MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FOTOVOLTAİK PANELLERDE GÜNEŞ IŞINIMI-SICAKLIK-AKIM-GERİLİM (GISAG) TAŞINABİLİR VERİ KAYIT SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI

GÜRKAN SOYER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı

Elektrik Eğitimi Programı

DANIŞMAN
Doç. Dr. Şafak SAĞLAM

İSTANBUL, 2017

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FOTOVOLTAİK PANELLERDE GÜNEŞ IŞINIMI-SICAKLIK-AKIM-GERİLİM (GISAG) TAŞINABİLİR VERİ KAYIT SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI

GÜRKAN SOYER
522310009

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı

Elektrik Eğitimi Programı

DANIŞMAN
Doç. Dr. Şafak SAĞLAM

İSTANBUL, 2017

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi Gürkan SOYER'in "**Fotovoltaik Panellerde Güneş Işınımı-Sıcaklık-Akım-Gerilim (GISAG) Taşınabilir Veri Kayıt Sistemi Tasarımı ve Uygulaması**" başlıklı tez çalışması, 19 Aralık 2016 tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

Doç.Dr. Şafak SAĞLAM (Danışman)
Marmara Üniversitesi .....(İMZA).....

Prof.Dr. B. Koray TUNÇALP (Üye)
Haliç Üniversitesi .....(İMZA).....

Doç.Dr. Bülent ORAL (Üye)
Marmara Üniversitesi .....(İMZA).....

ONAY

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 16./01./2017 tarih ve 2017/02-03 sayılı kararı ile Gürkan SOYER'in Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı Elektrik Eğitimi Programında Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Uğur YAHŞİ

TEŞEKKÜR

Çalışmamın tüm aşamalarında değerli yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım sayın Doç.Dr. Şafak SAĞLAM'a, tez çalışmam süresince yanımda olan ve desteğini her zaman hissettiğim değerli arkadaşım Demet GENEL'e, teknik desteklerinden dolayı dostlarım Ali SANCAK ve Erdal CAMCI'ya ve her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Ocak, 2017 **Gürkan SOYER**

İÇİNDEKİLER

SAYFA

TEŞEKKÜR ..... **i**

İÇİNDEKİLER ..... **ii**

ÖZET ..... **v**

ABSTRACT ..... **vi**

SEMBOLLER/SYMBOLS ..... **vii**

KISALTMALAR/ABBREVIATIONS ..... **viii**

ŞEKİL LİSTESİ/LIST OF FIGURES ..... **x**

TABLO LİSTESİ/LIST OF TABLES ..... **xii**

1. GİRİŞ **1**

1.1 Çalışmanın Amacı **1**

1.2 Literatür Taraması **3**

1.3 Yenilenebilir Enerji Kaynakları **4**

1.3.1 Hidroelektrik enerjisi 6

1.3.2 Rüzgar enerjisi 7

1.3.3 Biyokütle enerjisi 8

1.3.4 Jeotermal enerji 9

1.3.5 Deniz kökenli yenilenebilir enerji 10

1.3.6 Hidrojen enerjisi 10

1.4 **Güneş Enerjisi** 11

1.4.1 Güneş panellerinin yapısı 16

1.4.2 Maksimum güç noktası izleme (MGNİ) sistemleri 18

2. MATERYAL VE YÖNTEM **19**

2.1 Materyal **19**

2.1.1 Arduino ile ilgili temel kavramlar 19
2.1.2 Dokunmatik LCD ekran 23
2.1.3 SD kart 25
2.1.3.1 Karttan veri okuma 26
2.1.3.2 Karta veri yazma 27
2.1.4 Gerçek zaman saati 27
2.1.5 Sıcaklık algılayıcı 28
2.1.6 Güneş ışınım sensörü 29
2.1.7 Güneş paneli 30
2.1.8 Akü 31
2.1.9 Şarj devresi 31
2.1.10 Gerilim bölücü 33
2.1.11 Akım ölçüm direnci 34
2.1.12 Yük grubu 35
2.1.13 Simülasyon programı (Proteus) 37
2.2 Yöntem 38
2.2.1 Tasarlanan sistemin yapısı ve çalışma prensibi 39
2.2.1.1 Sistemin yapısı 39
2.2.1.2 Sistemin çalışma prensibi 40
2.2.2 Ölçüm kartı tasarımı 44
2.2.2.1 Cihaz açma-kapama devresi 45
2.2.2.2 Gerilim bölücü devresi 45
2.2.2.3 Akım ölçüm devresi 46
2.2.2.4 Işınım ölçüm devresi 46
2.2.2.5 Sıcaklık sensörü besleme devresi 48
2.2.3 Yazılım 48

2.2.3.1 Ekran yazılımı 48

2.2.3.2 Işınım hesaplama ve kayıt 49

2.2.3.3 Gerilim hesaplama ve kayıt 50

2.2.3.4 Akım hesaplama ve kayıt 51

2.2.3.5 Sıcaklık sensörü değerleri okuma ve kayıt 51

3. BULGULAR VE TARTIŞMA 52

3.1 Kaydedilen Verilerin İncelenmesi 52

4. SONUÇ 56

KAYNAKLAR/ REFERENCES 58

EKLER 61

ÖZET

FOTOVOLTAİK PANELLERDE GÜNEŞ IŞINIMI-SICAKLIK-AKIM-GERİLİM (GISAG) TAŞINABİLİR VERİ KAYIT SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI

