



T.C.

İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ

**GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMİNDE METEOROLOJİK PARAMETRELERİN
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ETHEM BAHADIR BATMAZ

176301135

Danışman: Prof. Dr. Osman YILDIRIM

İstanbul, 2018



T.C.

İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ

**GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMİNDE METEOROLOJİK PARAMETRELERİN
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ethem Bahadır Batmaz

YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMİNDE METEOROLOJİK PARAMETRELERİN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmanın içinde kullandıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

19.07.2018

Ethem Bahadır Batmaz

ONAY

Tezimin/ kağıt ve elektronik kopyalarının İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezim/Raporum sadece İstanbul Arel yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- Tezimin/Raporumun 5 yıl erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

19.07.2018

Ethem Bahadır Batmaz

ÖZET

GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMİNDE METEOROLOJİK PARAMETRELERİN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Ethem Bahadır Batmaz

Yüksek Lisans Tezi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği

Danışman: Prof. Dr. Osman YILDIRIM

Ağustos, 2018- Sayfa

Günümüzde yenilenebilir enerji kaynakları hem bir ihtiyaç hem de bir gereklilik olmuştur. Yenilenebilir enerji; kolay erişilebilen bir kaynak olması, hiç tükenmeyen özelliğinin olması ve elde etme maliyetlerinin düşük olması nedeniyle ihtiyacı karşılayabilir hale gelmiştir. Diğer yandan doğayı kirletmeden ve tüketmeden insanların yaşayabilmesi için bir gereklilik haline gelmiştir. Bu nedenle, tez çalışmasında güneş enerji sistemlerine katkı amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasında, güneş enerji sistemlerine ilişkin bir inceleme yapılmış ve kurulan meteorolojik mini veri istasyonu ile ölçümler yapılmış ve elde edilen veriler analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, Işınım, Meteorolojik Parametreler

ABSTRACT

RESEARCH OF SOLAR ENERGY SYSTEMS AND THE EFFECTS OF METEOROLOGICAL PARAMETERS

Ethem Bahadır Batmaz

Master Thesis, Department of Electric-Electronic Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Osman YILDIRIM

August, 2018- xxx Pages

Today renewable energy sources are both a need and a necessity. As renewable energy is a source that is easy to access, infinite, and low cost, it becomes a source that can answer the needs. Moreover, to live without exploiting the nature became a necessity for mankind. Therefore, this thesis study is to contribute to solar energy systems.

In this thesis study; a research has been done on solar energy systems, and a mini meteorological data station has been setup, measurements has been done, and outcome data has been analyzed.

Key Words: solar energy systems, radiation, meteorological parameters

ÖNSÖZ

Öncelikle tez konusunu seçerken bana yardımcı olan ve çalışmamın her aşamasında bana destek olan, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Osman YILDIRIM' a, ayrıca lisans ve lisansüstü öğrenim süresince bilgi ve tecrübelerini paylaşan diğer hocalarıma çok teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak beni hep destekleyen ve hep yanımda olan aileme, arkadaşlarıma, beni yüksek lisans yapma hususunda cesaretlendiren Öğr. Gör. Gökçe TOPÇU TAŞPINAR'a yürekten teşekkür ederim.

İstanbul, 2018

Ethem Bahadır Batmaz

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
EKLER LİSTESİ.....	xiii
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
1. GİRİŞ	1
1.1 Problemin Tespiti.....	1
1.2 Çalışmanın Hedefi	1
1.3 Araştırmanın Yöntem Bilimi	2
1.4 Aşamaların Planı.....	2
İKİNCİ BÖLÜM	3
2. FOTOVOLTAİK HÜCRE VE GÜNEŞ ELEKTRİK SİSTEMİ	3
2.1 Fotovoltaik Hücre	3
2.2 Güneş Modülü ve Panel Düzenneđi.....	4
2.3 Güneş Enerjisi.....	5
2.4. Güneş Enerjisi Sistem Büyüklükleri.....	5
2.4.1 Güneş Işınımı	6

2.4.2 Rüzgar Şiddeti.....	6
2.4.3 Nem.....	6
2.4.4 Sıcaklık.....	6
2.4.5 Maksimum Güç İzleme Noktası	6
2.5. Güneş Pili.....	8
2.6. Güneş Enerji Sistemi Bileşenleri	10
2.6.1 Panel.....	10
2.6.2 DA-AC çeviriciler (İnverterler-Eviriciler).....	10
2.6.3 Aküler.....	11
2.6.4 Şarj Regülatörü-Dönüştürücüler	12
2.7 Mini Meteoroloji İstasyonu	13
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	15
3. ÖLÇÜMLER VE ELDE EDİLEN VERİLERİN ANALİZLERİ.....	15
3.1 Metodoloji.....	17
3.2 Veri Analizi.....	18
3.3. Sıcaklık	23
3.4. Işınım	24
3.5. Nem.....	24
3.6. Rüzgar Şiddeti.....	25
3.7. Ultraviyole Indexi -UVI.....	26
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	28
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	28
KAYNAKLAR.....	30
EKLER.....	34
ÖZGEÇMİŞ.....	42

KISALTMALAR LİSTESİ

AC: Alternatif Akım

DC: Doğru Akım

MPPT: Maksimum Güç Noktası Takipçi

PV: Fotovoltaik

UV: Ultraviyole

UVI: Ultraviyole indeksi

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Tepekent-Istanbulda Kurulu olan Güneş Panel Karakteristik Değerler.....	16
Tablo 3.2 Ümraniye'deki santralden alınan veriler.....	18
Tablo 3.3 Sıcaklık-Işıma ve Elde Edilen Akım Arasındaki İlişkiler.....	19
Tablo 3.4 Meteorolojik Veriler.....	21
Tablo 3.5. Meteorolojik Verilerin Akım ile İlişkisi.....	22

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Tek kristal silikon (soldaki) ve Polikristal silikon (sağdaki) güneş panelleri.....	4
Şekil 2.2. FV sistemlerdeki hücre, modül ve panel yapısı	5
Şekil 2.3. Tipik bir PV diyotun I-V ve P-V eğrisi	7
Şekil 2.4. PV akım-gerilim ve güç-gerilim karakteristikleri.....	8
Şekil 2.5. Güneş pili kesiti	9
Şekil 2.6. Güneş pili elektriksel eşdeğeri.....	9
Şekil 2.7. İnvvertörler.....	11
Şekil 2.8. Jel Akü.....	12
Şekil 2.9. Akü Firma Karakteristikleri.....	12
Şekil 2.10. Mini Meteoroloji İstasyonu Görünüşü.....	14
Şekil 3.1. Tepekent-İstanbulda Kurulu olan Güneş Panel Sistemi.....	15
Şekil 3.2. Güneş Enerjisi Panel Sistemi.....	17
Şekil 3.3 Güneş Enerjisi Panel Sistemi (500 W) Ölçüm Düzeneği.....	17
Şekil 3.4 Işınım (W/m ²) ile Akım (A) Değişimi.....	19
Şekil 3.5 Sıcaklık (°C) ile Akım (A) Değişimi.....	20
Şekil 3.6 Sıcaklık (°C) ile Akım (A) Değişimi.....	23
Şekil 3.7. Işınım (W/m ²) ile Akım (A) Değişimi.....	24
Şekil 3.8. Nem (%) ile Akım (A) Değişimi.....	25
Şekil 3.9. Rüzgar Şiddeti (m/s) ile Akım (A) Değişimi.....	26
Şekil 3.10. Ultraviyole İndeksi (UVI) ile Akım (A) Değişimi.....	27

EKLER LİSTESİ

Ek-1. Meteoroloji İstasyonu Kurulum ve Kullanım Kılavuzu.....	34
--	----



BİRİNCİ BÖLÜM

1. GİRİŞ

Günümüzde, yenilenebilir enerjiler büyük ölçüde araştırılmaya ve kullanılmaya başlanmıştır. Yenilenebilir enerjilerde başlı rüzgar enerjisi ve güneş enerjisi çalışmaları çekmektedir. Bu çalışmada, güneş enerjisi, güneş enerjisi sistemleri, güneş enerjisi üretiminde önemli ölçüde rolleri bulunan ışınım, rüzgar hızı, nem ve sıcaklık gibi parametrelere yer verilmiştir. Bu amaçla oluşturulan mini meteoroloji istasyonu ile sıcaklık, nem ve rüzgar hızı gibi parametreler ölçüm yapılmıştır.

1.1 Problemin Tespiti

Güneş hücresi, güneş enerjisi modülü ve güneş enerjisi paneli, güneş enerji elde etmek için önemli unsurlardır. Ayrıca güneş enerji sistemiyle beraber kullanılan diğer unsurlardan, invertör, şarj regülatörü, DC-DC çeviriciler, akü ve kablolama gibi elemanlar önemli rollere sahiptir. Sistem unsurları, enerji elde etmede ne kadar önemli rollere sahip ise, güneş enerji sistemini büyük oranda etkileyen meteorolojik parametrelerin de önemli rolleri vardır.

1.2 Çalışmanın Hedefi

Tez çalışmasının hedefi, güneş enerjisi sistem elemanlarını ele almak ve enerji elde etmekte önemli rollere sahip meteorolojik parametrelerin etkilerini araştırmaktır. Bu amaçla kurulan mini meteorolojik istasyon ile ölçümler yapılacaktır. Diğer yandan, bu ölçümler ile, halen kurulu bulunan 500 Watt'lık fotovoltaik santral verileri ile aralarındaki korelasyon kurulacaktır.

1.3 Araştırmanın Yöntem Bilimi

Kurulan mini meteorolojik ölçüm istasyonu ve Üniversitede Kurulu 500 Watt'lık güneş enerjisi sistemi yardımı ile;

- a) Güneş Panel Sistemi verilerini analiz etmek,
- b) Meteorolojik parametreler ölçmek,
- c) Matlab yazılım programı ile verileri analiz etmek,
- d) Mini Meteorolojik İstasyon verileri ile kurulu güneş enerjisi veriler arasındaki ilişkileri araştırmaktır.

1.4 Aşamaların Planı

Tezin ilk bölümünde, tez ana konusunda yer alan problemin tespiti, hedefi, yöntem bilimine yer verilmiştir. Tezin ikinci bölümünde, güneş enerji sistemi, 500Watt'lık üretim sistemi ve Mini Meteoroloji İstasyonu ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Tezin üçüncü bölümünde, Mini İstasyon verileri ile Güneş Enerjisi Sistemi verilerinin analizine yer verilmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

2. FOTOVOLTAİK HÜCRE VE GÜNEŞ ELEKTRİK SİSTEMİ

2.1 Fotovoltaik Hücre

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmesi açısından tarihsel gelişim çok eskiye dayanmaktadır. Tarihsel açıdan bakıldığında;

- 1839 - Edmond Becquerel fotovoltaik olayı açıkladı (Angrist, 1976; Sayigh, 1991).
- 1876 - W.G. Adams ve R.E. Day, yarı iletken malzemenin fotovoltaik özelliğini ortaya koydu (Adams ve Day 1977; Nelson, 2003).
- 1894 yılında ise, Charles Fritts, ilk olarak fotovoltaik paneli tasarlamıştır (Nelson, 2003).
- Mott ve Schottky yarı iletken diyodu keşfetti ve bunu takiben 1949 yılında Bardeen, Brattain ve Shockley bipolar transistörü keşfettiler (Nelson, 2003)..
- 1954 yılında Chapin, Fuller ve Pearson, %6 verimle çalışan silikon bazlı fotovoltaik hücreyi üretti (Messenger ve Ventre, 2004; Marti, ve Luque, 2004).
- 1960'lı yıllarda galyum arsenit hücreler üretilmiştir.
- Geliştirilen paneller, 1965 yılında araçlarda kullanıldı.
- 1970 ve 1972 yıllarında Uzay araçlarında güneş panelleri kullanıldı (Marti, ve Luque, 2004; Bilgin, 2006).

