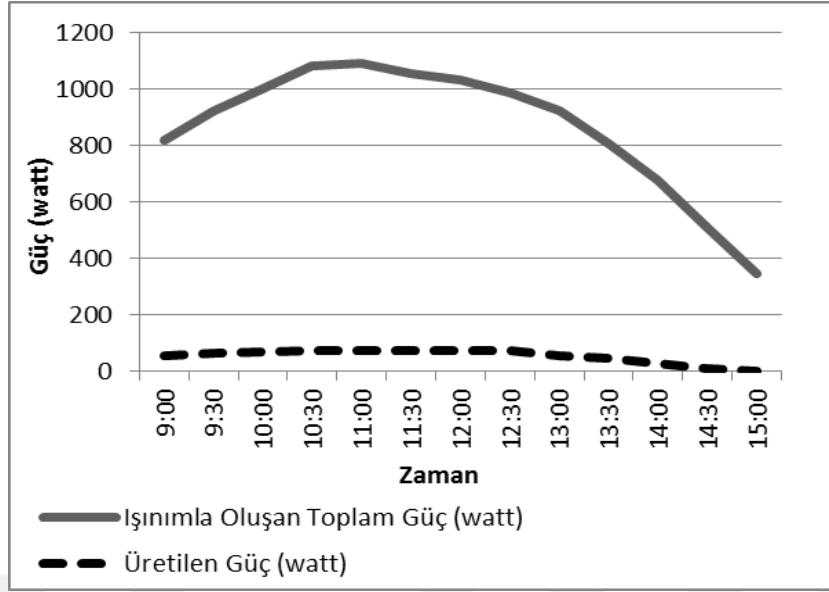
1 Aralık 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



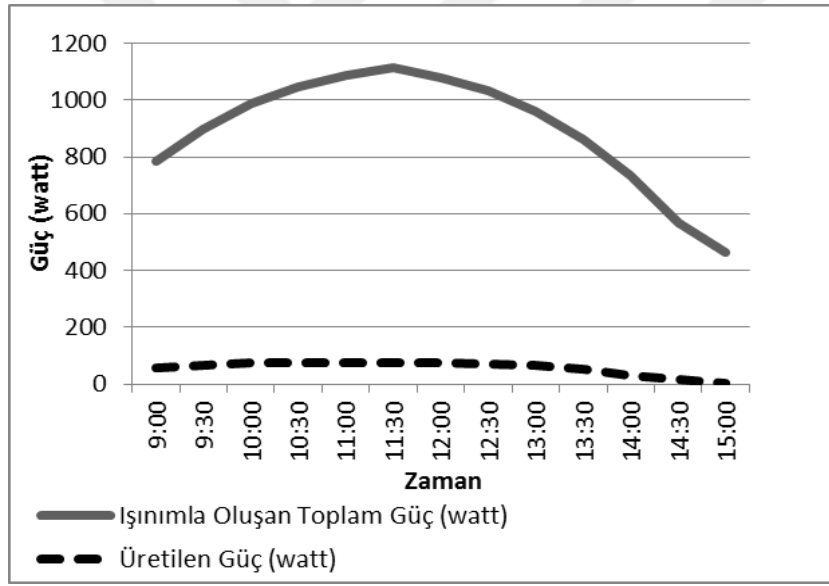
2 Aralık 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



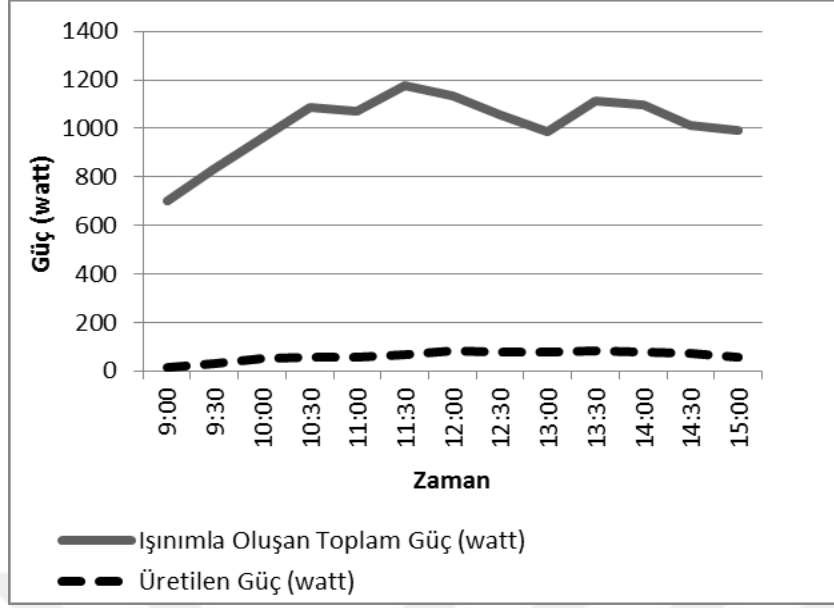
9 Aralık 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



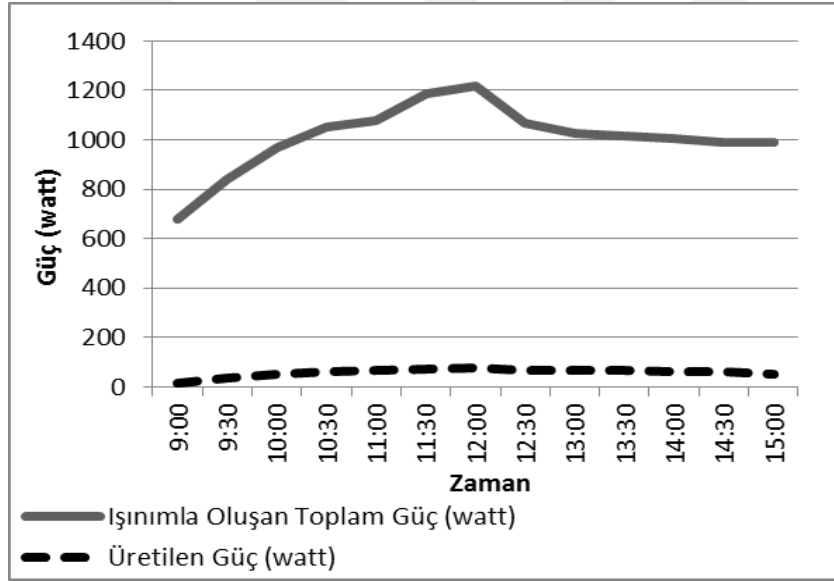
10 Aralık 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