Gürkan SOYER

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Şafak SAĞLAM

Fotovoltaik (PV) sistemler, güneş pilleri, depolama elemanları ve beslediği yükün karakteristiğine bağlı olarak bazı ilave elemanlar içeren bir yapıya sahiptirler. Bu sistemlerin en önemli elemanı kuşkusuz fotovoltaik panellerdir. İlk kurulum aşamasında güneş pillerinin en iyi şartlarda ve en yüksek verimle çalışabilecekleri bir sistem tasarlamak çok önemlidir. Güneş ışınımı sürekli değişkenlik gösterdiği için uzun süreli ölçümler yapmak gerekmektedir. Sistem üzerinde değerlerin günün farklı saatlerinde kaydı ve sistem başında bulunmak çeşitli sorunlar çıkarmakta, ölçüm yapılan süre oldukça uzun olmaktadır. Bu da uzun süreli olarak ışınım, sıcaklık ve fotovoltaik panel güç değerlerinin ölçümünün yapılabileceği bir sistemi gerekli kılmıştır. Yapılan bu tez çalışmasında da elektrik enerjisi üretimi için kullanılan fotovoltaik panellerin üretmiş oldukları akım, gerilim, güç ve eş zamanlı ışınım-sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak Secure Digital (SD) Memory Card içerisine depolanmıştır. Sensörler yardımı ile ölçülen ışınım, sıcaklık değerleri ve fotovoltaik panelin çıkışından elde edilen akım ve gerilim değerleri veri toplama kartına uygulanarak buradan elde edilen referans değerleri Arduino (mikrodenetleyici kartı) girişlerine verilmiştir. Ölçülen değerler SD hafıza kartı içerisine kaydedilmektedir. Bu kayıt hafıza kartı içerisine oluşturulan düz metin (txt) formatındaki dosya içerisine yapılmaktadır. Aynı zamanda ölçüm değerleri dokunmatik ekran üzerinden anlık olarak izlenebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik Panel, Işınım, Sıcaklık, Ardunio, Dokunmatik ekran, SD Hafıza Kartı, Veri Kayıt Sistemi.

ABSTRACT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF PORTABLE DATA RECORDING SYSTEM FOR SOLAR RADIATION-TEMPERATURE-CURRENT-VOLTAGE OF PHOTOVOLTAIC PANELS (GISAG)

Gürkan SOYER

MARMARA UNIVERSITY

Institute For Graduate Studies In Pure And Applied Sciences

Department of Electric Education

Thesis Supervisor: Assoc.Prof. Şafak SAĞLAM

Photovoltaic systems has solar cells, storage elements and some additional components according to characteristic of the load that is supplied. It is certain that the crucial element of these systems are photovoltaic panels. It is necessary for the first setup stage to design the system in a way that solar cells can work in the best conditions and at the highest efficiency. As solar radiation is being changed constantly, long term measurements are required. Recording the values of the system at different hours of the day and supervising the system tooks considerable amount of time wich is hard to record or supervise. In that condition a system that can measure the radiation, temperature and photovoltaic panels' power value in long term is necessary. In this thesis, photovoltaic panels that are used for productions of electrical power generation such as current, voltage, power and solar radiation and temperature values depending on the time has been stored in SecureDigital (SD) Memory Card. Solar radiation and temperature values that measured with sensors and the current and voltage values obtained from the output of the photovoltaic panels are recorded to the data board and reference values that are obtained from the board have given to Arduino input. The measured values are recorded in the SD memory card. This record is saved into the the memory card in a form of plain text (txt) file. Also, measured values can be monitored transiently via touch screen.

Key Words : Photovoltaic Panels, Radiation, Temperature, Arduino, Touch Screen, SD Memory Card, Data Saving System.

SEMBOLLER/SYMBOLS

AC **:** Alternatif Akım -(Alternating Current) (A)

DC **:** Doğru Akım -(Direct Current) (A)

V **:** Gerilim (V)

Vcc **:** Besleme Gerilimi (V)

Vin **:** Giriş Gerilimi (V)

Voc **:** Açık Devre Voltajı -(Open Circuit Voltage) (V)

Vout **:** Çıkış Gerilimi (V)

I **:** Akım (A)

Imp **:** Anma Akımı -(Rated Current) (A)

Isc **:** Kısa Devre Akımı -(Short Circuit Current) (A)

Pc **:** Panel Akımı -(Panel Current) (A)

Pp **:** Panel Gücü -(Panel Power) (W)

Pmax **:** Maksimum Güç -(Maximum Power) (W)

Pv **:** Panel Gerilimi -(Panel Voltage) (V)

R **:** Direnç (Ohm)

t **:** Zaman (s)

T **:** Sıcaklık (°C)

KISALTMALAR/ABBREVIATIONS

A/D **:** Analog/Digital

ADC **:** Analog Dijital Dönüştürücü -(Analog Digital Converter)