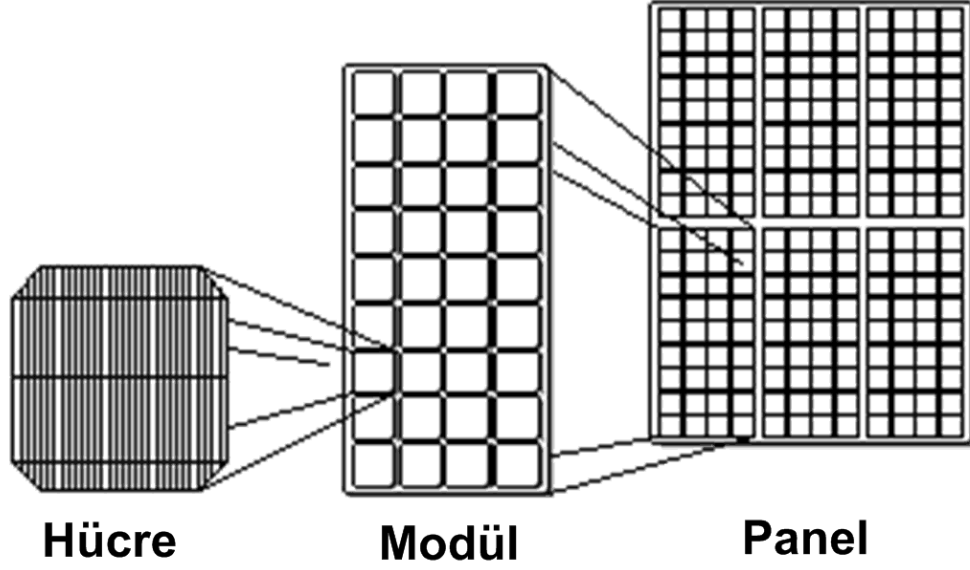
Fotovoltaik hücreler, tek kristalli ve çok kristalli silisyumlu hücrelerdir. Czochralski veya “dökme” adı verilen yöntemlerle üretimleri yapılmaktadır. Şekil 2.1’de fotovoltaik hücre tipleri gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Tek kristal silikon (soldaki) ve Polikristal silikon (sağdaki) güneş panelleri (Kaynak: ABB, Technical application papers no: 10, Photovoltaic plants)

2.2 Güneş Modülü ve Panel Düzenegi

Czochralski veya “dökme” adı verilen yöntemlerle elde edilen hücrelerin bir araya getirilmesi ile güneş enerjisi modülü elde edilmektedir. Modüllerin birleştirilmesi ile güneş panelleri elde edilmektedir. Şekil 2.2’da hücre, modül ve panel sistemi gösterilmiştir.



Şekil 2.2. FV sistemlerdeki hücre, modül ve panel yapısı (Kaynak: Erdinç, O. (2012). Şebekeden bağımsız uygulamalar için hibrit bir rüzgâr türbini/fotovoltaik/yakıt hücresi/batarya sisteminin Optimizasyonu, tasarımı ve uygulaması, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi)

2.3 Güneş Enerjisi

Güneş ışınlarını elektriksel akım ve gerilime dönüştürüldüğü sisteme fotovoltaik sistem adı verilmektedir. (Townsend, 1989; Muntaser vd., 2000). Fotovoltaik sistemlerde en ciddi problem sistem performansının düşüklüğü, verimin azlığıdır (Kou, 1996; Durisch vd., 2000; Gxasheka vd., 2005).

Sistem tasarımı yapılırken bölgenin meteorolojik faktörleri göz önüne alınarak mekanik tasarıma ilave özellikler (örneğin güneş takip sistemi gibi) kazandırılmaya çalışılır (Asl-Soleimani vd., 2001; Yakup vd., 2001; Fıratoğlu, 2003; Aydın ve Yeşilata, 2004; Tang ve Wu, 2004; Hussein ve ark., 2004; Abdallah, 2004; Abdallah ve Nijmeh, 2004; Karimov vd., 2005).

2.4. Güneş Enerjisi Sistem Büyüklükleri

Bu araştırmada, güneş enerjisi sistem büyüklüklerinden güneş ışınımı, rüzgar şiddeti, nem, sıcaklık, güneş hücresi ve maksimum güç izleme noktası ele alınmıştır.

2.4.1 Güneş Işınımı

Güneş ışınları yerküreye farklı açılar ile çarparlar ve yeryüzüne değişik şekillerde ulaşırlar. Örneğin güneş ışınımının bir kısmı atmosfer katmanlarında yutulur. Atmosfer katmanlarını aşarak yeryüzüne varabilen ışınların bir kısmı yüzeye dik çarparken bir kısmı farklı açılarda çarpar. Başka bir deyişle, güneş ışınları ya kırınımına uğrar ya da saçılmaya uğrayarak yön değiştirir. Güneş enerjisinin verimliliği için, güneş takip sistemleri gibi ilave tasarımlarla güneş ışınlarının güneş paneline dik gelmesinin sağlanabilmesi yolları aranmaktadır.

2.4.2 Rüzgar Şiddeti

Güneş panel sisteminde önemli parametrelerden biri de ortam rüzgar şiddetidir. Bu nedenle güneş enerji verimliliği hesaplarında rüzgar şiddeti dikkate alınmaktadır.

2.4.3 Nem

Atmosfer içindeki su buharı hipometre ile ölçülür. Atmosferdeki nem;

- Mutlak nem,
- Maksimum nem
- Bağıl nem olarak ifade edilir.

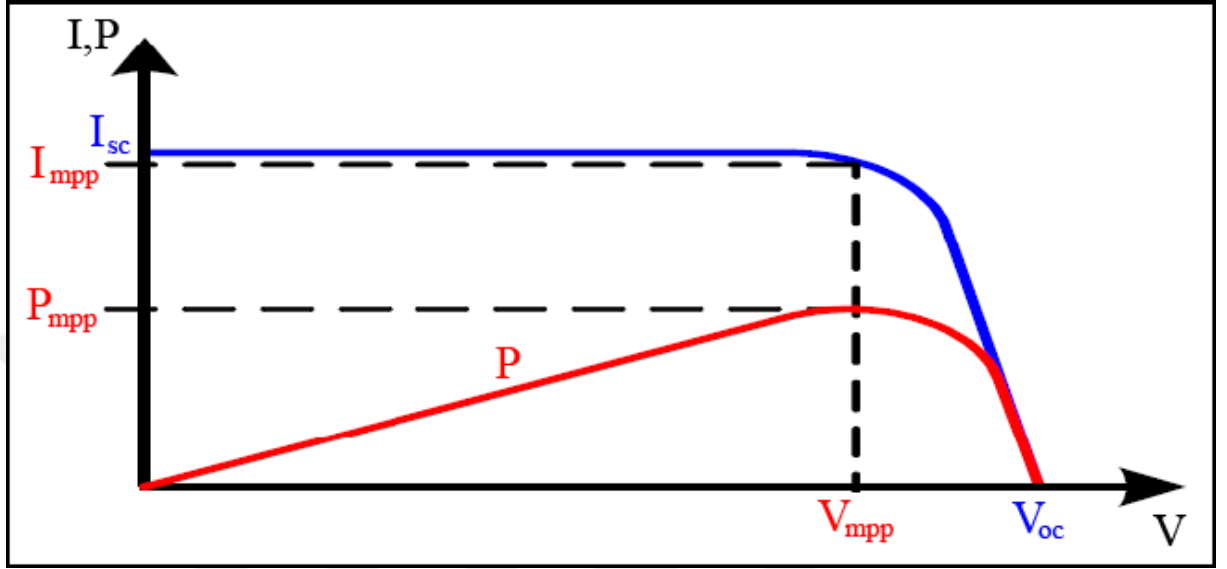
Mutlak nem, hava içindeki 1 m³ hacim başına düşen su buharının gr olarak ağırlığıdır. 1 m³ havanın belirli sıcaklıkta taşıyabileceği en fazla nem miktarına maksimum nem adı verilirken mutlak nemin, maksimum neme oranına ise bağıl nem adı verilir. Maksimum nem sıcaklığa bağlı olup onunla doğru orantılı olarak değişir.

2.4.4 Sıcaklık

Güneş enerjisi ölçümün yapıldığı andaki hava sıcaklığı sıcaklık parametresi olarak ele alınır. Elektriksel enerji kaynağı güneş olduğunda, doğal olarak güneşin sıcaklığı, ışınımın elektriksel işarete dönüşümünde çok etkili olmaktadır.

2.4.5 Maksimum Güç İzleme Noktası

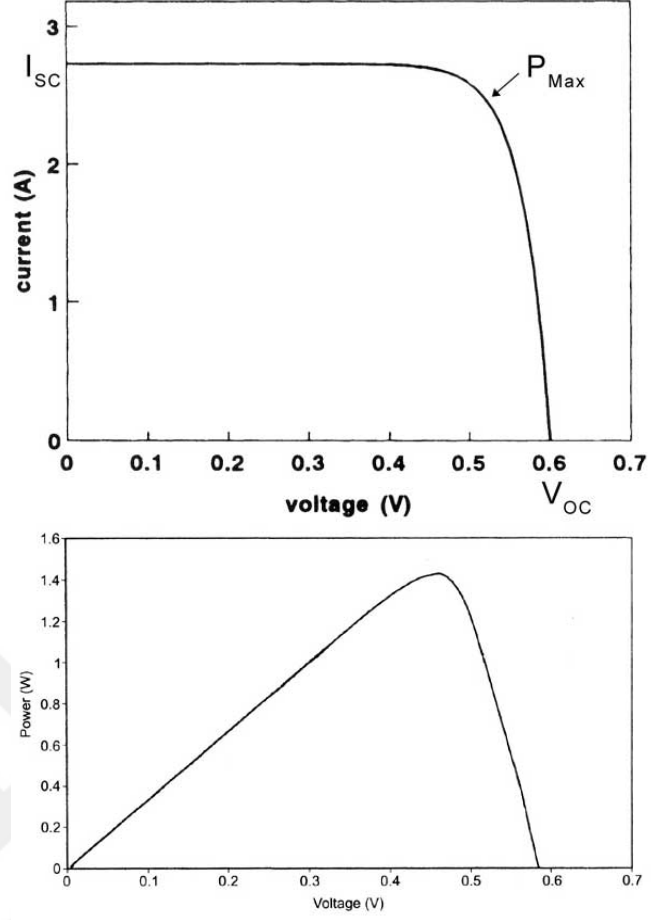
Güneş paneli sisteminde, Maksimum Güç Noktası hesabı güç değeri, akım ve gerilim değerlerinin çarpımı ile bulunur. Şekil 2.3’de tipik bir PV diyotun akım gerilim değişimi görülmektedir.



Şekil 2.3. Tipik bir PV diyotun I-V ve P-V eğrisi

(Kaynak: S.C.TEK, 2008, Güneş Paneli Simülasyonu, Elektrik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi IV. Proje Yarışması, 64s).

Fotovoltaik panel üreten firmalar ortam sıcaklığında (25 °C) 1000W/m² ışınım altında üretimden çıkan panellerin testlerini gerçekleştirirler. Üretilen panelin kısa devre ile açık devre durumlarına ait I-V ve P-V karakteristikleri şekil 2.3’te gösterilmiştir. Şekil 2.4’de görüldüğü gibi, paneller maksimum güç noktasına kadar sabit akım kaynağı olarak, maksimum güç noktasından sonra gerilim kaynağı olarak davranmaktadırlar (Özdemir S., 2007).



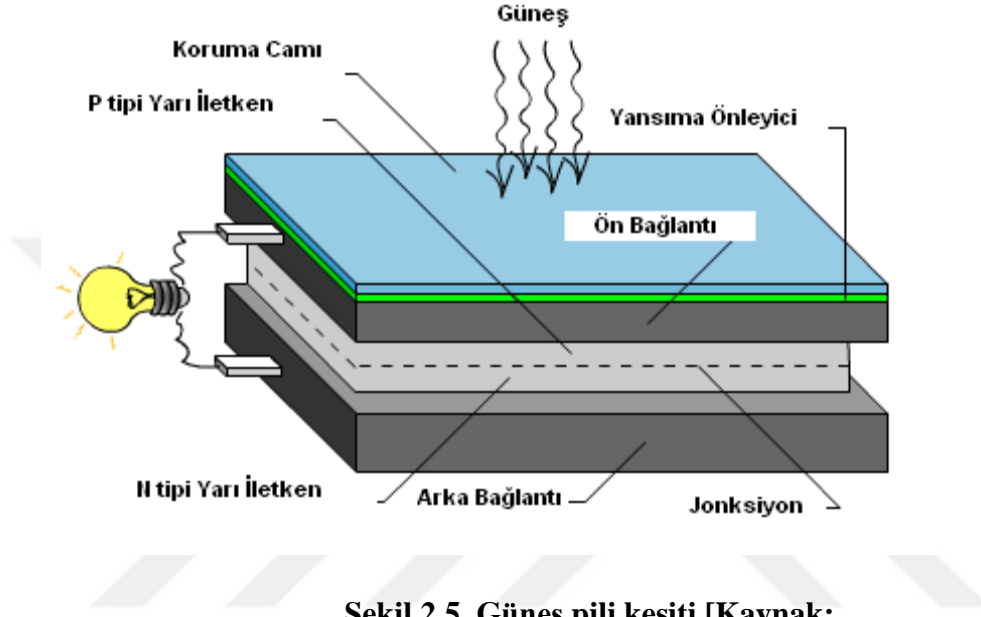
Şekil 2.4. PV akım-gerilim ve güç-gerilim karakteristikleri

(Kaynak: ITACA, 2005. A Guide to Photovoltaic Panels,
<http://itacanet.org/eng/elec/sola>)

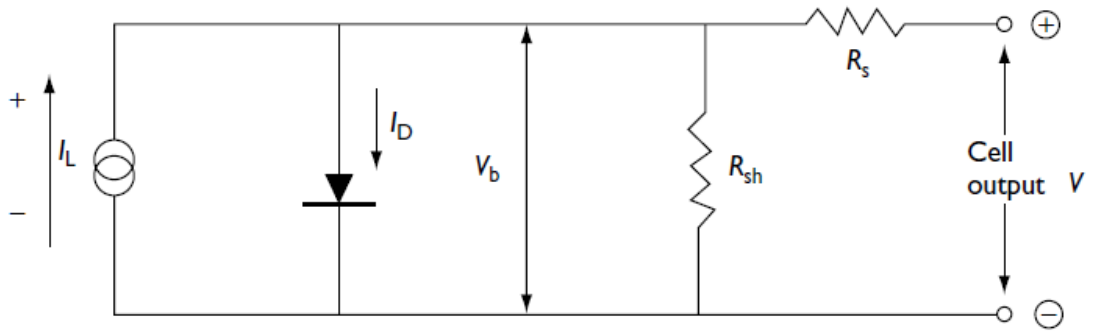
2.5. Güneş Pili

Güneş pili, ışığı fotovoltaik reaksiyonlardan yararlanarak direk elektrik akımına dönüştüren ve yarı iletken bir diyot şeklinde işlev gören bir araçtır. İnorganik ve organik olmak üzere iki kısma ayrılmakta ve içeriğinde silikon bulunan güneş pilleri inorganik, organik menşeli güneş pilleri ise organik güneş pilleri olarak adlandırılmaktadırlar. Organik güneş pilleri daha ucuz ve kolay uygulanabiliyor olmasından dolayı daha çok tercih edilir.