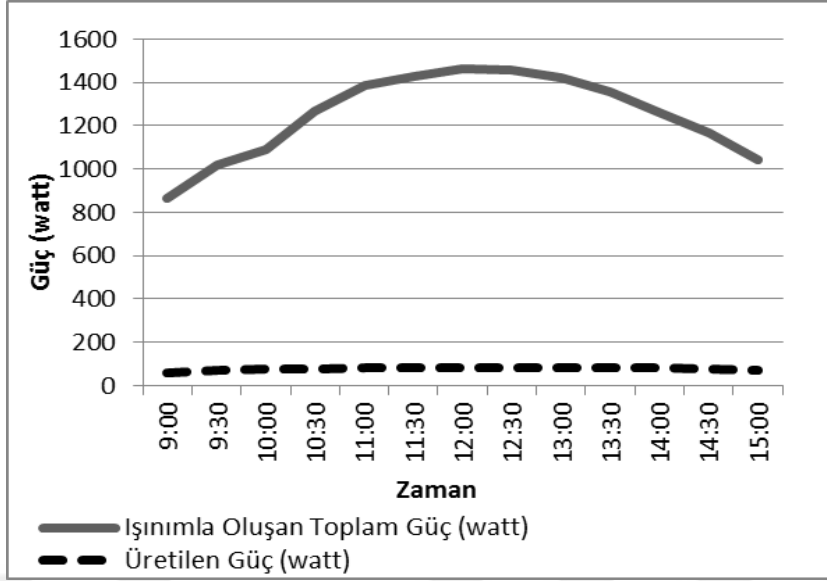
15 Aralık 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



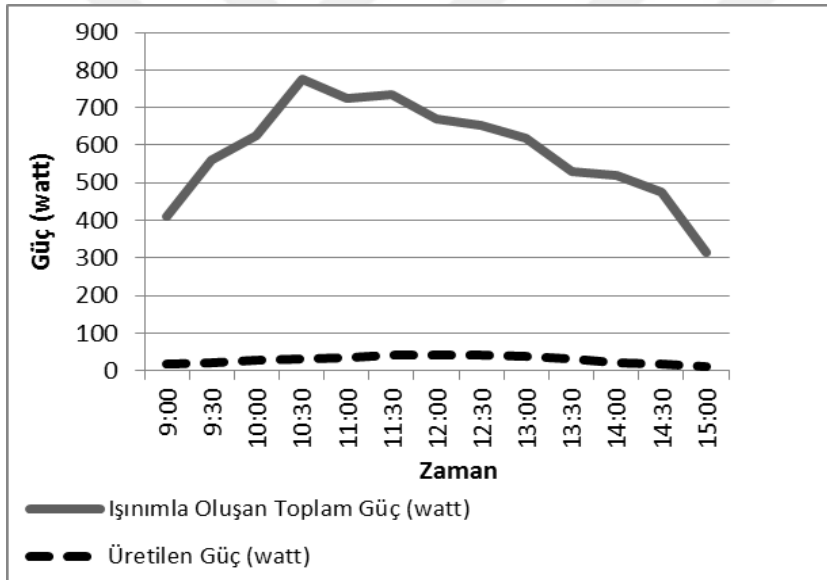
16 Aralık 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



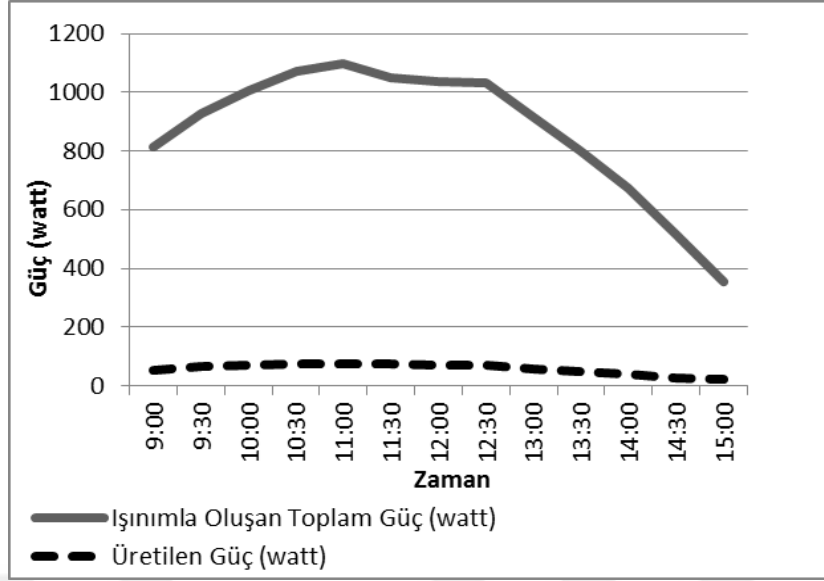
23 Aralık 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