TFT **:** İnce Film Transistör-(Thin Film Transistor)

CCP **:** Yakalama/Karşılaştırma/PWM -(Capture/Compare/PWM)

CLK **:** Saat Sinyali -(Clock Signal)

CPU **:** Merkezi İşlem Birimi -(Central Processing Unit)

CRC **:** Döngüsel Artıklık Hatası -(Cyclic Redundancy Check)

CS **:** Çip Seç -(Chip Select)

DAQ **:** Veri Toplama Sistemi -(Data Acquisition system)

DI **:** Veri Girişi -(Data Input)

DO **:** Veri Çıkışı -(Data Out)

EPDK **:** Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

FAT **:** Dosya Yerleşim Tablosu -(File Allocation Table)

GEPA **:** Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası

GLCD **:** Grafiksel Sıvı Kristal Ekran -(Graphical Liquid Crystal Display)

GW **:** Gigawatt

HES **:** Hidroelektrik Santral

IEA **:** Uluslararası Enerji Ajansı

I/O **:** Giriş/Çıkış -(Input/Output)

LCD **:** Sıvı Kristal Ekran -(Liquid Crystal Display)

MGNİ **:** Maksimum Güç Noktası İzleme

MMC **:** Multimedya Kart -(Multi Media Card)

MPP **:** Maksimum Güç Noktası -(Maximum Power Point)

MS **:** Hafıza Kartı -(Memory Stick)

MW **:** Megawatt

PC **:** Kişisel Bilgisayar -(Personel Computer)

PCB **:** Baskılı Devre Kartı -(Printed Circuit Board)

PDA **:** Kişisel Dijital Asistan -(Personal Digital Assistant)

PIC **:** Çevrebirim arayüz denetleyicisi -(Peripheral Interface Controller)

PV **:** Fotovoltaik -(Photovoltaic)

PVPS **:** Fotovoltaik Güç Sistemleri Programı

PWM **:** Darbe-Genişlik Modülasyonu -(Pulse-Width Modulation)

RAM **:** Rastgele Erişimli Bellek -(Random Access Memory)

RC **:** Direnç/Kapasitör -(Resistor/Capasitor)

RES **:** Rüzgâr Enerjisi Santrali

ROM **:** Sadece Okunabilir Bellek -(Read-Only Memory)

SD **:** Güvenli Sayısal Bellek Kartı -(Secure Digital Memory Card)

SM **:** Akıllı Medya -(Smart Media)

SPI **:** Seri Çevresel Arayüz -(Serial Peripheral Interface)

TBBM **:** Türkiye Büyük Millet Meclisi

TMR **:** Zamanlayıcı -(Timer)

USB **:** Evrensel Seri Veriyolu -(Universal Serial Bus)

ŞEKİL LİSTESİ/LIST OF FIGURES

SAYFA

Şekil 1.1 2030 Yılına Kadar Enerji Üretim Kapasitelerinin Dağılım Öngörüsü. 5
Şekil 1.2 Hidroelektrik Santralde Enerji Üretimi..... 6
Şekil 0.3 Türkiye'de Hidroelektrik Enerjisi Kurulu Gücün Yıllara Göre Artışı……...6
Şekil 1.4 Rüzgar Türbini İç Yapısı..... 7
Şekil 0.5 Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Kurulu Gücü……..7
Şekil 1.6 Biyokütle Enerjisi İle Çalışan Santralin Yapısı 8
Şekil 1.7 Türkiye'de Biyokütle Enerjisi Kurulu Gücü 9
Şekil 1.8 Türkiye'de Jeotermal Enerjisi Kurulu Gücü 9
Şekil 1.9 Hidrojen Enerjisi Sistemi 11
Şekil 1.10 Evsel Kullanım Bir Fotovoltaik Sisteme Ait Şema..... 12
Şekil 1.11 Bir Fotovoltaik Santrale Ait Şema 13
Şekil 1.12 IEA Fotovoltaik Güç Sistemleri Programına Dahil Ülkelerde Kurulu Gücün Yıllara Göre Değişimi 13
Şekil 1.13 2015 Yılı Güneş Enerjisi Kurulu Güç İlk 10 Ülke..... 14
Şekil 1.14 Türkiye'de Haziran 2016 İtibariyle Güneş Enerjisi Kurulu Gücü. 15
Şekil 1.15 Konya Kızören Güneş Enerji Santrali..... 15
Şekil 1.16 PV Panelin Profil Kesiti 16
Şekil 1.17 PV Panelin Çalışma Prensibi……16
Şekil 1.18 PV Panel Eşdeğer Devresi……..17
Şekil 1.19 Hücre, Modül, Panel Ve Dizi Oluşumundaki İlişki. 17
Şekil 1.20 Maksimum Güç Noktası Eğrisi 18
Şekil 2.1 Arduino Yazılım Geliştirme Ortamı (IDE). 20
Şekil 2.2 Arduino Mega 2560 21
Şekil 2.3 Dokunmatik LCD Ekran Katmanları 23
Şekil 2.4 Dokunmatik LCD Ekran 24
Şekil 2.5 Ekranın Arduino Üzerine Montajı Ve SD Kart Slotunun Takılması 24
Şekil 2.6 Secure digital hafıza kartı kılıf şekilleri ve boyutları..... 25
Şekil 2.7 Tercih Edilen Micro SD Kart Ve Adaptörü…….25
Şekil 2.8 Secure Digital (SD) Hafıza Kartı Bacaklarının İşlevleri..... 26
Şekil 2.9 DS1302 Gerçek Zaman Entegresi……...27
Şekil 2.10 Gerçek Zaman Entegresi Bağlantı Şekli……..28
Şekil 2.11 Sıcaklık Entegresi Ve Uç Bağlantı Şeması……..28
Şekil 2.12 DRG-100 Işınım Sensörü…….29
Şekil 2.13 Kullanılan Güneş Paneli……...30
Şekil 2.14 Güneş Panelinin Etiket Değerleri…….30
Şekil 2.15 Kullanılan Akü Ve Etiket Değerleri……..31
Şekil 2.16 Şarj Devresi. 32
Şekil 2.17 Gerilim Bölücü Devre. 33
Şekil 2.18 ACS712 Akım Sensörü. 34
Şekil 2.19 Seri Dirençle Akım Ölçümü. 35
Şekil 0.20 Yük Grubu Devre Şekli…….36
Şekil 0.21 Yük Grubu Görünümü……..36
Şekil 0.22 Proteus Uygulama Ekranı Görüntüsü……37
Şekil 0.23 Kurulan Ölçüm Ve Kayıt Sisteminin Görüntüsü (24.06.2016)…….38