Güneş pili kesit yapısı Şekil 2.5'te ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir. Güneş pili yapısı incelendiğinde negatif katkılanmış yarı iletken (N-Tipi yarı iletken) ve pozitif katkılanmış yarı iletken (P-Tipi yarı iletken) yapılar kullanılmıştır. Her iki tip yarı iletken yapılar ile Şekil 2.6'te gösterildiği gibi bir devre oluşturulduğunda güneşten gelen ışınlar yardımıyla elektrik akımı elde edilmektedir.



Şekil 2.5. Güneş pili kesiti [Kaynak: http://solartechenergysystems.com/About_PV.htm]



Şekil 2.6. Güneş pili elektriksel eşdeğeri

[Kaynak: Twidell J. and Weir T., 2006. Renewable Energy Resources – Second Edition, Taylor & Francis Group, London and New York, p220-226].

Güneş pili elektriksel eşdeğer devresi Şekil 2.6'da gösterilmiştir. Eşdeğer devrede, bir akım kaynağı, bu akım kaynağına paralel bağlı bir diyot ve direnç ve tüm bunlara seri bağlı bir direnç ile gösterilmiştir (Twidell ve Weir, 2006).

2.6. Güneş Enerji Sistemi Bileşenleri

Güneş enerjisi sistemi şebekeye bağlı veya şebekeden bağımsız çalışacak şekilde tasarlanmışsa buna göre bileşenleri şekillenecektir. Örneğin, doğru gerilim üretmek amacıyla tasarlanan fotovoltaik sistemde DA-AC çevirici (İnverter) ihtiyacı olmayabilir. Diğer yandan, güneş enerji sistemi doğrudan şebekeye bağlı çalışacak ise bu kez enerji depolama elemanı olan akülere ihtiyaç olmayacaktır.

Güneş panel sistemi hem şebekeye bağlı çalıştırılacak ve hem de evsel ihtiyaçları karşılayacak ise şebekeye bağlantı elemanları ile depolama elemanlarının tamamının sistem tasarımında yer alması gerektiği açıktır.

Güneş enerji sistemi ile elde edilen elektriksel DC güç tüketilmez ise depolanması gerekir. Bu nedenle, ileride kullanılacak ve üretilmiş elektrik enerjisi, depo edilecektir.

Bu kez enerji depo elemanlarının aşırı aşırı şarjdan korunması için kontrol düzeneklerinin (şarj kontrolü) tasarlanması gerekir. Ancak, güneş enerji sisteminin en önemli bileşenleri, panel, DA-AC çeviriciler, Aküler ve regülatördür.

2.6.1 Panel

Güneş panelleri doğrudan güneş enerjisini elektrik enerjisine çeviren silisyum bazlı düzeneklerdir. Bu nedenle, güneş enerjisi tasarımlarının en önemli elemanı paneldir.

2.6.2 DA-AC çeviriciler (İnverterler-Eviriciler)

Evirici, doğru gerilim kaynağından yüke alternatif gerilim sağlayan güç elektroniği devresidir. Eviriciler doğru gerilimden değişken gerilim dalga biçimi elde eden ve

frekans ile gerilimin bağımsız olarak ayarlanabildiği düzeneklerdir. Evirici tasarımında hedeflenen güce ve frekansa bağlı olarak BJT, MOSFET, IGBT, GTO ve SCR gibi elemanlar kullanılır (Bodur, 1999; Rashid, 1993).

Eviriciler çıkış dalga şekillerine göre üç gruba ayrılmaktadır. Bunlar(Wang vd., 1998).;

- a. **Kare Dalga Eviriciler:** Eviriciler arasında en az maliyetli olanıdır. Ancak bu tip eviricilerin kullanım alanı sınırlı olup verimleri yüksektir.
- b. **Sinüs Dalga Eviriciler:** Bu eviriciler sinüs dalga formuna daha yakın bir çıkış verirler. Bu tip eviricilerin harmonik bozulmaları az verimleri ise yüksektir.
- c. **PWM Eviriciler:** Darbe genişlik modülasyonuna göre çalışan ve kare dalga üreten evirici tipidir.



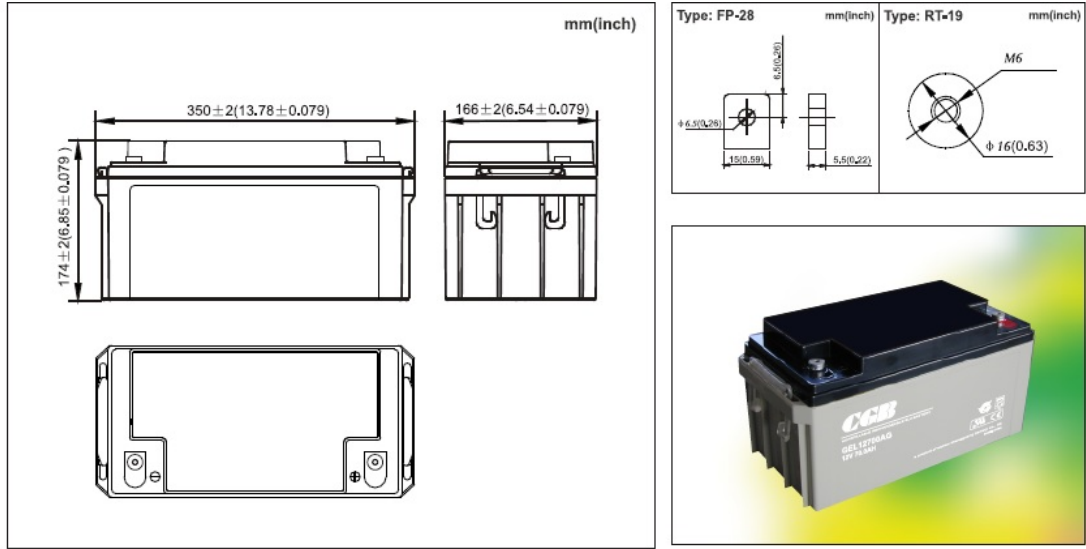
Şekil 2.7. İnvörtörler

2.6.3 Aküler

Aküler birim hücrelerden oluşur ve bu hücreler elektrik enerjisine dönüşebilen kimyasal enerji içerirler. Güneş panel sisteminde kullanılmaya uygun tek akü tipi, kurşun asit aküdür (PbSO₄ (Kurşun Sülfat), Pb (Kurşun), PbO₂ (Kurşundioksit) ve H₂SO₄ (Sülfürik asit)). Akülerde yüksek sıcaklıklarda depolama ile ilgili çok fazla çalışma yapılmaktadır (Hu ve White, 1983).

Güneş sistemlerinde kullanılan aküler, maksimum güç izleme noktası yardımıyla şarj edilirler. Akü şarj girişi ile PV panelin çıkış gücü arasındaki güç farkını ortadan kaldırmak için de MPPT devreleri kullanılır (Femia vd., 2004).

Güneş paneli sisteminde kullanılmış olan Jel Akü Şekil 2.8’de gösterilmektedir. Üretici firma karakteristik değerleri ise Şekil 2.9’de verilmiştir. Jel Akü, güneş enerjisi üretilen sistemlerde ve depolama alanlarında en çok kullanılan akü tipidir.



Şekil 2.8. Jel Akü



NON-SPILLABLE SEALED RECHARGEABLE BATTERY

GEL12700AG 12V, 70Ah

☆ SPECIFICATION	☆ CHARACTERISTICS
● NOMINAL VOLTAGE : 12 V	● CAPACITY 25 °C / 77 °F
● NOMINAL CAPACITY(20 hrs) : 70.0 Ah	20 hr @ 3.5 A : 70 Ah
● DIMENSIONS	10 hr @ 6.3 A : 63 Ah
TOTAL HEIGHT : 174 mm (6.85 inches)	5 hr @ 11.2 A : 56 Ah
CONTAINER HEIGHT : 174 mm (6.85 inches)	1 hr @ 42 A : 42 Ah
LENGTH : 350 mm (13.78 inches)	1 C @ 70 A : 35 Ah
WIDTH : 166 mm (6.54 inches)	● INTERNAL RESISTANCE(25°C , 77 °F) : 7 m Ω
WEIGHT : APPROX23.66 kg (52.16 lbs)	● CHARGING VOLTAGE (25°C , 77 °F)
● MAX DISCHARGE CURRENT : 520 A (5 sec)	STANDBY USE : 2.275 ± 0.025 V/CELL
● MAX SHORT- DURATION DISCHARGE CURRENT : 1300 A(0.1 sec)	: (-3.3mV / °C / CELL)
● STANDARD TERMINALS : FP-28/RT-19	CYCLE USE : 2.45 ± 0.05 V/CELL
● CONTAINER MATERIAL : GENERAL GRADE ABS	: (-5 mV / °C / CELL)
● DESIGN LIFE FOR STANDBY USE AT 20°C(68°F): 10 YEARS	● MAX CHARGING CURRENT : 21 A

Şekil 2.9. Akü Firma Karakteristikleri

2.6.4 Şarj Regülatörü-Dönüştürücüler

Bilindiği gibi küçük güçte üretim (1kW altı) söz konusu olduğunda inverter tasarımında MOSFET elemanları kullanılmaktadır. Ancak güneş panel sistemi ile yüksek güç üretimi söz konusu olduğunda bu kez MOSFET elemanları yerine yüksek sıcaklığa ve akıma dayanıklı elektronik elemanlarından IGBT veya SCR gibi

elemanlar kullanılmaktadır. Güneş panel sistemlerinde şarj kontrolünü yapmak üzere “Şarj Kontrol Üniteleri” yer almaktadır. Bu ünitelerin görevi panel sisteminde çalışan akülerdeki gerilim değerlerini sürekli kontrol etmektir. Bu ünite, akü dolunca şarjı keser ve akülerin uzun ömürlü olmasını sağlarlar.

Verimleri %70 ile %95 arasında değişen DA-DA (Girişindeki doğru gerilimi, başka bir doğru gerilim seviyesine dönüştüren) dönüştürücüler yapısal olarak izoleli ve izolesiz olmak üzere iki ana grupta incelenebilir (Erickson 1999; Ho ve Lu, 2000). Azaltan dönüştürücüler girişindeki gerilimden daha küçük gerilimi çıkışına aktarır (Tadros vd. 1992). Artıran dönüştürücüler azaltan dönüştürücülere göre kaynaktan daha sürekli akım çekerler (Peng vd. 1996). Artıran dönüştürücüler, fazla enerjiyi modunda çalıştığından azaltan dönüştürücülere göre daha verimlidirler (Mohan vd. 1989).

2.7 Mini Meteoroloji İstasyonu

Güneş panel sistemlerinde verimlilik önemli bir sorun teşkil etmektedir. Başka bir deyişle, güneş panel sisteminin diğer enerji kaynakları ile yarışmamasının en büyük engeli yeter seviyede verimliliğinin bulunmamasıdır. Güneş panel sisteminde verimlilik çalışmaları bu bakımdan büyük önem arz etmektedir.

Bu tez çalışmasında Şekil 2.10’de görülen mini meteoroloji istasyonu kurulmuş ve istasyon yardımıyla, İstanbul, Tepekent bölgesinin meteorolojik bilgileri 3 ay süre ile aralıklı olmak üzere ölçülmüştür.

Mini istasyon ile sıcaklık, rüzgar, ışınım ve nem bilgileri ölçülmüş ve örnek veri tabanı oluşturulmuştur. Bu verilerin analizi ile ışınım arasındaki korelasyonlar incelenmiştir.



Şekil 2.10. Mini Meteoroloji İstasyonu Görünüşü

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ÖLÇÜMLER VE ELDE EDİLEN VERİLERİN ANALİZLERİ

Bu bölümde, Tepekent, İstanbul bölgesinde kurulu bulunan 500 Watt gücünde güneş panel sistemi ile ölçümler yapılarak ışınımına ilişkin veriler elde edilmiştir. Diğer yandan, güneşin yaydığı ışınımına etki eden atmosfer şartlarını ortaya koymak amacıyla bir mini meteoroloji istasyonu tasarlanmıştır. Bu mini meteoroloji istasyonu yardımıyla, güneş paneli sisteminde verimliliği etkileyen meteorolojik parametreler ölçülmüştür. Güneş paneli verimliliğini etkileyen sıcaklık, ışınım, nem ve rüzgar şiddeti gibi parametreler ile ilgili ölçümler yapıldı.