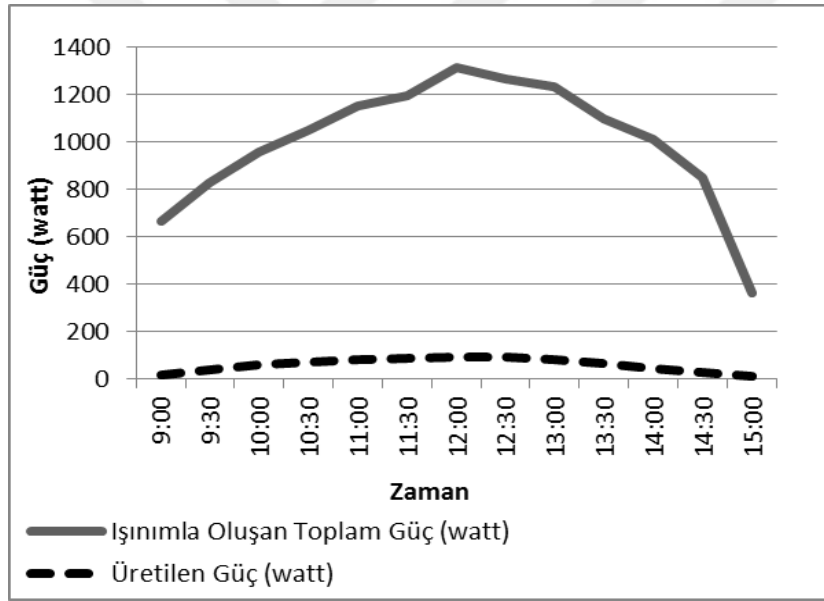
27 Aralık 2014 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



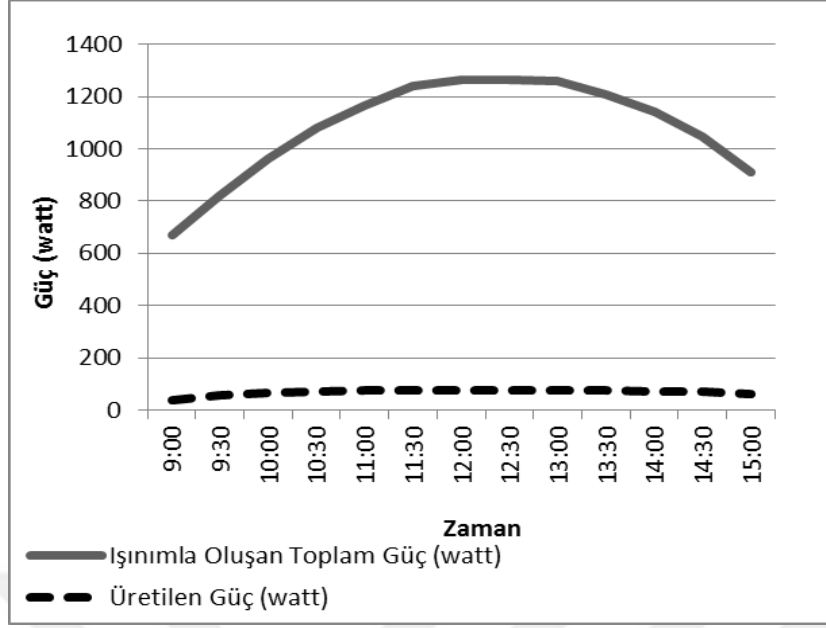
5 Ocak 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



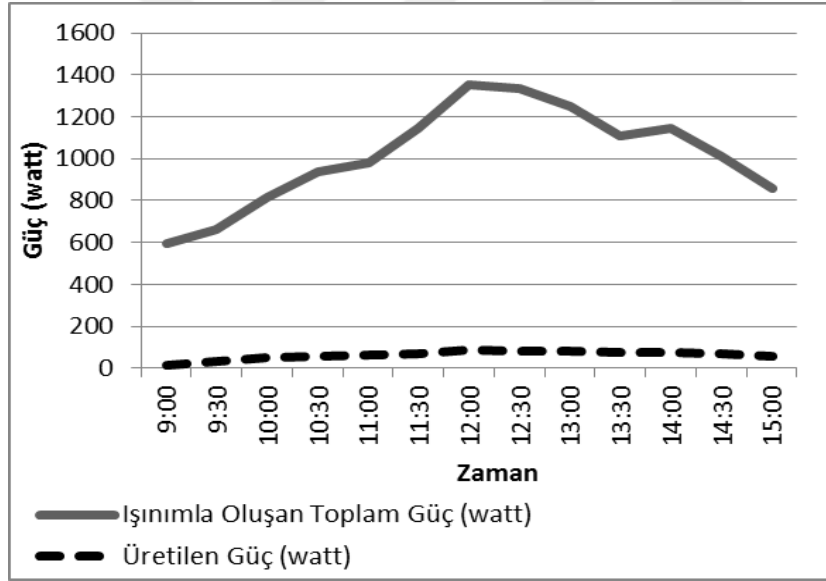
6 Ocak 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



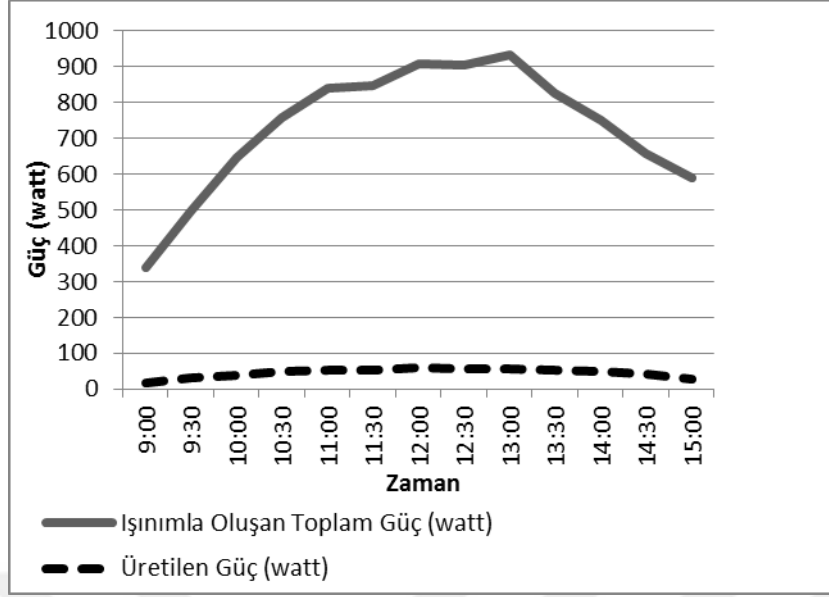
12 Ocak 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