Şekil 0.24 Sistem Bileşenlerinin Görüntüsü……...39
Şekil 0.25 Cihazın İç Yapısının Görüntüsü……...40
Şekil 0.26 Şifre Ekranı……...41
Şekil 0.27 Ana Ekran…….…….41
Şekil 0.28 Yıl, Ay, Gün Ayarlama Ekranları……...….42
Şekil 0.29 Saat, Dakika, Saniye Ayarlama Ekranları……..42
Şekil 0.30 24.06.2016 Txt Kayıt Dosyasının Görünümü……...43
Şekil 0.31 26.06.2016 Tarihine Ait Verilerin Grafiksel Gösterimi……43
Şekil 0.32 Ölçüm Kartı Klemens İsimleri Ve Numralandırması……44
Şekil 0.33 Açma- Kapama Rölesi……..45
Şekil 0.34 Gerilim Bölücü Dirençler……..46
Şekil 0.35 Akım Ölçümünde Kullanılan Direnç……46
Şekil 0.36 LM 358 Opamlı Yükselteç Devresi……..47
Şekil 0.37 LM358 Entegre Kılıfı Ve Kurulan Yükseltme Devresi Görünümü……..47
Şekil 0.38 LM 7805 Regüle Entegresi……48
Şekil 0.39 Şifre Değiştirme Satırı……49
Şekil 0.40 İsimlendirme Değiştirme Satırı……..49
Şekil 0.41 Işınım Hesalama Ve Kaydetme……..50
Şekil 0.42 Gerilim Hesaplama Ve Kaydetme……..50
Şekil 0.43 Akım Hesaplama Ve Kaydetme……51
Şekil 0.44 Sıcaklık Okuma Ve Kaydetme……...51
Şekil 3.1 29.07.2016 Tarih Ve 11:20 Saatinde Bağımsız Gerilim Ölçümü…….. ...52
Şekil 3.2 29.07.2016 Tarih Ve 11:20 Saatinde Cihaz Kayıtları……52
Şekil 3.3 29.07.2016 Tarih Ve 11:23 Saatinde Bağımsız Akım Ölçümü…….....53
Şekil 3.4 29.07.2016 Tarih Ve 11:23 Saatinde Cihaz Kayıtları……...….53
Şekil 3.5 16.07.2016 Tarihli Veri Kayıtları Grafiği……...….54
Şekil 3.6 16.07.2016 Tarihli Hava Durumu……....54
Şekil 3.7 21.07.2016 Tarihli Veri Kayıtları Grafiği……54
Şekil 3.8 21.07.2016 Tarihli Hava Durumu……...…….54
Şekil 3.9 30.08.2016 Tarihli Veri Kayıtları Grafiği……...……55
Şekil 3.10 30.08.2016 Tarihli Hava Durumu……..…...55
Şekil 3.11 03.09.2016 Tarihli Veri Kayıtları Grafiği……..55
Şekil 3.12 03.09.2016 Tarihli Hava Durumu…….....55
Şekil Ek-1 Arduino Mega 2560 Bacak fonksiyonları (1-33)..... 61
Şekil Ek-2 Arduino Mega 2560 Bacak fonksiyonları (34-66)..... 62
Şekil Ek-3 Arduino Mega 2560 Bacak fonksiyonları (67-100)..... 63
Şekil Ek-3 Veri Toplama Kartına Ait PCB Çizim..... 65
Şekil Ek-4 Kurulan Ölçüm Ve Kayıt Sisteminde Ayarlamalar Yapılırken. (02.08.2016) 66