Üniversitenin Tepekent bölgesinde kurulumu yapılmış olan 500 Watt'lık güneş paneli sistemi ile ilgili ölçümler yapıldı (Şekil 3.1).



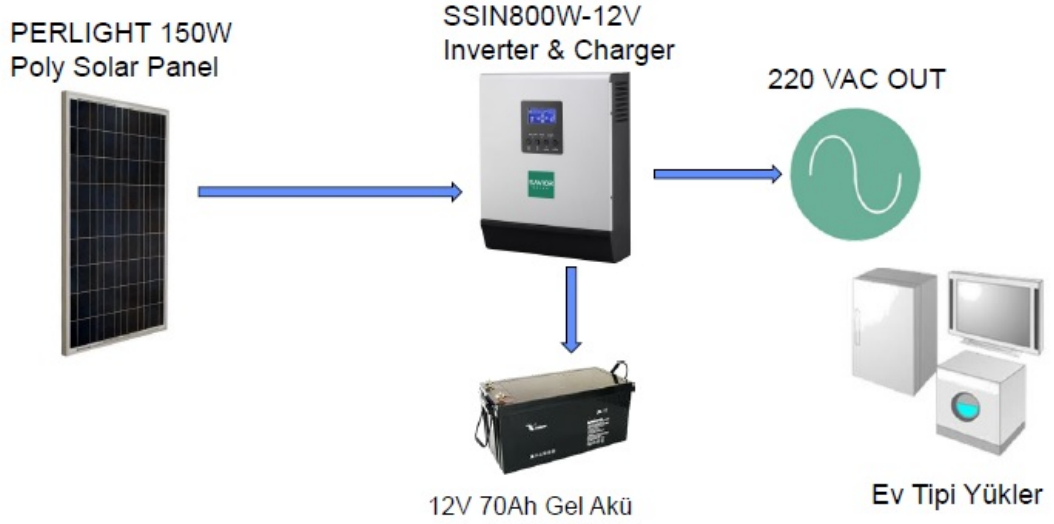
Şekil 3.1. Tepekent-İstanbulda Kurulu olan Güneş Panel Sistemi

Daha önceden kurulumu yapılmış olan ve Şekil 3.1’de gösterilen güneş panel sistemi şebekeden bağımsız çalışmaktadır. Bu panel sistemine ilişkin kurulum değerleri Tablo 3.1’de gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Tepekent-Istanbulda Kurulu olan Güneş Panel Karakteristik Değerleri

ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER	
Model	PLM-150P-36
Pm	150
Vmp	19,04 V
Imp	7,88 A
Voc	22,62 V
Ioc	8,49 A
Maksimum sistem gerilimi	600 VDC
Işınım – Sıcaklık - AM	1000 W / m ² - 25°C – 1,5
MEKANİKSEL ÖZELLİKLER	
Hücrelerin boyutları (mm)	156 x 156 (36)
Modüllerin boyutları	1492 x 676 x 35
Hücrelerin adedi	36 (4 x 9)
Ağırlık (Kg)	11,5
Montaj deliklerinin adedi	8
Waterspout dun adedi	16

Ölçüm yapılan bu kurulu panel sisteminin şematik gösterilimi Şekil 3.2’de ve ölçüm düzeneği ise Şekil 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Güneş Enerjisi Panel Sistemi (500 W) (Kaynak: Abdurrahman Zafer Çuhadar, Fotovoltaik Sistemler ve Performans Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi, 2016)



Şekil 3.3 Güneş Enerjisi Panel Sistemi (500 W) Ölçüm Düzenegi

3.1 Metodoloji

Alternatif enerji sistemleri arasında en rağbet gören sistemlerden birisi de güneş enerji sistemidir. Güneş enerji sisteminde verimliliği etkileyen en önemli

parametrelerin incelenmesi amacıyla, üniversitenin Tepekent bölgesinde kurulu bulunan 500 Watt gücündeki güneş paneli sistemi incelenmiş ve bir takım ölçümler yapılmıştır. Diğer yandan Ümraniye bölgesinde çalışan gerçek bir endüstriyel güneş paneli sistemi incelenmiş ve inceleme yapmak amacıyla verilerine ulaşılmıştır.

Diğer yandan, Tepekent bölgesinde mini meteoroloji istasyonu tasarlanmış ve kurulan mini istasyon ile meteorolojik verilerle ilgili ölçümler yapılmıştır. Hazır veriler ile elde edilen verilerin, meteorolojik parametreler cinsinden kıyaslaması yapılmıştır.

3.2 Veri Analizi

Ümraniye bölgesinde daha önce kurulmuş olan güneş santralinden alınan veriler tablo 3.2’de verilmiştir. Sıcaklık, ışınım ve akım verileri ile yapılan korelasyon analizi ile elde edilen sonuçlar Tablo 3.3’de gösterilmiştir. Bu tabloya göre akımın sıcaklık ile korelasyon katsayısı 0,5609 iken ışıma ile korelasyon katsayısı 0,9633 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, güneş santrali akım değişimi ile ışıma arasında istatistiksel olarak kuvvetli bir ilişkiye işaret etmektedir.

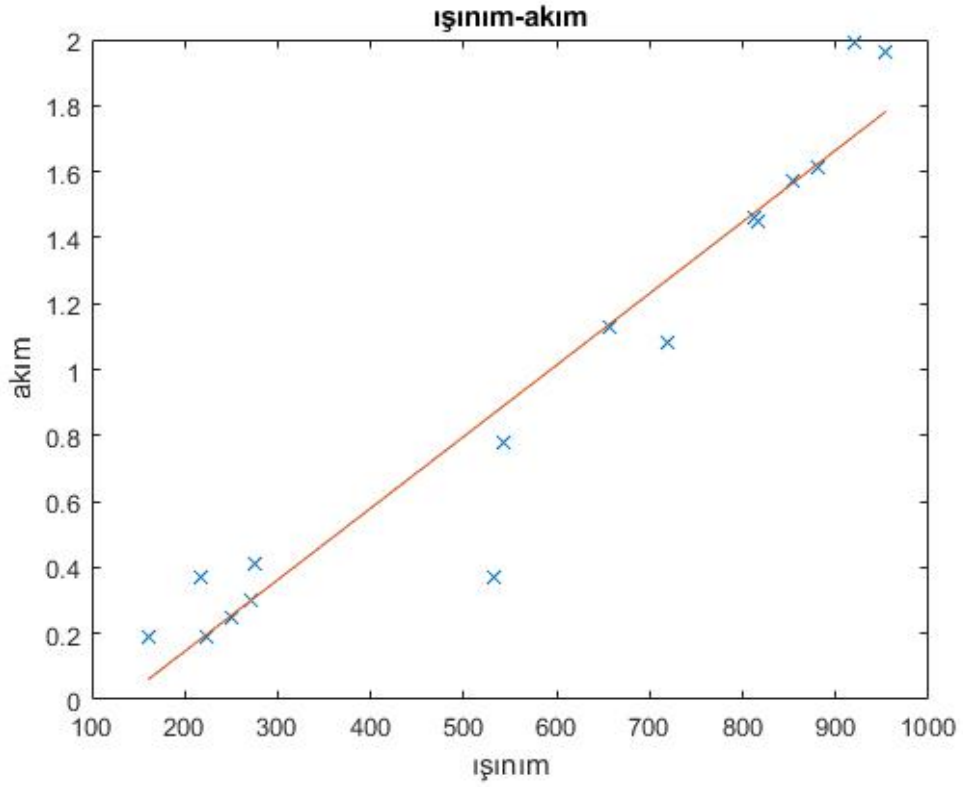
Tablo 3.2 Ümraniye’deki santralden alınan veriler

SICAKLIK (C)	IŞINIM (w/m2)	AKIM (A)
31,84	811,57	1,46
32,66	817,29	1,45
29,66	657,14	1,13
23,10	217,14	0,37
26,80	274,43	0,41
36,67	531,86	0,37
29,33	251,00	0,25
28,40	272,00	0,30
26,64	160,57	0,19
39,13	853,71	1,57
39,74	880,43	1,61
34,87	719,71	1,08
35,50	953,71	1,96
28,24	920,43	1,99
23,84	542,43	0,78
9,09	223,14	0,19

Tablo 3.3 Sıcaklık-Işıma ve Elde Edilen Akım Arasındaki İlişkiler

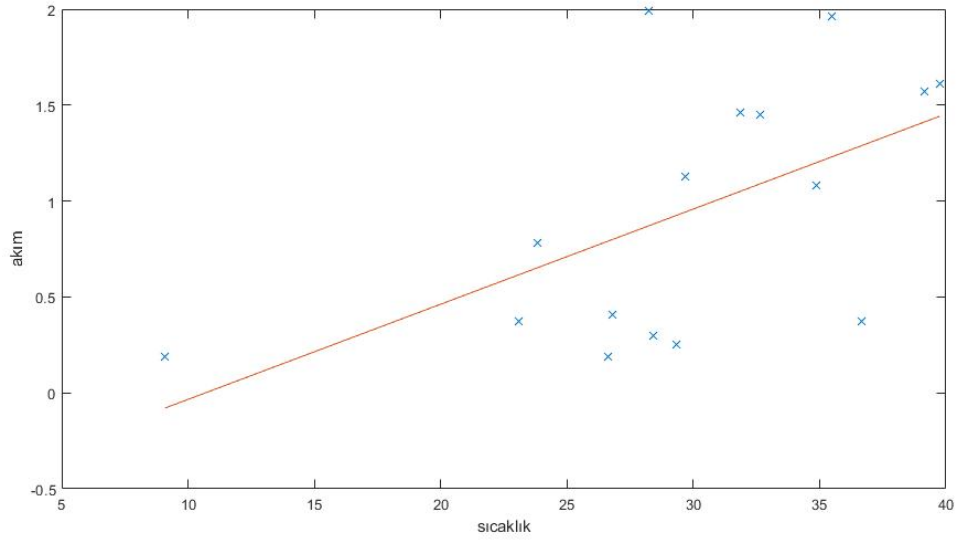
sıcaklık	ışınım	akım	
1	0,6552	0,5609	sıcaklık
0,6552	1	0,9633	ışınım
0,5609	0,9633	1	akım

Diğer yandan, Şekil 3.4’de görüldüğü gibi santralden elde edilen akım ile ışıma arasında doğrusala yakın bir değişim elde edilmiştir.



Şekil 3.4 Işıma (W/m²) ile Akım (A) Değişimi

Şekil 3.5’de Diğer yandan, santralden elde edilen akım ile sıcaklık arasındaki korelasyon eğrisi gösterilmiştir. Bu açıdan bakıldığında, sıcaklık ışımanın etkisine göre daha az ilişkili görülmektedir.



Şekil 3.5 Sıcaklık (°C) ile Akım (A) Değişimi

Kurulan deney düzeneğinden alınan ölçümlerin sonuçları Tablo 3.5’te bulunan diğer meteorolojik değerleri de hesaba katarak kurduğumuz korelasyon tablosu bulunmaktadır. Burada amacımız her bir meteorolojik verinin güneş panelimizden elde ettiğimiz güce etkisini gözlemlemek. Kimi değerler yüksek bir etkiye sahipken kimi değerlerin güneş panelimize etkisi yok denecek kadar azdır.