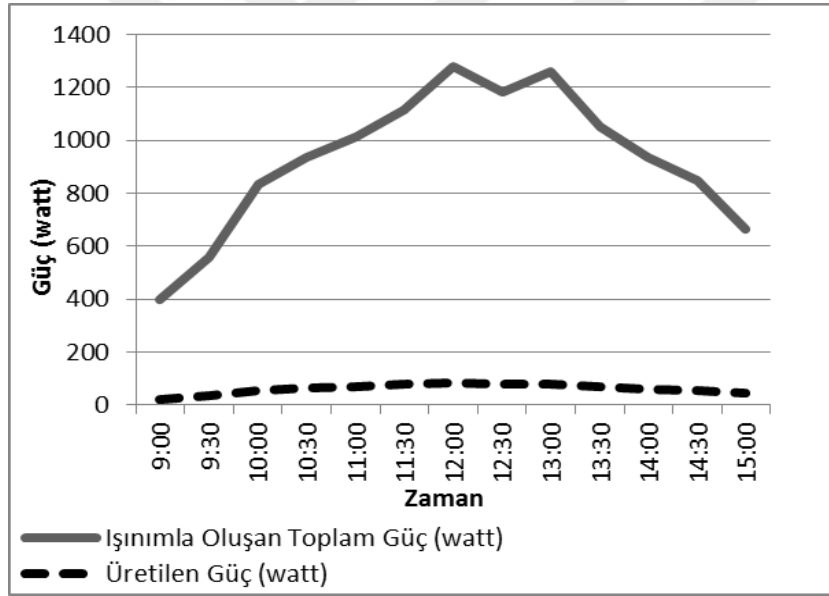
13 Ocak 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



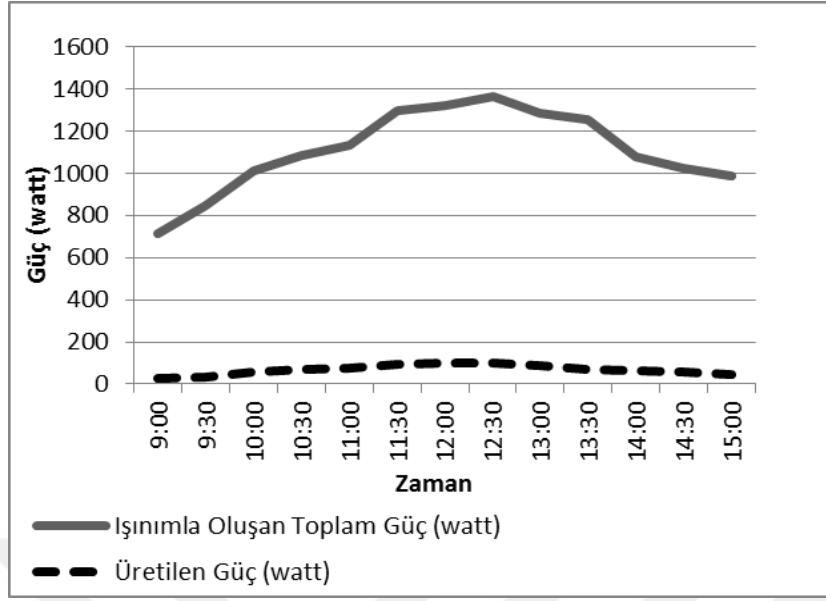
19 Ocak 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



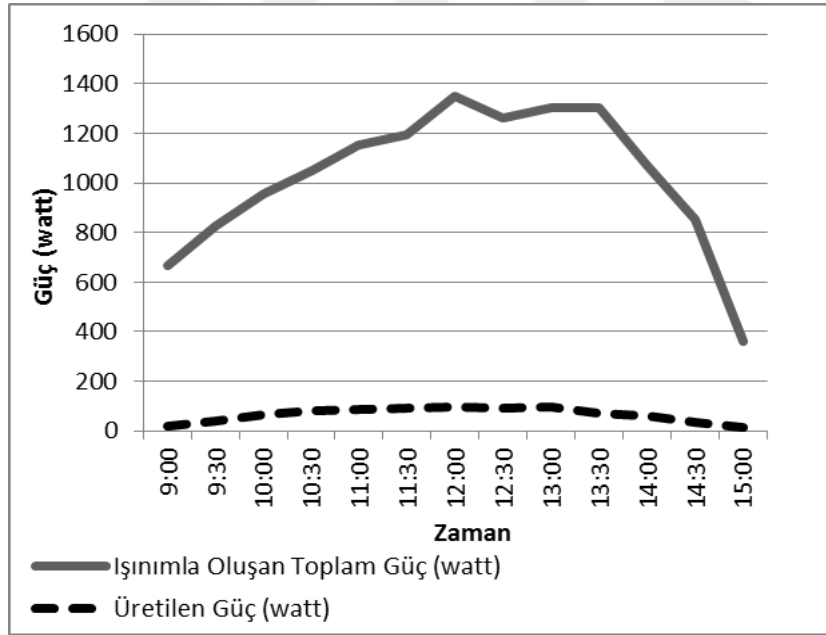
26 Ocak 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