TABLO LİSTESİ/LIST OF TABLES

SAYFA

Tablo 1.1 Enerji üretim teknolojilerinin karşılaştırması……...2
Tablo 2.1 Arduino Mega Teknik özellikleri …..……22
Tablo 2.2 DRG-100 Işınım Sensörü Teknik özellikleri …...……...29

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

Enerji yüzyıllar önce insanoğlunun en temel ihtiyaçları arasına girmiştir. Günümüzde ise devletlerin gelişmişlik düzeyleri enerji ihtiyaçlarını karşılayabilme yetenekleriyle ölçülmektedir. Bir ülkedeki sağlık, eğitim, ulaşım hatta güvenlik alanlarındaki gelişmişliği bile enerji ihtiyacının karşılanabildiği seviyededir. Dünyadaki bu enerji ihtiyacı ham madde ihtiyacını tetiklemiş, sanayi devrimi ile fosil yakıt ihtiyacı birincil ihtiyaç haline gelmiştir. Bu ihtiyaç ülkeler arasındaki büyük ihracat anlaşmalarına bazende savaşlara neden olmuştur[1].

Dünyanın enerji ihtiyacının büyük bölümü yüzyıllarca fosil yakıtlardan karşılanmıştır. Fakat günümüzde fosil yakıtlar tükenme noktasına gelmiştir. Ayrıca fosil yakıtların dünyamıza verdiği zararlar daha net bir şekilde ortaya çıkmıştır. Araçlarda, evlerde veya elektrik üretimi için santrallerde kullanılan yakıtlar atmosfere karbondioksit (CO_2) gazı salınımı yapmaktadır. Bu salınım sonucunda da ‘‘sera etkisi’’ denilen küresel ısınma ve iklimsel değişikliklerinin meydana gelmesi gerçeği insanlığı yeni enerji kaynakları arayışına yöneltmiştir.

Bu yönelme çeşitli enerji kaynaklarının gelişmesine olanak sağlamış bir çok yeni enerji kaynağı bulunmuş ve bu alanda araştırmalar devam etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimi çevreye duyarlı insanlar açısından umut ve heyecan verici bir boyuta ulaşmıştır. Dünya yönünü yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Bu kaynaklardan en yaygın kullanım alanı bulan kaynaklardan biri ise fotovoltaik sistemler olmuştur.

Dünya Enerji Konseyi’nin yaptığı analiz çalışmalarına göre 2030 yılından itibaren yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji miktarı hızla artarak 2100’lü yıllarda dünya enerji pazarında çok büyük bir paya sahip olması beklenmektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi bu kaynaklardan yararlanabilme kapasitesinin artırılmasına bağlıdır.

Enerji üretim teknolojilerinin sürdürülebilirlik parametreleri açısından karşılaştırması Tablo 1’de görülmektedir. Görüldüğü gibi CO_2 gazı salınımı, bulunabilirlik, arazi kullanımı, tatlı su tüketimi, çevresel ve sosyal etkileri açısından,

fotovoltaik sistemler diğer enerji üretim sistemleri ile kıyaslanınca bir çok avantaja sahiptirler. Fakat birim enerji maliyeti ve panel verimleri açısından önemli bir dezavantaj mevcuttur. Ancak bu dezavantaj son yıllarda yapılan yatırımlar ve teknolojik iyileştirmeler sonucu oldukça azalmaktadır. 2025 yılına kadar birim enerji maliyetinin bu günkü değerinin yarısına inmesi beklenmektedir ki bu azalma diğer yenilenebilir sistemlere göre oldukça yüksektir[2].

Tablo 1.1 Enerji üretim teknolojilerinin karşılaştırması[2].

ÜRETİM TEKNOLOJİSİ	Birim Enerji Maliyeti [$/kWh]	CO2 Emisyonu [g/kWh]	Bulunabilirlik	Verim [%]	Temiz su tüketimi [kg/kWh]	Arazi kullanımı [km2/GW]	Sosyal ve Çevresel Etkiler
Nükleer	0.0172 - 0.0273	10 - 50	280 yıl %99'u sadece 10 ülkenin sınırları içindedir	30 - 45	30 -100	1 - 4	Radyoaktif sızıntı tehlikesi Kamuoyu tepkileri Nükleer atık sorunları
Kömür	< 0.1	1000	185 - 260 yıl %50'si sadece 3 ülke sınırları içindedir. (%26 ABD, %16 Rusya and %11.5 Çin)	30 - 45	15 - 30	10 - 20	Yüksek zehirli gaz emisyonları Kamuoyu tarafından olumsuz algı Çevre kirliliği ve sera gazı etkileri Maden çıkarma zorlukları
Doğal Gaz	< 0.1	500 - 600	120 yıl %41'i Orta Doğu, %27'si Rusya sınırları içindedir	45 - 55	15 -30	1 - 4	Bir çok ülke için ithal bir yakıt olması Dışa bağımlılık nedeniyle olumsuz kamuoyu algısı Yüksek karbondiaoksit emisyonu
Rüzgar	0.4 - 0.5	10 - 50	Tükenmez	24 - 54	< 1	50 -100	Gürültü kirliliği Görüntü kirliliği (minor) Doğal yaşam üzerindeki olumsuz etkileri Kuş ölümleri Kamuoyunda olumlu algı
Hidroelektrik	0.1 - 0.3	1 - 100	Tükenmez	> 90	65 - 70	75 - 750	İklim değişikliği Büyük arazi kullanımı nedeniyle tarihi ve doğal çevreye yaptığı olumsuz etkiler
Fotovoltaik	0.8 - 1.2	15 - 100	Tükenmez	12 - 22	< 1	28 - 64	Modül üretiminde meydana gelen zehirli atıklar Görüntü kirliliği (minor) Kamuoyunda olumlu algı