Tablo 3.4 Meteorolojik Veriler

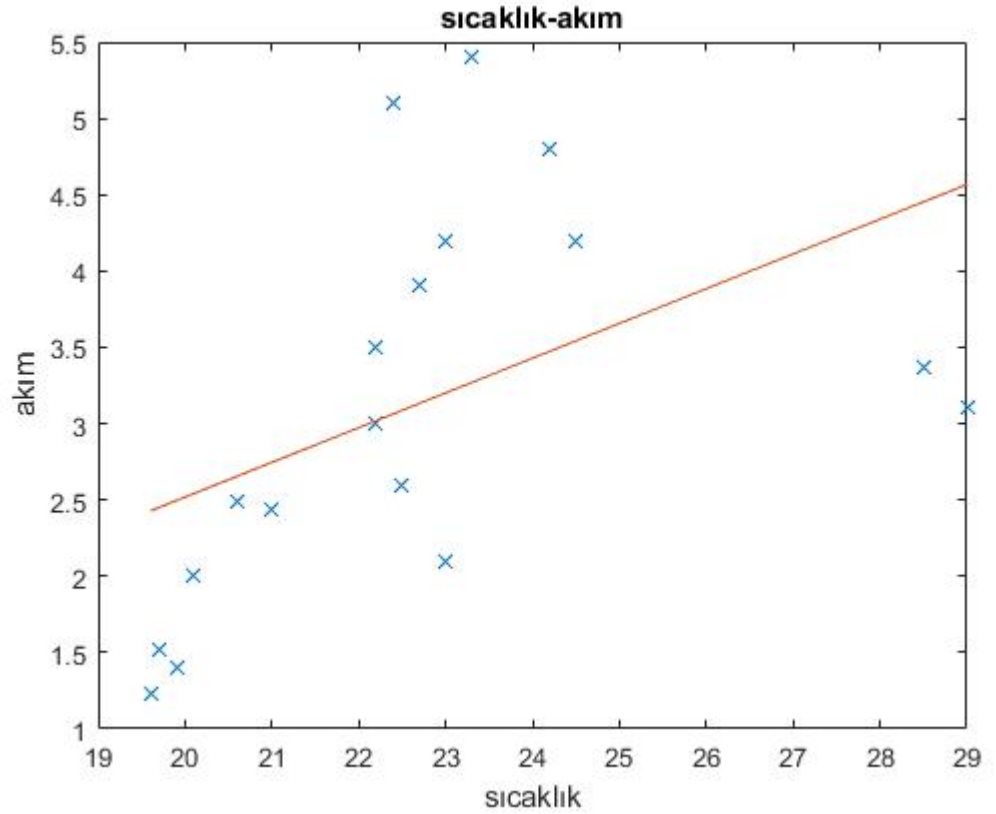
Outdoor Temperature(°C)	Outdoor Humidity (%)	Relative Pressure(hpa)	Absolute Pressure(hpa)	Wind Speed(km/h)	Gust(km/h)	Wind Direction	DewPoint(°C)	WindChill(°C)	Day Rainfall(mm)	Light(W/m ²)	UV(UW/m ²)	UVI	Gerilim	Akm
19,7	73	1005,7	1011,8	12,2	18,4	90	14,7	17,5	0	152,83	540	2	35	2,05
21	80	999,2	1005,3	20,9	24,5	315	17,4	17,5	3,6	353,57	1400	4	35	2,44
19,6	73	1005,6	1011,7	11,2	14,8	45	14,7	17,7	0	119,86	540	2	34,5	1,77
20,6	71	1005,3	1011,4	15,8	22	45	15,2	17,8	0	147,32	540	2	34,9	2,49
22,2	76	999	1005,1	14,8	19,4	23	17,8	20	3,6	560,59	1843	5	35	3,5
22,2	67	1007	1013,1	9,7	12,2	338	15,8	21	0	423,16	1843	5	34,9	3
24,2	59	1006,6	1012,7	12,2	14,8	45	15,7	22,8	0	965,09	3648	9	35	4
24,5	60	1005,9	1012	13,3	18,4	90	16,3	22,9	0	854,11	2734	7	35	4,2
22,4	68	1004,9	1011,0	14,8	19,4	68	16,2	20,2	0,9	954,01	3648	9	35	3,8
23,0	61	1004,7	1010,8	17,3	27,0	45	15,1	20,5	0,9	853,82	2734	7	35	4
19,9	82	1003,9	1010,0	13,3	15,8	315	16,8	17,5	0,0	143,74	540	2	35	1,9
20,1	81	1004,0	1010,1	15,8	20,9	0	16,8	17,2	0,0	206,33	540	2	35	2,1
23,0	63	1002,7	1008,8	18,4	24,5	68	15,6	20,4	0,0	209,12	1000	3	35	2,3
22,5	65	1002,7	1008,8	19,4	27,0	180	15,6	19,6	0,0	373,32	1843	5	35	2,6
23,3	62	1002,9	1009,0	22,0	30,6	68	15,6	20,4	0,0	1081,93	3648	9	35	4,7
22,7	58	1002,5	1008,6	19,4	23,4	45	14,0	19,9	0,0	880,98	3138	8	35	3,1
28,5	54	1005,8	1011,9	6,1	8,6	90	18,3	28,5	0,0	908,60	3138	8	35	3,37
29,0	51	1005,1	1011,2	17,3	19,4	0	17,9	28,0	0,0	517,97	1843	5	35	3,1

Tablo 3.5. Meteorolojik Verilerin Akım ile İlişkisi

1	-0,85054	0,200255	0,200255	-0,13602	-0,19396	-0,26737	0,492138	0,981899	-0,14841	0,579306	0,575404	0,580837	0,51561	0,47536
-0,85054	1	-0,3797	-0,3797	0,041357	0,025351	0,379915	0,981899	0,82819	0,412773	-0,641	-0,65944	-0,61893	-0,55815	
0,200255	-0,3797	1	1	-0,6324	-0,53346	-0,10528	0,320661	0,412773	-0,77248	0,083825	0,089527	-0,12205	0,047062	
0,200255	-0,3797	1	1	-0,6324	-0,53346	-0,10528	0,320661	0,412773	-0,77248	0,083825	0,089527	-0,12205	0,047062	
-0,13602	0,041357	-0,6324	-0,6324	1	0,94199	-0,07355	-0,1979	-0,31532	0,251003	0,05413	0,057187	0,21882	0,186074	
-0,19396	0,025351	-0,53346	-0,53346	0,94199	1	-0,15933	-0,32124	-0,36323	0,173243	0,082985	0,068591	0,256518	0,218986	
-0,26737	0,379915	-0,10528	-0,10528	-0,07355	-0,15933	1	0,124274	0,242	0,423987	-0,19961	-0,19214	-0,13202	-0,28075	
0,492138	0,036596	-0,25398	-0,25398	-0,1979	-0,32124	0,124274	1	0,495622	0,423987	0,063866	0,034831	-0,01167	0,016581	
0,981899	-0,82819	0,320661	0,320661	-0,31532	-0,36323	-0,242	0,495622	1	-0,19961	0,539845	0,53696	0,449007	0,418765	
-0,14841	0,412773	-0,77248	-0,77248	0,251003	0,173243	0,17881	0,423987	-0,19961	1	0,009474	-0,00688	0,222752	0,062597	
0,579306	-0,641	0,083825	0,083825	0,05413	0,082985	-0,26705	0,539845	0,009474	0,009474	1	0,983276	0,550919	0,947484	
0,575404	-0,65612	0,092774	0,092774	0,057187	0,068591	-0,19522	0,53696	-0,00688	0,983276	1	0,999843	0,588306	0,94167	
0,580837	-0,65944	0,089527	0,089527	0,05431	0,064456	-0,19214	-3,76E-03	0,999843	0,999843	0,999843	1	0,590581	0,938578	
0,51561	-0,61893	-0,12205	-0,12205	0,21882	0,256518	-0,13202	-0,01167	0,449007	0,222752	0,550919	0,588306	0,590581	0,587683	
0,47536	-0,55815	0,047062	0,047062	0,186074	0,218986	-0,28075	0,016581	0,418765	0,062597	0,947484	0,94167	0,938578	0,587683	
													1	

3.3. Sıcaklık

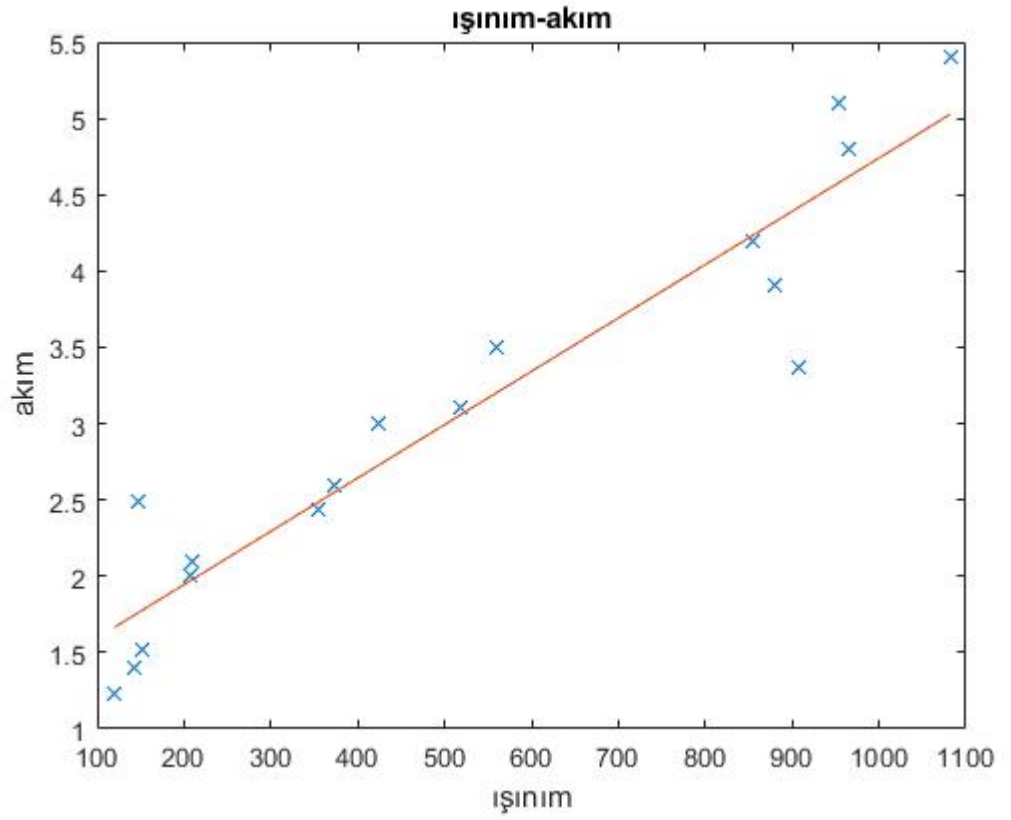
PV panellerden elde edilen güç sıcaklık ile doğru orantılı gibi gözükse de panellerin aşırı ısınması sonucu kayıplar oluşur. Ortam sıcaklığı yükseldikçe hücre sıcaklığı da yükselir ve sistemde kayıplar meydana gelir. Belirli bir sıcaklıktan sonra güneş panellerinde modül gerilimi ve modül gücü sıcaklıkla ters orantılı olarak düşmeye başlar. Yani modül sıcaklığı yükseldikçe PV modülden alınan güç azalır. Sıcaklıktan kaynaklanan kayıplar, direkt olarak hücre sıcaklığı ile doğru orantılıdır. Eğer ortam sıcaklığı yükselirse, hücre sıcaklığı da yükselir, bu da üretilen enerjinin azalmasına neden olur (Sıcaklığın artması ile PV hücrenin kısa devre akımı artarken açık devre gerilimi azalır). Yani sıcaklık arttıkça güneş panelinin verimi düşer. Dolayısı ile sıcaklık ile panelden elde ettiğimiz güç arasında lineer bir ilişki vardır diyemeyiz (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Sıcaklık (°C) ile Akım (A) Değişimi

3.4. Işınım

PV panellerin çalışma prensibinde önceden belirttiğimiz gibi güneş ışınımının etkisi çok önemlidir. Düzenekten elde ettiğimiz verilerle oluşturduğumuz korelasyon tablosunda da panelden elde ettiğimiz akım şiddetini etkileyen en önemli faktörün ışınım olduğu görülmektedir (Şekil 3.7). Başka bir anlatımla, her iki büyüklük arasında pozitif doğrusal korelasyon bulunmaktadır.

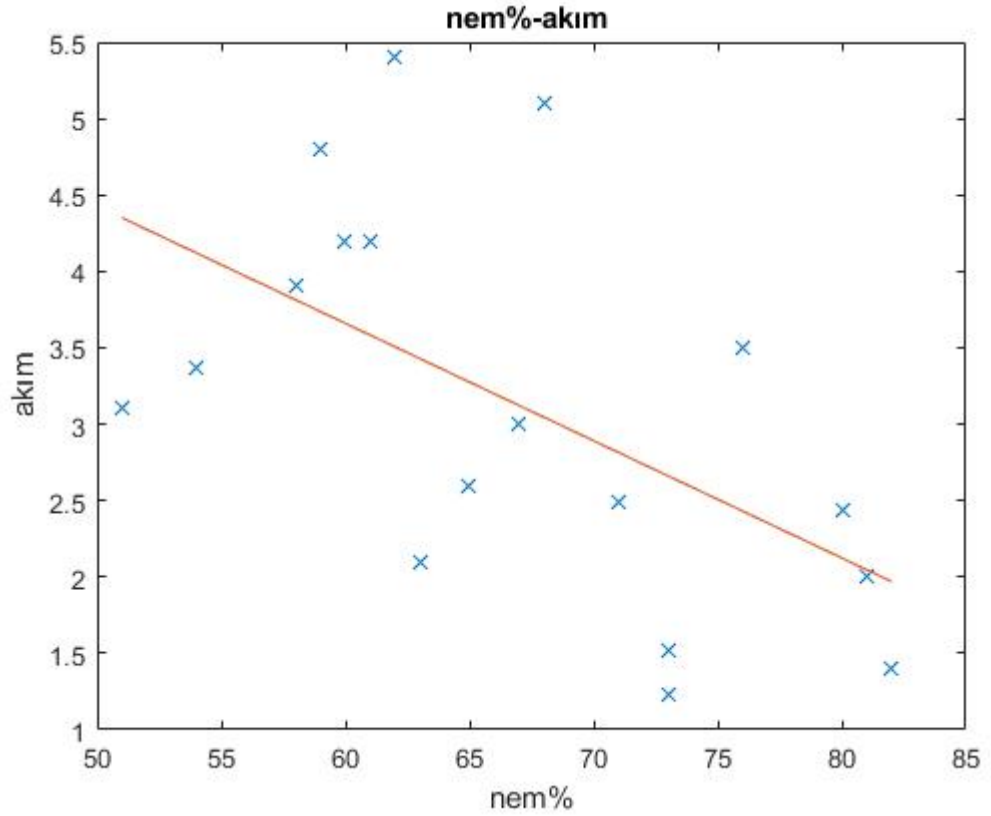


Şekil 3.7. Işınım (W/m²) ile Akım (A) Değişimi

3.5. Nem

Nem ile akım değişimi Şekil 3.8'te gösterilmiştir. Elde ettiğimiz veriler eşliğinde bağıl nem ile PV elektrik üretimi arasında negatif korelasyon saptanmıştır. Yani bağıl nem arttıkça PV elektrik üretimimizde azalma gözlemlenmiştir. Bağıl nem