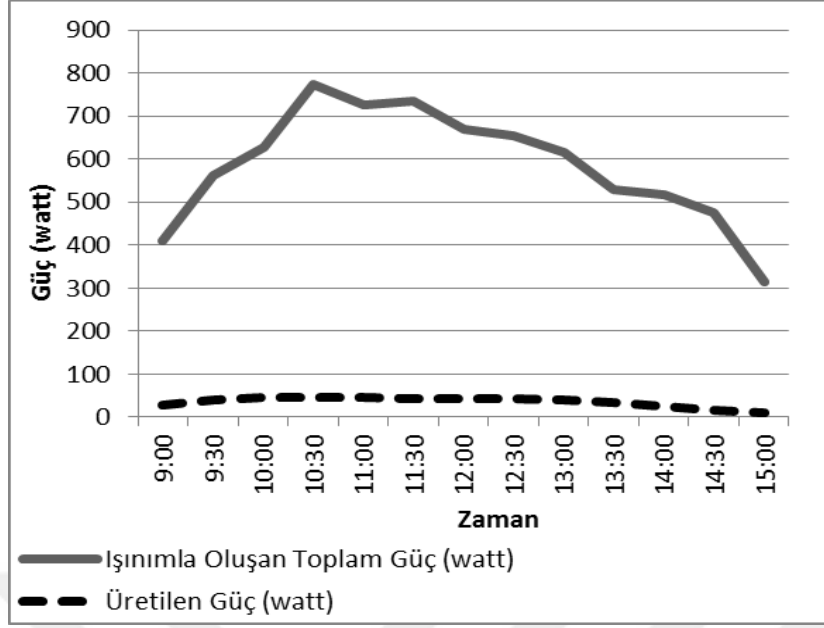
28 Ocak 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



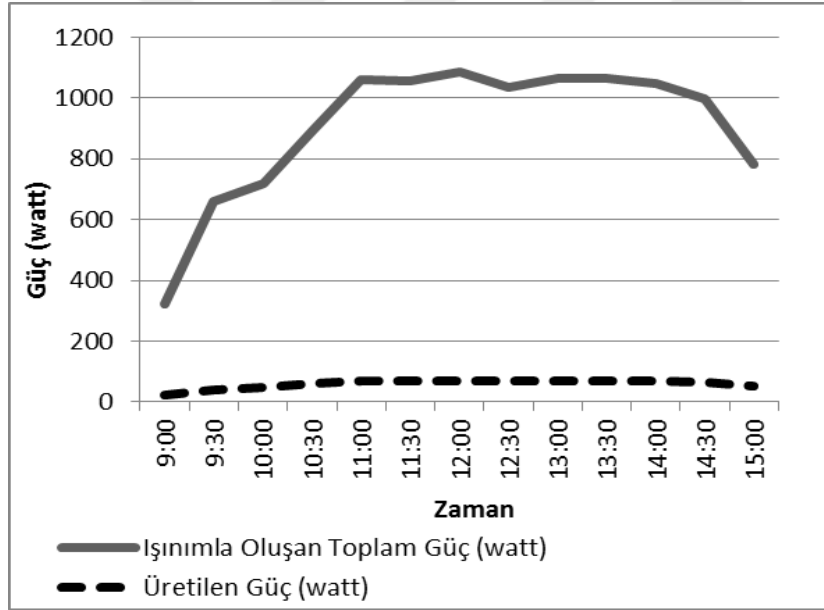
2 Şubat 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



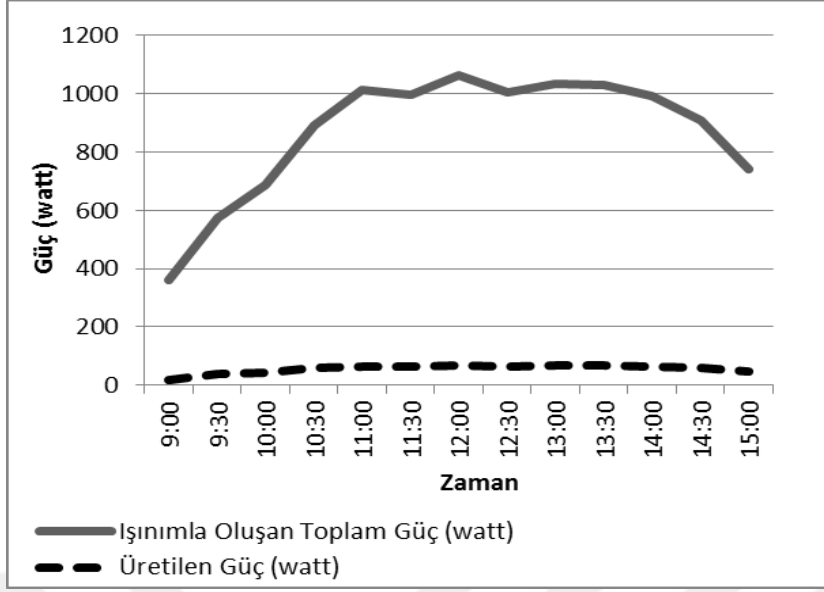
5 Şubat 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



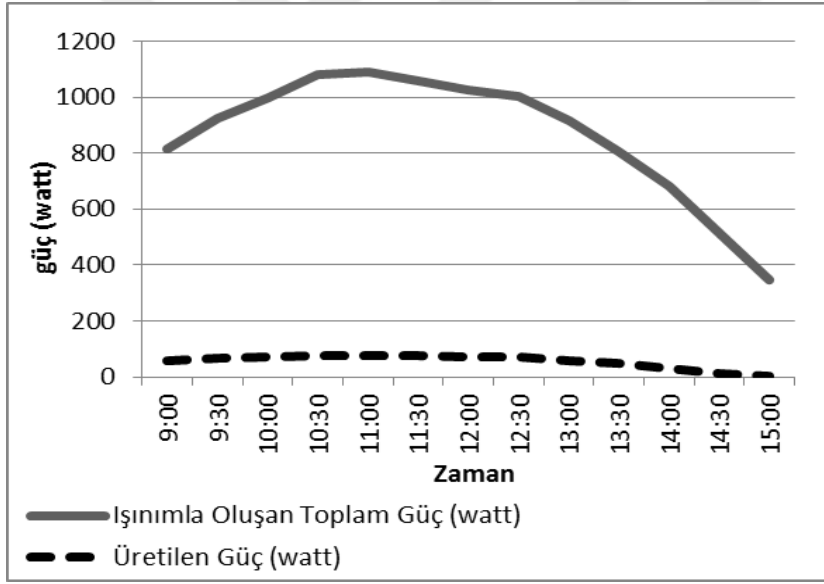
11 Şubat 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