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) 1993 yılında başlattığı Fotovoltaik Güç Sistemleri Programı'na (PVPS) dahil olan ülkeler arasına 2009 yılında ülkemiz de katılmıştır. Ajansın 2015 yılında yayınladığı raporda ülkemizin 2014 yılı toplam kurulu gücü 40 MW olarak verilmiştir. Bu değerin toplam kurulu güçteki payı oldukça düşüktür. Ayrıca ülkemizdeki kurulu gücün %90'ı tek başına çalışan yerel sistemlerdir[3].

2023 yılında enerji tüketiminin %30'unu yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlamayı resmi politika hedefi olarak koymuş olan ülkemizin, fotovoltaik sistemlere de gereken yatırım ve teşfikleri yapması çok büyük önem arz etmektedir. Ülkemizde şu anda başlamış olan bir çok güneş enerjisi santrali (GES) projesi mevcuttur. Bu santraller inşa

edilmeden önce ise uzun süre alan araştırmaları ve ölçümlerinin yapılması gerekmektedir. PV sistemin kurulacağı bölgede günlük, aylık, mevsimlik ve yıllık bazda güneş ışınımı, panel akımı, gerilimi ve gücü gibi değerlerin incelenmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir. Sonuç olarak sistem kurulumu için bölgeden yeterli miktarda akım, gerilim ve güç değeri ölçülerek bölgedeki ışınım miktarının yeterliliği analiz edilmelidir.

Yapılan bu çalışmada sistemin kurulacağı alanda fotovoltaik panel akımı, gerilimi, sıcaklığı ve güneş ışınım değerlerinin alınmasını ve çalışan bir panel grubunun güç üretiminin gerçek zamanlı olarak izlenmesini, düz metin (txt) formatında SD hafıza kartı üzerine kayıt edilmesini sağlayacak bir cihaz tasarımı gerçekleştirilmiştir.

1.2 Literatür Taraması

Çalışmada amaç kurulması tasarlanan fotovoltaik sistemin en yüksek performansta çalışmasını sağlamak için sistem üzerinde değişimleri izlemek ve kaydetmektir. Bu güne kadar benzer konularda yapılan çalışmalar incelendiğinde Veri toplama için çeşitli yöntemler kullanıldığı görülmüştür.

Altan KALAY, yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında, Muğla Üniversitesi yerleşkesinde bulunan 15 kwp kurulu güce sahip fotovoltaik (PV) sistemin güç kalitesinin incelenmesi ve şebeke karakteristikleri ile karşılaştırılması amacıyla bir kayıt sistemi geliştirmiştir[4].

Bu amaçla yapılan ölçüm işlemlerinde PV sistem ve şebekeye ait akım ve gerilim büyüklüklerine ait 4 dakikalık zaman periyotları boyunca genel karakteristikler saptanmıştır. Elde edilen grafik şekillerinden gerilimin, akımın frekansın, harmoniklerin, aktif, reaktif ve görünür güçlerin, güç katsayılarının karakteristikleri ile sonuçlara ulaşılmıştır[4].

Taner YILDIRIM, Hacettepe Üniversitesinde yapmış olduğu güneş ve rüzgâr enerjisi veri toplama sisteminin geliştirilmesi isimli yüksek lisans tezinde (2008), yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr enerjisinde akış hızı ve güneş enerjisinde ışınım değerlerini kaydeden bir veri toplama sistemi geliştirmiştir[5].

Cihaz tüm girişlerinden ve dahili sensörlerden gelen bilgileri bir hafıza kartında beşer saniyelik aralıklarla saklamaktadır. Bu durumda 1 Gbyte'lık hafıza kartı ile 2 yıllık

veriler saklanabilmektedir. Hafıza kartı dolduğunda ya da ölçüm tamamlandığında, hafıza kartı cihazdan çıkarılıp arşivlenerek ve yerine boş bir hafıza kartı takılarak veya hafıza kartındaki veriler kopyalandıktan sonra boşaltılıp geri takılarak kullanılabilmektedir. Sistem en çok 2 Gbyte'lık kartları desteklemektedir[5].

Metin AYDIN, M.Hadi SÜZER ve Bülent YEŞİLATA fotovoltaik (PV) sistemlerin gerçek zamanlı çalışma performanslarını ölçmek amacıyla akım, gerilim ve panel yüzey sıcaklığını ölçebilecek bir Veri İzleme ve Kayıt Kartı (DAQ) tasarımı yapmışlardır[6].