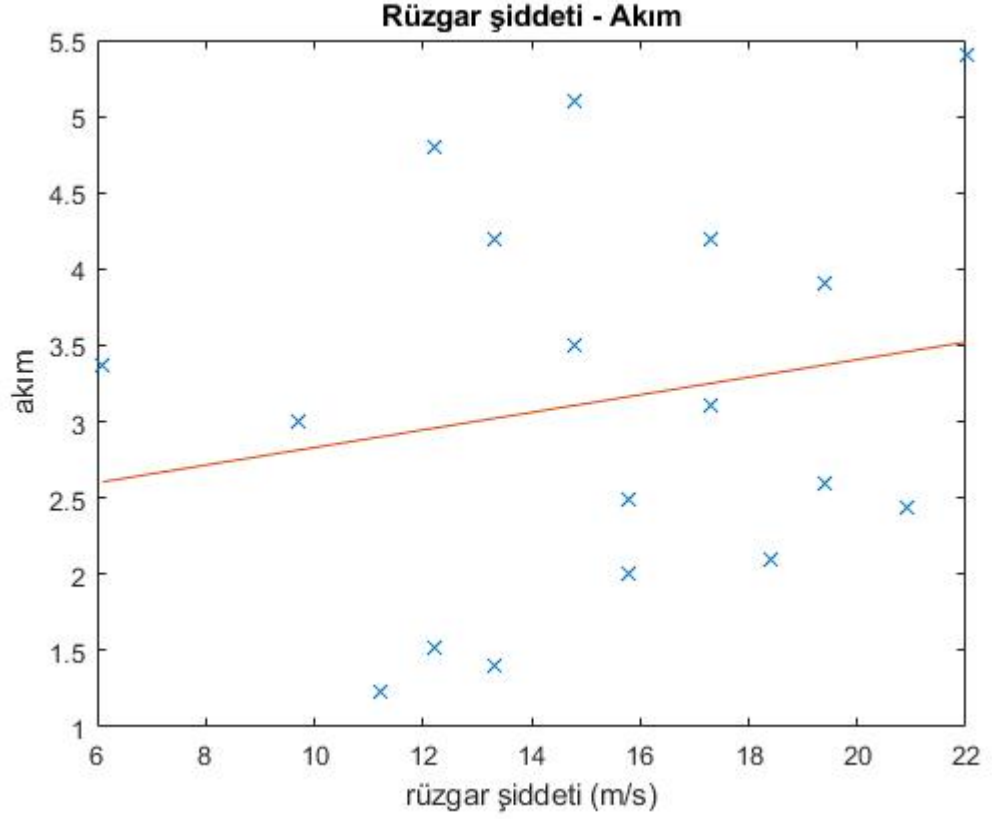
oranı arttıkça üretilen elektrik miktarında azalmalar görülmektedir. Ayrıca nem difüzyonu denen yani nem sızması sebebiyle fotovoltaik modüller zarar görebilirler.



Şekil 3.8. Nem (%) ile Akım (A) Değişimi

3.6. Rüzgar Şiddeti

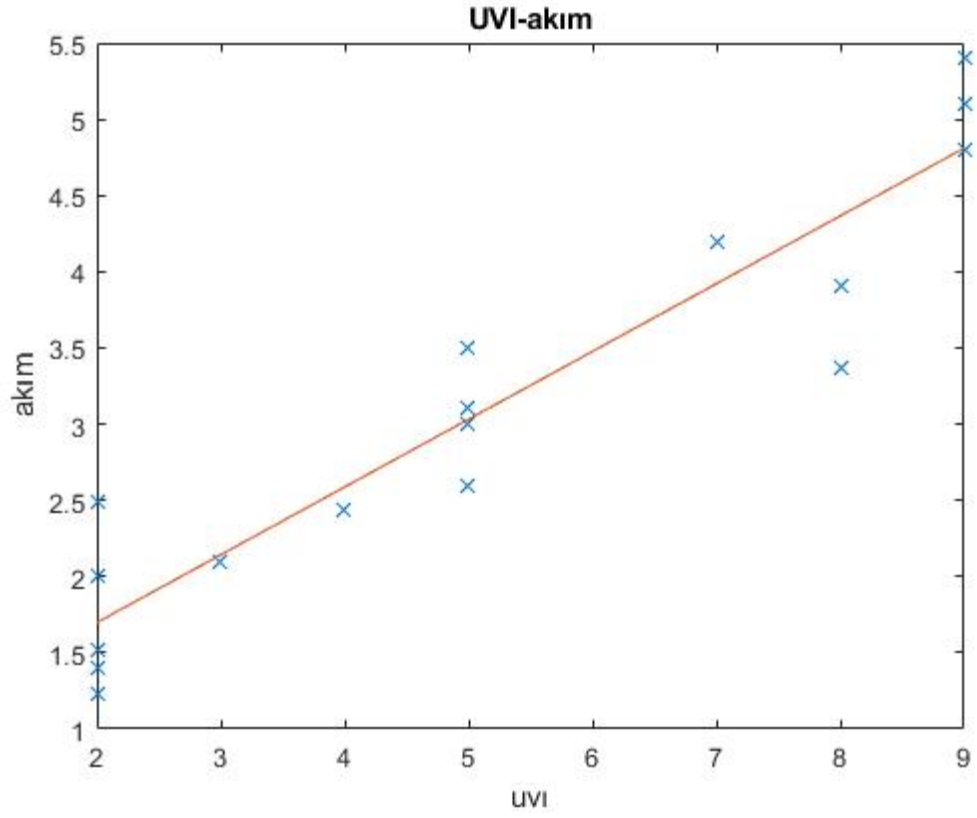
Bilindiği gibi PV hücrelerin çalışmasında 25 C° ideal sıcaklık olarak saptanmıştır. Rüzgar şiddeti yaz aylarında hücre sıcaklığını azaltacak etki yani soğutma işlevi görmekte ve sonuçta üretimi artırıcı etki göstermektedir. Tabi ki özellikle kış aylarında hücre sıcaklığını 25 C° den aşağı indirebilecek yüksek rüzgar şiddeti de PV üretimi azaltıcı yönde eğilim gösterir. Atmosfer ve hücre sıcaklıklarını optimum değerlerden uzaklaştırabilecek bir etken olduğu söylenebilir. Elde ettiğimiz veriler ışığında rüzgar hızının test düzeneğimizdeki PV panel üzerinde çok fazla etki etmediğini görülmektedir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Rüzgar Şiddeti (m/s) ile Akım (A) Değişimi

3.7. Ultraviyole Indexi -UVI

Güneşten gelen ve insan sağlığına zararlı olabilecek UV radyasyon miktarının, 0'dan 15'e kadar uzanan bir ölçekte sınıflandırılmasına UV indeksi denir ve UVI olarak isimlendirilir. Güneş panelleri ısı ile değil UV dediğimiz güneşin radyasyonlarıyla elektrik üreten yapılardır. Bu çalışmada Ultraviyole indeksine göre akımın değişimi incelenmiştir. Şekil 3.10'de ultraviyole indeksine göre akımın değişimi gösterilmiştir. Bu tablodan görüldüğü gibi akım ile ultraviyole indeksi arasında doğrusal yönde pozitif bir ilişki ortaya çıkmıştır.



Şekil 3.10. Ultra Viyole Indexi (UVI) ile Akım (A) Değişimi

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Fotovoltaik sistemlerin amacı güneş enerjisinden elektrik üretmektir. Güneşten elektrik üretmek amacıyla tasarlanan sistemler, şebekeye bağlı çalışan (on-grid) ve şebekeden bağımsız çalışan (Off-Grid) sistemler olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Şebekeye bağlı çalışan sistem bileşenleri ile şebekeden bağımsız çalışan sistemlerin bileşenleri aynı değildir.

Yenilenebilir enerji kaynağının önemli bir tipi olan güneş enerji sistemlerinde verimlilik önemli bir sorun olarak durmaktadır. Panel sisteminde verimliliği yükseltmek amacıyla, güneş takip sistemleri benzeri mekanik ve elektronik tasarımlar yapılmaktadır. Diğer taraftan, panel sistemlerinde en önemli enerji kaynağının güneş olduğu gerçeğinden yola çıkarak güneşten gelen ışığın elektriksel enerjiye dönüşürken nelerden etkilendiği önemli bir konu gibi durmaktadır. Bu nedenle, tez çalışmasında, özellikle meteorolojik parametrelerin bu kaynak ile ilgisi ve etkisi araştırılmıştır.

Alternatif enerji sistemleri arasında en rağbet gören sistemlerden birisi de güneş enerji sistemidir. Güneş enerji sisteminde verimliliği etkileyen en önemli parametrelerin incelenmesi amacıyla, üniversitenin Tepekent bölgesinde kurulu bulunan 500 Watt gücündeki güneş paneli sistemi incelenmiş ve bir takım ölçümler yapılmıştır. Diğer yandan Ümraniye bölgesinde çalışan gerçek bir endüstriyel güneş paneli sistemi incelenmiş ve inceleme yapmak amacıyla verilerine ulaşılmıştır.

Diğer yandan, Tepekent bölgesinde mini meteoroloji istasyonu tasarlanmış ve kurulan mini istasyon ile meteorolojik verilerle ilgili ölçümler yapılmıştır. Hazır veriler ile elde edilen verilerin, meteorolojik parametreler cinsinden kıyaslaması yapılmıştır.

Ümraniye’de bulunan bir güneş enerji santralinden alınan veriler kullanılarak sıcaklık ve ışınımın güneş enerji panelinden elde edilen güç ile ilişkisi korelasyon tablosu ile ortaya konmuştur. Üniversitede kurulu güneş panel sisteminde ise sıcaklık

ve ışınım dışında meteorolojik veriler olarak nem, rüzgar hızı, ultraviyole indeksi hesaba katılarak kıyaslanmıştır. Bu verilerin güneş panelinden elde edilen akım ile korelasyon tablosu oluşturulup her bir meteorolojik verinin panelden elde edilen akım ile ilgili grafiği şekiller ile belirtilmiştir.



KAYNAKLAR

Abdallah, S., 2004. The Effect of Using Sun Tracking Systems on The Voltage–Current Characteristics and Power Generation of Flat Plate Photovoltaics, *Energy Conversion and Management*, 45 (11): 1671-1679.

ABDALLAH, S. and NIJMEH, S., 2004. Two Axes Sun Tracking System With PLC Control. *Energy Conversion and Management*, 45: 1931–1939.

Adams W.G. ve Day R.E, (1977). *Phil. Trans. R. Soc.*, 167: 313-349.

Angrist, S.W. (1976). “Direct Energy Conversion 3rd Edition”, Allyn and Bacon Inc., Boston, 5-100.

Asl-Soleimani, E., Farhangi, S. ve Zabihi, M.S., 2001. The Effect of Tilt Angle, Air Pollution on Performance of Photovoltaic Systems in Tehran. *Renewable Energy*, 24:459–468.

Aydın, M. ve Yeşilata, B., 2004. Fotovoltaik Panellerde Eğim Açısı Etkisinin Deneysel Tespiti. *Termodinamik Dergisi*. 148:88-98.

Bilgin, Z. (2006). Güneş Takip Sistemi Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Bodur, H., (1999). Yarı iletken Güç Dönüştürücüleri ve Güç Elektroniği Endüstriyel Uygulamaları, *Kaynak Elektrik Dergisi*, Sayı:126, 106-119s.

Çuhadar, A.Z. (2016). Fotovoltaik Sistemler ve Performans Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi.

DURISCH, W., TILLE, D., WORZ, A., and PLAPP, W., 2000. Characterisation of Photovoltaic Generators. *Applied Energy*, 65: 273-284.

Erdoğan, O. (2012). Şebekeden bağımsız uygulamalar için hibrit bir rüzgâr türbini/fotovoltaik/yakıt hücresi/batarya sisteminin Optimizasyonu, tasarımı ve uygulaması, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.