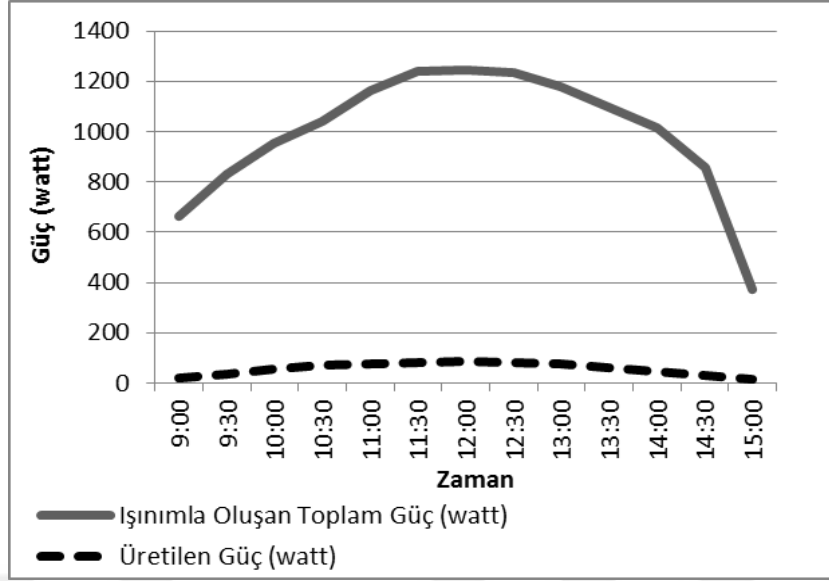
13 Şubat 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



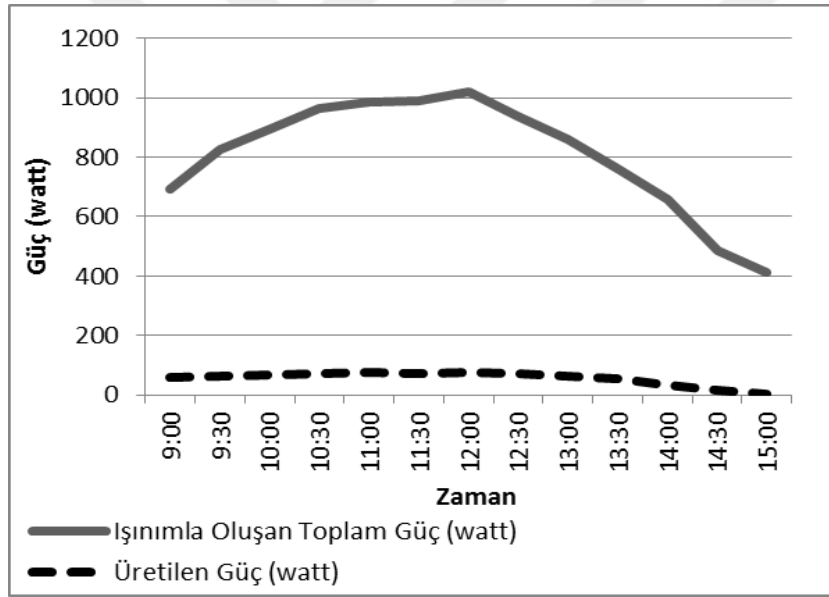
16 Şubat 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



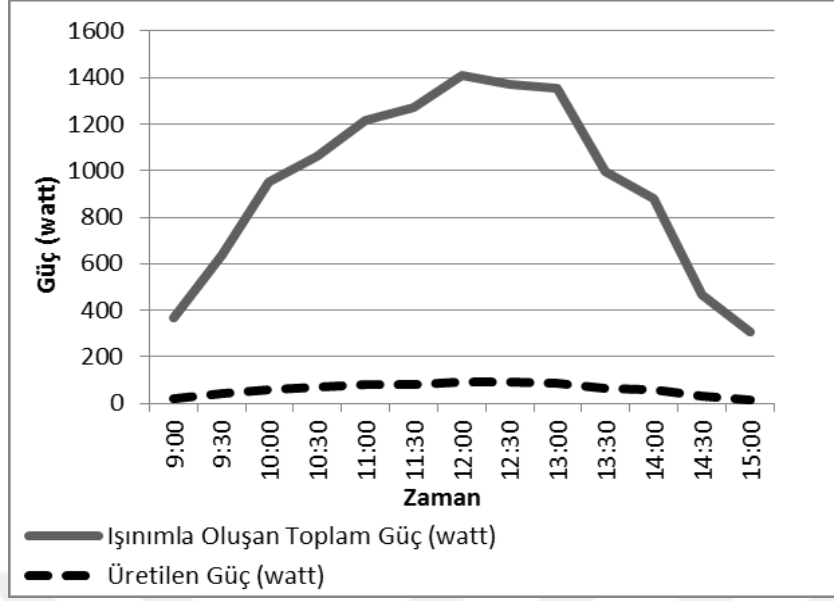
18 Şubat 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