Veri kartı kullanılarak 0-64 saniyelik zaman aralıklarında ölçümler yapılabilmektedir. Panel yüzey sıcaklığının tespitinde LM35 tip sıcaklık sensörü kullanılmaktadır. Sensör PV panelin arka yüzeyine yapıştırılarak sıcaklık tespit edilmektedir[6].

Abigail Krich (2007) yapmış olduğu çalışmada fotovoltaik güneş pillerinin gerçek zamanlı izlenmesi ve verilerin depolanmasını enerjisini panelden alan bir sistem yardımı ile flash belleğe gerçekleştirmiştir[7].

Güneş enerjisi ile çalışan veri kaydedici sistem, ışınımı sensöründen gelen analog sinyali dijital değere dönüştürüp bir flaş belleğe depolanmasını sağlar. Sistem verileri saat ve tarih bilgileri ile kaydetmektedir. Böylece veriler bir PC yardımı ile analiz edilebilmiştir[7].

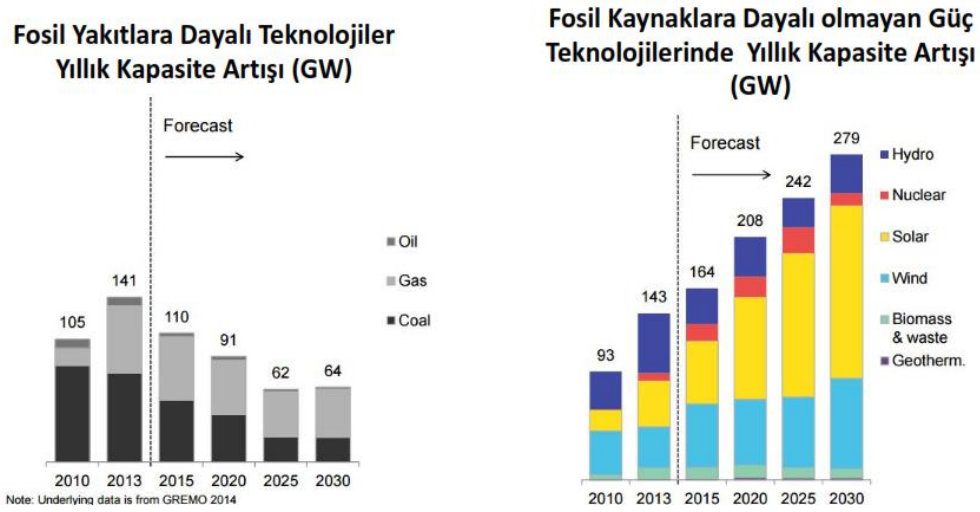
Murugan, H.B., Nagaraju, S.V.S., Kumar, K.S., Ramakrishnan, K.C., Sowjanya, W.E., (2013). Yaptıkları çalışmada sensörlerden aldıkları analog akım ve gerilim değerlerini otomatik olarak veri toplama kartı yardımı ile LabWİEW yazılımına aktarmış ve bilgisayarda işleyip USB belleğe kaydetmişlerdir[8].

1.3 Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları, dünyanın yaratılışından günümüze devam eden insanlığın varolma şartlarını sağlayan enerji kaynaklarıdır. Varoluşumuzun kökten bağlı olduğu bu kaynaklar, sürekli bir düzen içerisinde kendilerini yenilerler. Fakat ilk enerji üretimini katı yakıt yakarak sağlayan insanoğlu 20. yüzyıl sonlarına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarına hakim olamamıştır. Günümüzde ise zorda olsa bu kaynakları kontrol etmeyi başarmıştır. Günümüz teknolojisi bize Dünyayı hızlı bir bozulmaya götüren fosil yakıt kullanımından kurtarma ve temiz enerji kullanımına

yönelme imkanı sağlamıştır. Dünyada enerji ihtiyacı sürekli olarak artış göstermektedir. Her gün artan enerji ihtiyacı, kendi enerjilerini üretemeyen ülkeleri dışa bağımlı hale getirmektedir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler kendi enerji ihtiyaçlarının bir kısmını dış kaynaklardan sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları temiz, güvenli, sürdürülebilir olmalarının yanı sıra aynı zamanda yerli ve ulusaldır.

Kömür, Petrol, doğal gaz vb kaynakların elektrik enerjisi üretim santrallerinde kullanılması sonucu atmosfere saldığı CO_2 gazı emisyonu küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Ayrıca bu kaynakların rezervlerinin kısıtlı ve tükenilebilir olması enerji üretiminde farklı arayışlara yönelmeyi zorunlu kılmaktadır. Bu sebeble başta rüzgar ve güneş enerjileri olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim hızla artmaktadır. Dünya genelinde üretim kapasiteleri incelendiğinde 2030'a kadar yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında ciddi bir artış olması hedeflendiği görülmektedir.