Erdoğan, O. (2012). Şebekeden bağımsız uygulamalar için hibrit bir rüzgâr türbini/fotovoltaik/yakıt hücresi/batarya sisteminin Optimizasyonu, tasarımı ve uygulaması, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi

Erickson, R. W.(1999). DA-DA Power Converters. Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering, 5: 53-63.

Erickson, R. W.(1999). DA-DA Power Converters. Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering, 5: 53-63.

Femia N., Petrone G., Spagnuolo G., Vitelli M., (2004). “Optimizing Sampling Rate of P&O MPPT Technique”, 35’ th Annual IEEE Power Electronics Specialists Conference: 1945-1949.

Fıratoğlu, Z.A., 2003. Fotovoltaik Destekli Su Pompalarının Analizi ve Optimizasyonu. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.

GXASHEKA, A.R., Van DYK, E.E. and MEYER, E.L., 2005. Evaluation of Performance Parameters of PV Modules Deployed Outdoors. Renewable Energy, 30 (4): 611-620.

Ho, H. and Lu, C. (2000). Study of Nonlinear Phenomena in Switching DC/DC Converters. Degree of Doctor, HongKong SAR, China, 1-166.

http://solartechenergysystems.com/About_PV.htm

Hu C., White R.M., (1983). “Solar Cells from basic to Advanced Systems”, Mc Graw- Hill Book Co., University of California, Berkeley, 182-185

Hussein, H.M.S. , Ahmad, G.E. and El-Ghetany, H.H., 2004. Performance Evaluation of Photovoltaic Modules at Different Tilt Angles and Orientations. Energy Conversion and Management, 45:2441–2452.

ITACA, 2005. A Guide to Photovoltaic Panels, <http://itacanet.org/eng/elec/sola>

WHO, 1996, Renewable Energy Report.

KARIMOV, K. S., SAQIBB, M. A., AKHTERC, P., AHMEDD, M. M.,
CHATTHAD, J. A. and YOUSAFZAİD, S. A., 2005. A Simple Photo- Voltaic Tracking System. Solar Energy Materials & Solar Cells, 87: 49–59.

Kou, Q., 1996. A Method for Estimation the Long-Term Performance of Photovoltaic Pumping System. Master Thesis, The University of Wisconsin-Madison, Solar Energy Laboratory.

Marti, A. ve Luque, A. (2004). Next Generation Photovoltaics, IoP Publishing, Philadelphia, 1-40.

Messenger, R.A. ve Ventre, J. (2004). "Photovoltaic Systems Engineering 2nd ed.", CRC Pres, New York, 21-25, 31-35, 415-431.

Mohan, N., Unlead, T.M. and Robbins, W. P. (1989). Power Electronics, Converters, Applications and Design. Joe Wiley and Sons Inc. London, 173-210, 323-370.

Muntasser, M. A., Bara, M. F., Quadri, H. A., El-Tarabelsi, R., and La-Azebi, I. F., 2000. Photovoltaic Marketing in Developing Countries. Applied Energy, 65(1):67-72.

Nelson, J., (2003). "The Physics Of Solar Cells", Imperial College Press, London, 20.

Özdemir S., (2007). Fotovoltaik Sistemler İçin Mikrodenetleyicili En Yüksek Güç Noktasını İzleyen Bir Konvertörün Gerçekleştirilmesi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Eğitimi Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Peng F.Z. and J-S Lai. (1996). Multilevel Converter-A New Breed of Power Converters. IEEE Trans. On Industry Applications, Vol.32, N0 3, sayfa 509-517.

Rashid, M., (1993). Power Electronics Circuits, Devices And Applications, Prentice Hall, New Jersey, 702p.

Sayigh, A. A. M. (1991). "Chapter 2 – Photovoltaic and Solar Radiation." In Generating Electricity from the Sun, Fred Tremble, editor. Pergamon Press, Oxford.

Tadros, Y., Salama, S. and Höf, R. (1992). Three Level IGBT Inverters. IEEE Applications.

Tang, R. and Wu, T., 2004. Optimal Tilt-Angles For Solar Collectors Used in China. Applied Energy, 79: 239–248.

TEK, S.C. (2008). Güneş Paneli Simülatörü, Elektrik Mühendisleri Odası İstanbul

Şubesi IV. Proje Yarışması, 64s.

Townsend, T. U., 1989. A Method For Estimating The Long-Term Performance Of Direct-Coupled Photovoltaic Systems. Wisconsin Üniversitesi, Master Tezi, 282p.

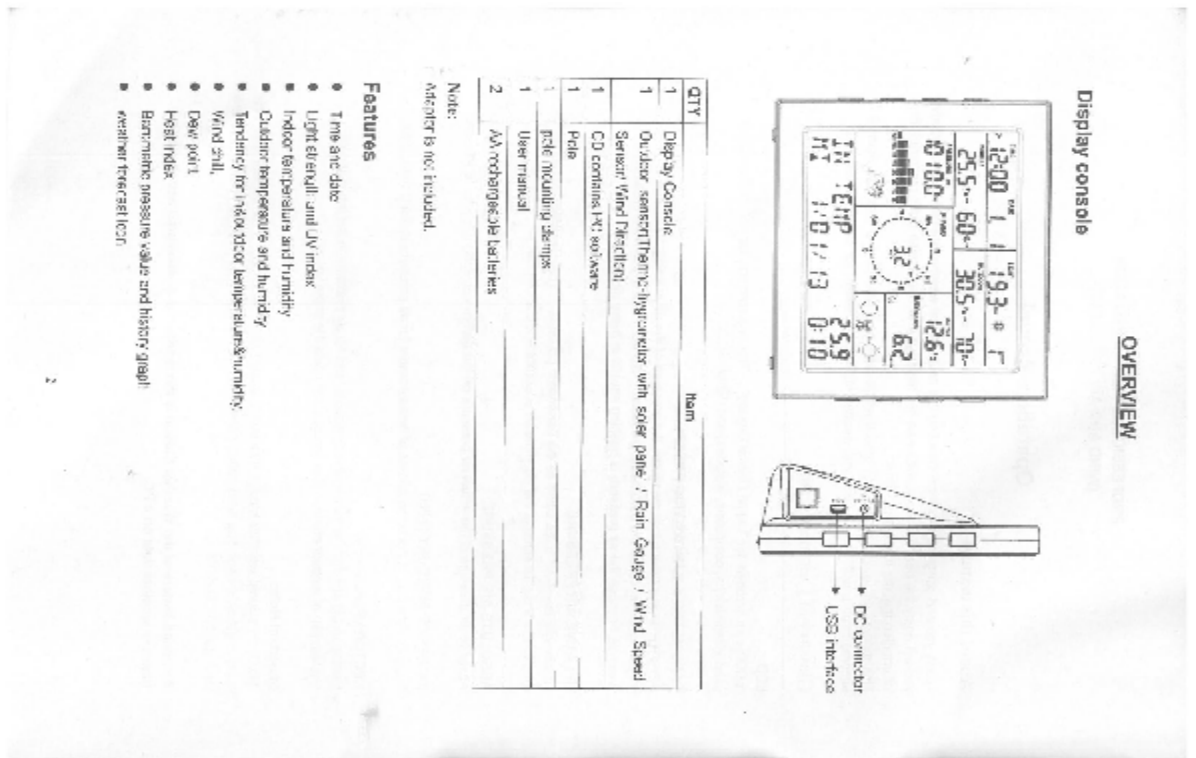
Wang, S., Izaki, K., Hirota, I., Yamashita, H., Omori, H. ve Nakaoka, M., (1998), “Induction-Heated Cooking Appliance Using New Quasi-Resonant ZVS-PWM Inverter with Power Factor Correction”, IEEE Transactions On Industrial Electronics, vol. 34, no. 4, 705-712.

Yakup, M.A.H.M. and Malik, A. Q., 2001. Optimum Tilt Angle And Orientation For Solar Collector In Brunei Darussalam. Renewable Energy, 24:223–234.



EKLER

Meteoroloji istasyonu kurulum ve kullanım kılavuzu



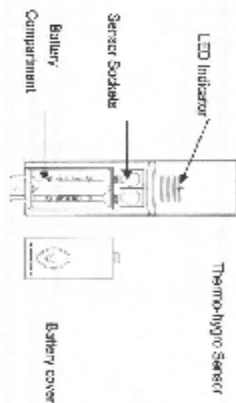
- Wind direction
- Wind speed in mph, km/h, m/s, knots or Beaufort
- Rainfall volume in 24 hours, one week, one month, one year, and total rain since last reset.
- Moon phase
- Internal memory can save 3552 logs of history weather data.
- Message board of sixty settings/alerts/MaxMin records.
- Maximum Minimum records with time stamp.
- High/Low alarm for all weather parameters.
- PC software for data viewing, analyzing and exporting.
- Upload data to internet (optional)

Set up Guide

Before placing and installing all components of the weather station at their final destination, please set up the weather station with all parts being nearby for testing the correct function.

Setting up the base station and transmitter

Setting up using batteries:



- 1) Insert 2xAAA 1.5V alkaline (rechargeable) batteries first into the battery compartment of the remote sensor and immediately afterwards 3xAAA 1.5V alkaline batteries in the base station observing the correct polarity. When battery is first inserted, the red LED light on the remote sensor will be light up for 3-4 seconds. If no LED light up or is lighted permanently, make sure the battery is inserted the correct way or a proper reset is happened!
- 2) When the base station is powered up, the LCD display indicates for 3 seconds and after the "Sleep" it begins measuring indoor temperature, humidity and air pressure. The unit then enter the RF(Radio Frequency) state. When it receives data from the remote sensor.

RF (Radio Frequency) Receiving Mode

1. After power-on, the weather station enters RF receiving state for 180s.
2. Base station receive the temperature, humidity, wind speed and rain data each 60s, receive altitude data each 60s. If there is no real effective signal from the sensor in continuous reception failure in 10minutes, the outdoor temperature and humidity will display "----", the base station didn't receive the signal in 250 minutes, the base station will start search and register new sensor.
3. If the outdoor data lost or a battery change for the transmitter, press the reset button on the solar power cable to re-send the signal and set the receiver on at display side to register new transmitter.
4. Do not press any button outdoor sensor data received, otherwise the outdoor sensor learning mode will be terminated. When outdoor sensor has been registered, the base station will automatically switch to the normal display mode from which all button settings can be performed by the user.
5. If there is no temperature reading in the base station, make sure the UHF's are within range of each other or repeat the battery installation procedure.

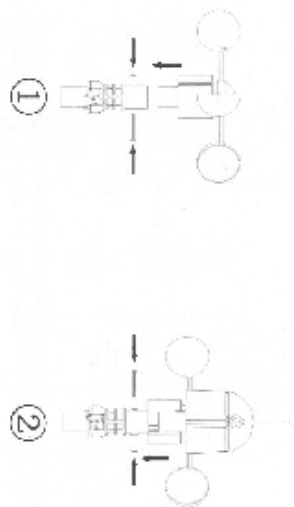
Note:

Currently the radio communication between receiver and transmitter in the open field can reach a distance of up to 350 feet providing that there are no interfering obstacles such as buildings, trees, vehicles, high voltage lines, etc.
Radio Interferences such as AM, airplane, radio or TV sets can, in bad cases, interfere with off radio communication. Please take this into consideration when choosing standing or mounting position.

Mounting the sensor

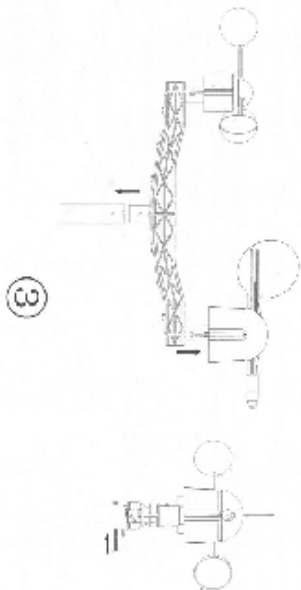
Important Notes:

On the edge of wind direction sensor, there are four notches labeled "N", "E", "S" and "W" representing for the direction of North, East, South and West. Wind direction sensor has to be adjusted so that the direction on the sensor are matching with your real location. Permanent wind direction error will be introduced when the wind direction sensor is not positioned correctly during installation.

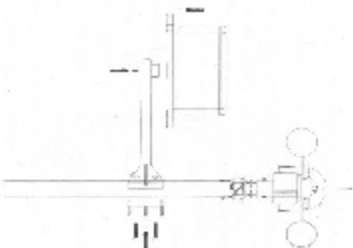


Air conditioner

wind direction sensor

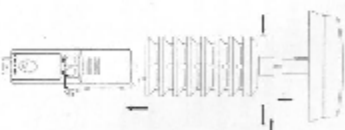


Mounting the dual wind sensor holder



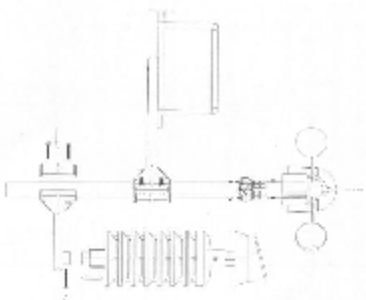
Mounting the rain sensor

4



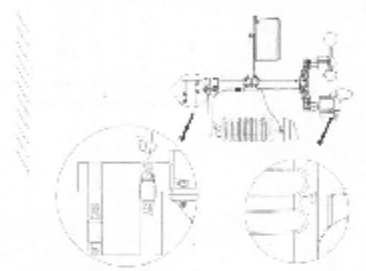
Thermo-hygro sensor with solar panel

5



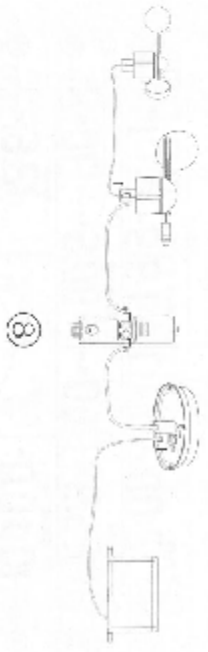
Mounting the thermo-hygro sensor onto the rain sensor

6



Fix the whole set to a pole with the two adjustable loops.