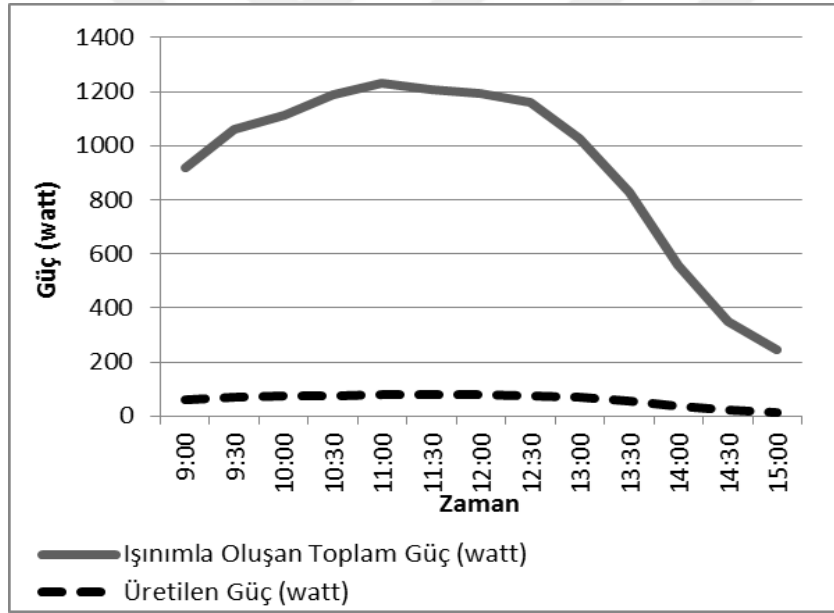
25 Şubat 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



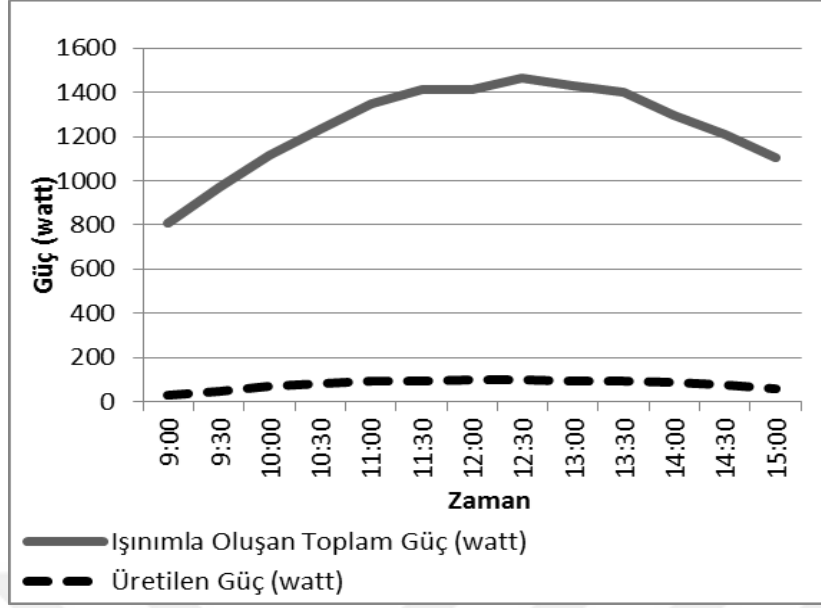
26 Şubat 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



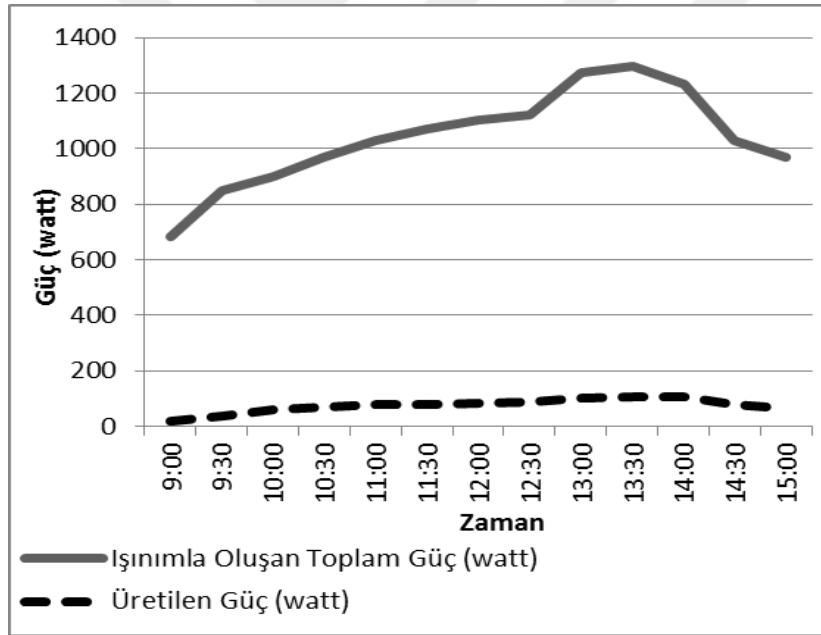
3 Mart 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



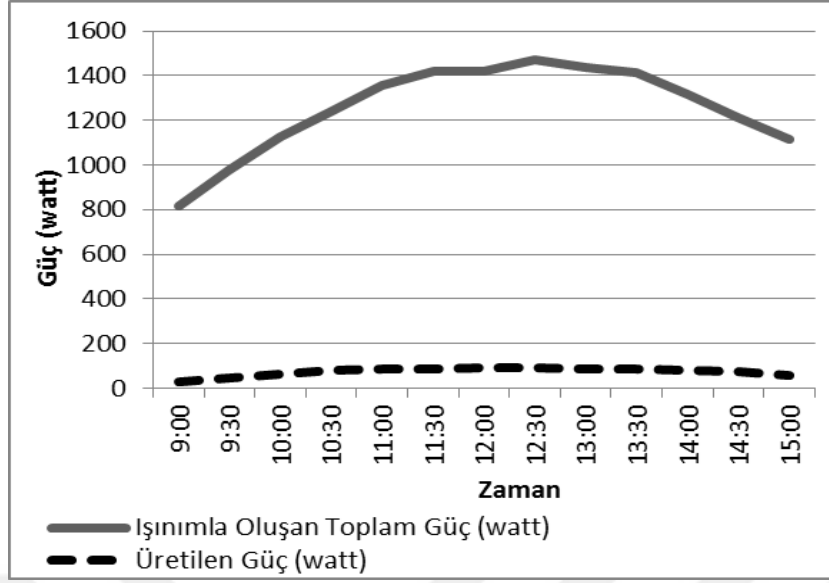
4 Mart 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



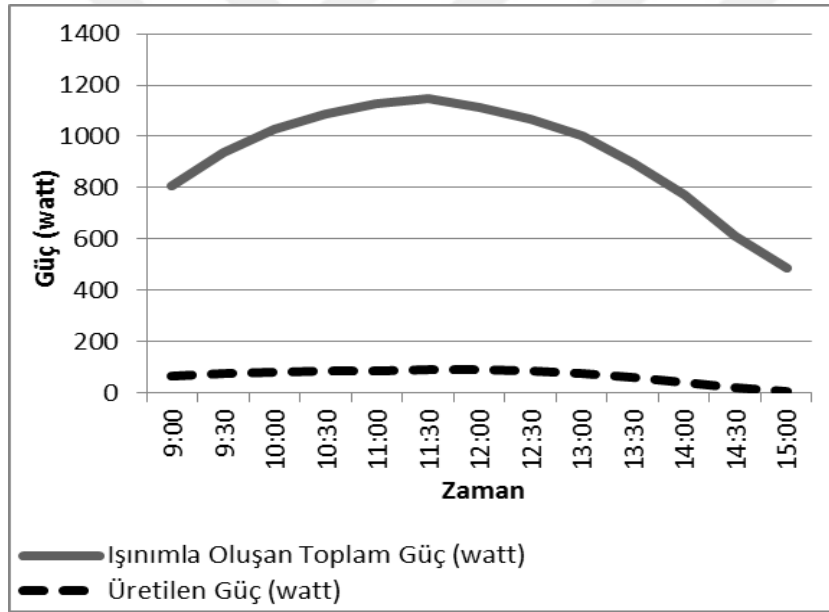
10 Mart 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



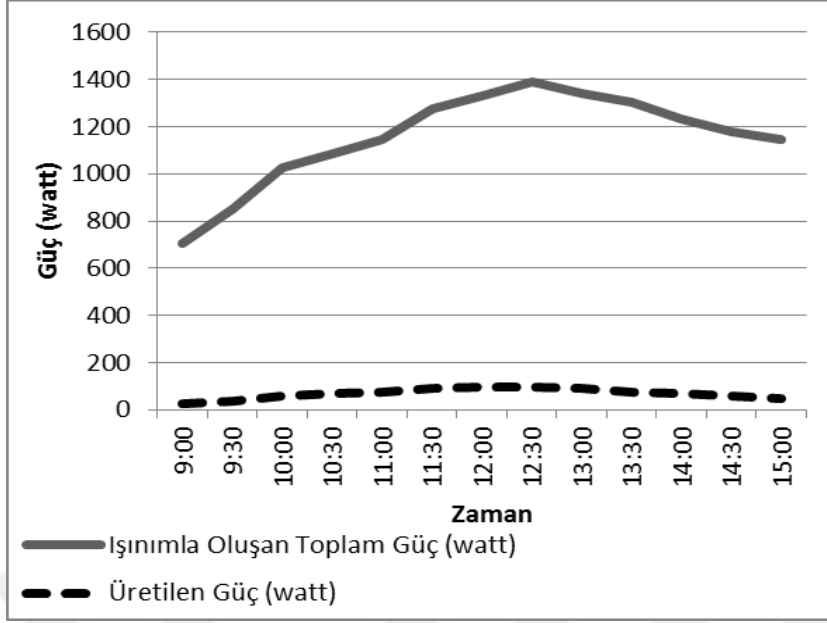
12 Mart 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



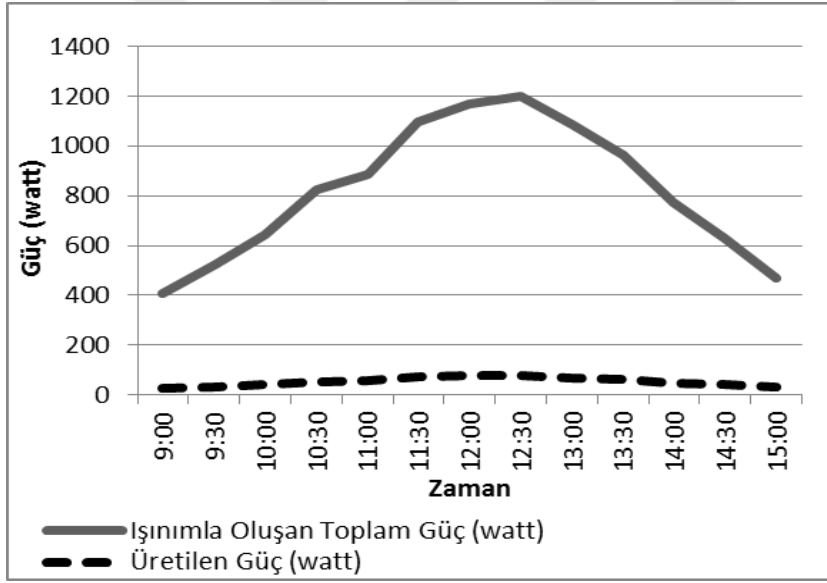
18 Mart 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



19 Mart 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



23 Mart 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi



24 Mart 2015 tarihli toplam güç ve üretilen güç ilişkisi

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Selçuk ÖZEL

Doğum Tarihi: 10/03/1980

Öğrenim Durumu: Yüksek Lisans

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise	Fen-Matematik	Kenan Evren Anadolu Lis.	1994-1998
Lisans	Gemi İnş. Gemi Mak. Müh.	Yıldız Teknik Üniversitesi	1998-2005
Yüksek Lisans	Makine Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2012-2015