7



8

- The anemometer's cable is connected to the input on the wind direction sensor.
- The wind direction sensor's cable is connected to the input marked Wind on the thermo-hygro sensor.
- The rain sensor's cable is connected to the input marked Rain on the solar panel.
- The solar panel's cable is connected to the input marked Rain on the thermo-hygro sensor.

The solar transmitter

The solar transmitter makes use of solar energy to power the instruments; they are connected to.

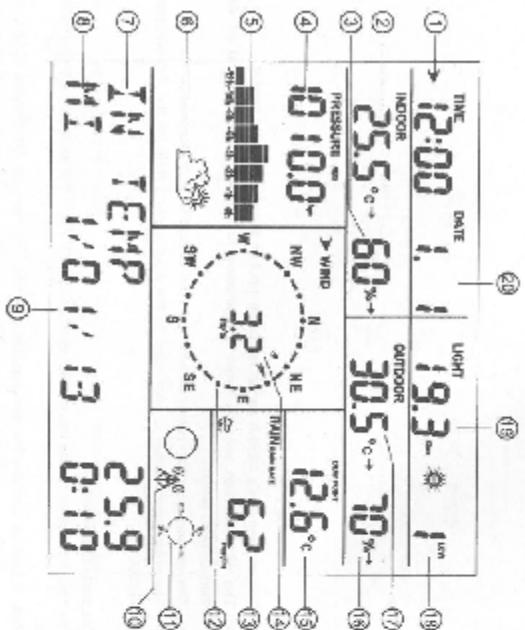
Note: It is important to ensure airtight connections. For the solar transmitters to function properly, make sure the solar receptors on the transmitters are exposed to sunlight and the connectors of the connection cable are securely plugged in.

For best results, direct solar panel as follows:

Solar panel facing north if you reside in the southern hemisphere. Solar panel facing south if you reside in the northern hemisphere.

Display Unit

1. Display Console Layout



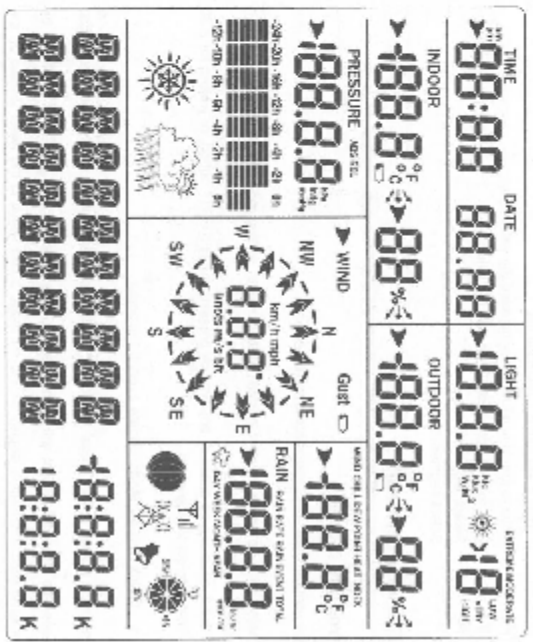
Time	2. Indoor Temperature
3. Indoor Humidity	4. Barometric Pressure
5. Barometric Pressure graph	6. Weather icon
7-8. Message found for text messages and display values	10. RT signal
11. Rainy status	12. Wind direction
13. Rain fall	14. Wind speed/Gust Speed
15. Wind direction/pointHeat index	16. Outdoor Humidity
17. Outdoor temperature	18. L.V. index
19. ght	20. State

2. Initial Display Console Set Up

2.1 The unit will turn on all segments of the LCD for 3 seconds after power on and display setting value. Then the unit will start to register the outdoor transmitter which takes 3 minutes.

2.2 Full display

3



2.3 Auto function



SET Enter the setting mode and set settings
 HISTORY Display history records and return to normal mode

9

- ALARM:** Display high or low alarm function switch error for alarm
- MAX/MIN:** Display maximum/minimum values
- A: Move to previous information/increase the value
 - V: Move to next information/decrease the value
 - ◀: Select segment/display
 - ▶: Select segment/display

Console Operation

Program mode

The screen contains 10 segments for selection.

There are six program modes: normal, setting mode, history mode, alarm mode, maximum mode and call-back mode.

All the modes can be exited at any time by pressing the HISTORY button, or waiting for a 30 second timeout to take effect.

1. Quick Display Mode (Update every 5 Seconds)

Under the normal mode, press "or" button to switch among different segments. The respective chosen segment will be marked with the arrow symbol "▶". And there will be corresponding information display on the message board which is the lower 2 lines of the screen.



The 11 digits on left are used to display text, the right side displays figures. The display will automatically switch after a few seconds. Use the "A" or "V" buttons to manually switch the display.

The following information will display on message board for corresponding segments:

- Time and date

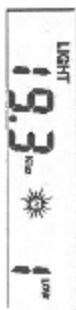


If the arrow symbol "▶" is in the segment, following information will appear on message

10

- board:
- a) Year, Weekday
 - b) Alarm time and status of the alarm/on/off
 - c) Motion phase.

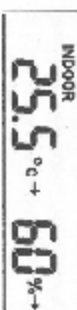
- Light and UV



If the arrow symbol "▶" is in this segment, following information with time stamp will appear on message board:

- a) The max light strength value of the day.
- b) The max light strength value since the last reset.
- c) The max UV index value of the day.
- d) The max UV index value since the last reset.

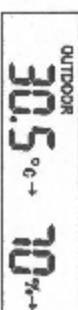
- Indoor temperature



If the arrow symbol "▶" is in this segment, following information with time stamp will appear on message board:

- a) Max indoor temperature value of the current day
- b) Min indoor temperature value of the current day
- c) Max indoor temperature value since the last reset
- d) Min indoor temperature value since the last reset
- e) Max indoor humidity value of the current day.
- f) Min indoor humidity value of the current day.
- g) Max indoor humidity value since the last reset
- h) Min indoor humidity value since the last reset

- Outdoor temperature/humidity

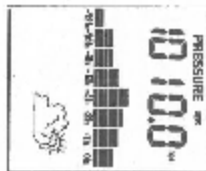


If the arrow symbol "▶" is in this segment, following information with time stamp will appear on message board:

11

- a) Max outdoor temperature value of the current day
- b) Min outdoor temperature value of the current day
- c) Max outdoor temperature value since the last reset
- d) Min outdoor temperature value since the last reset
- e) Max outdoor humidity value of the current day
- f) Min outdoor humidity value of the current day
- g) Max indoor humidity value since the last reset
- h) Min outdoor humidity value since the last reset

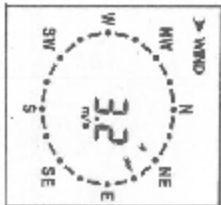
• Barometric




If the arrow symbol  is in this segment, following information with time stamp will appear on message board:

- a) Max relatively barometric pressure of the current day
- b) Min relatively barometric pressure of the current day
- c) Max relatively barometric pressure since the last reset
- d) Min relatively barometric pressure since the last reset
- e) Max absolute barometric pressure of the current day
- f) Min absolute barometric pressure of the current day
- g) Max absolute barometric pressure since the last reset
- h) Min absolute barometric pressure since the last reset

• Wind and gust speed




If the arrow symbol  is in this segment, following information with time stamp will appear on message board:

- a) The max wind speed of the current day
- b) The max wind speed since the last reset
- c) The max wind gust speed of the current day
- d) The max wind gust speed since the last reset

• Wind chill, dew point, heat index




If the arrow symbol  is in this segment, following information with time stamp will appear on message board:

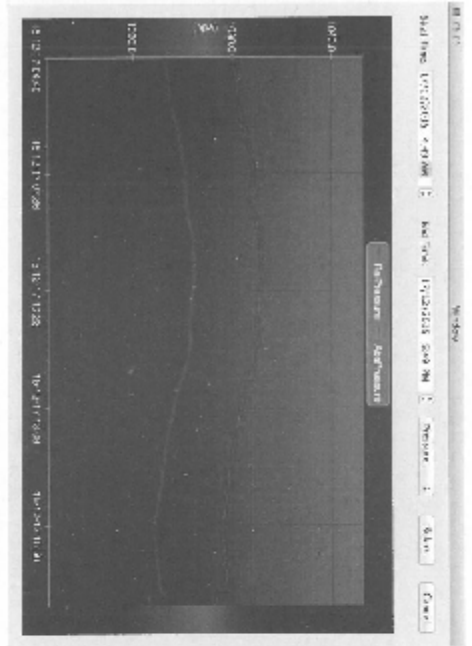
- a) Min wind chill temperature of the current day
- b) Min wind chill temperature since the last reset
- c) Max dew point temperature of the current day
- d) Min dew point temperature of the current day
- e) Max dew point temperature since the last reset
- f) Min dew point temperature since the last reset
- g) Max heat index of the day or the current day
- h) Max heat index of the day since the last reset

• Rainfall



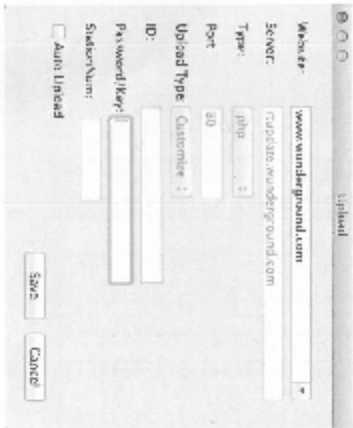
If the arrow symbol  is in this segment, following information with time stamp will appear on message board:

- a) Max rain rate of the current day
- b) Max rain rate since the last reset
- c) Max Rainfall rate of current day
- d) Max Rainfall rate of last week
- e) Max Rainfall rate of last month
- f) Max Rainfall rate of last year



5.6 Upload option:

IP gate ratio to 4.3



5.7 Check software version

38

Click About WeatherStation button, enter the About menu to check version information.

Special Notes about time synchronization between PC and sub-station:

The PC software obtained its own time scale through the fire internet rather than the base station history data, and the PC software automatically synchronizes the weather data with its time stamp calculated. Thus the history data file can have different time when the PC time and base station time is not same. In order to make the time scale correct, remember to set the PC time and base station time same, and further to the 'no weather data is allowed to be missed or over written if history weather memory on the base station is cleared by manual setting. Then the history weather data sync last uploading is lost permanently.

Before memory is used up memory born on LCD display showing '100% full', remember to upload weather history data to PC periodically.

If there is a record happened for the rain fall on the base station, then there will be rain situation accordingly between PC and base station.

Troubleshooting Guide

Problem	Solution
Weather remote (outdoor unit) not reporting in no console.	Check the User battery/cable/connector LED, no flashing. You must renew the weather wind to view the LED.
There are dashes '-' on the display console.	The outside sensor has an LED under the plastic, just above the battery compartment. The LED will flash every 48 seconds.
	If the LED is not flashing every 48 seconds. Remove the console in the outside thermistor/thermistor case.
	If the batteries were recently replaced, check the polarity if the sensor is flashing every 48 seconds, proceed to the next step.
	There may be a temporary loss of communication due to reception loss related to interference or other location factors.
	or the batteries may have been changed in the remote and the console has not been reset. The solder may be as simple as powering down and up the console.

39

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

ADI VE SOYADI: Ethem Bahadır Batmaz

DOĞUM YERİ VE TARİHİ: İstanbul, 23.05.1982

MEDENİ HALİ:Bekar

E- MAİL: bahadirbatmaz@gmail.com

ADRES (İŞ): Güvence Yapı Denetim Ltd. Şti. Sultaniye Mah. 350. Sok. No:1 d:75
Esenyurt/İSTANBUL

EĞİTİM DURUMU

2016 – :İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

2009 - 2012 :Gebze İleri teknoloji Enstitüsü Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

2001 - 2007 : Sakarya Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği

1996 – 2000: İbrahimTurhan Lisesi

YABANCI DİL :İngilizce

İŞ TECRÜBESİ

Eylül 2013 – Güvence Yapı Denetim Ltd Şti- Elektrik Mühendisi

Eylül 2009- Eylül 2013 İstanbul Arel Üniversitesi - Araştırma Görevlisi

Eylül 2007 – Eylül 2009 İstanbul Haliç Üniversitesi - Araştırma Görevlisi