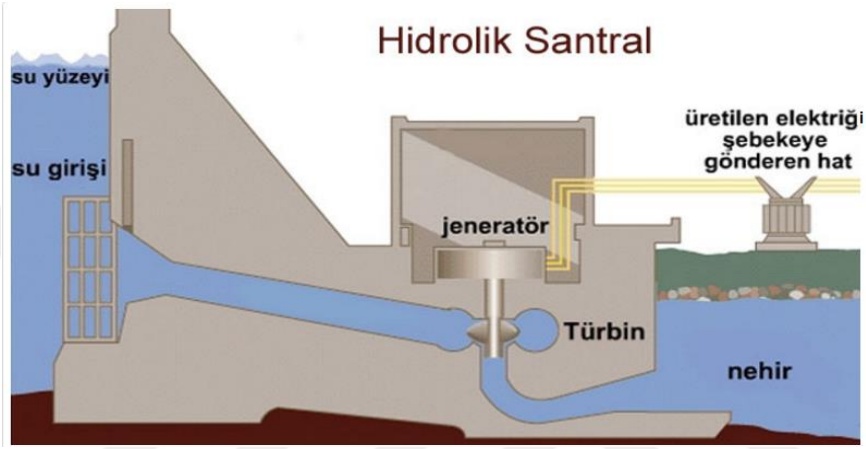
Şekil 1.1 2030 Yılına Kadar Enerji Üretim Kapasitelerinin Dağılım Öngörüsü[9].

Dünyada ve ülkemizde ağırlıklı olarak kullanılabilecek yenilenebilir enerji kaynakları; hidroelektrik enerjisi, rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji, hidrojen enerjisi, dalga ve gelgit enerjisi olarak sıralanabilir.

Bu enerji kaynaklarından hidroelektrik enerji santralleri en büyük kurulu güce sahip olan kaynak olmasına rağmen gelecekte yeni santral kurulumu açısından diğer santralllere göre daha düşük potansiyele sahiptir. En büyük kurulu güce sahip ikinci kaynak ise rüzgardır ve yeni kurulumlar hızla devam etmekedir. Güneş ise kurulu güç açısından oldukça arka sıralarda olsa da potansiyeli en yüksek olan kaynaktır.

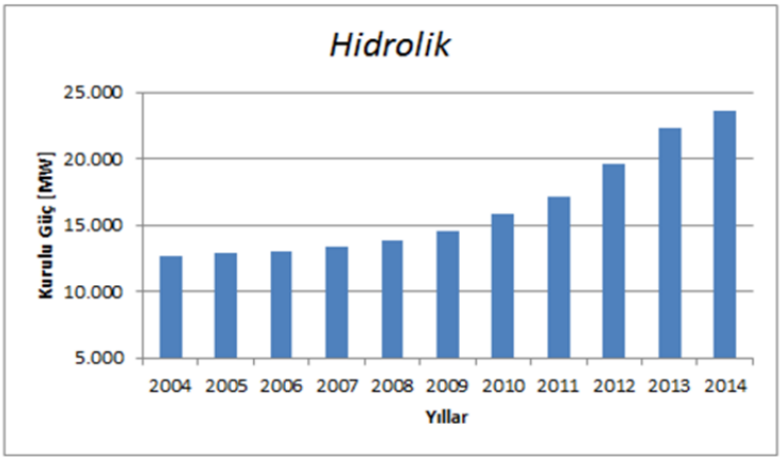
1.3.1 Hidroelektrik enerjisi

Akarsuların önüne set konularak yükseklik dolayısıyla potansiyel enerji kazandırılan suyun kontrollü bir şekilde türbinlere çarpıtırılması ve türbinlerin çevrilmesi ile dönme hareketi elde edilerek potansiyel enerjiyi kinetik enrjiye çevirip, bu hareketi alternatörler yardımı ile elektrik enerjisine çeviren sistemlere hidroelektrik santral (HES) adı verilmektedir. Hidroelektrik santralde elektrik enerjisi üretilmesine ait genel yapı şekil 1.2'de gösterilmektedir.



Şekil 1.2 Hidroelektrik Santralde Enerji Üretimi[10].

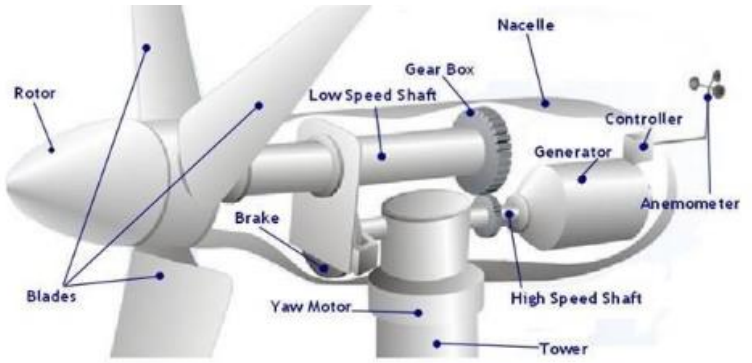
Dünya da ve ülkemizde uzun süredir kullanılan temiz, sürekli ve ucuz bir elektrik üretim kaynağı olan HES'ler günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının ¼ lük kısmını oluşturmaktadır. Fakat var olan çoğu kaynak kullanıldığından küçük güçlü HES'ler dışında planlanan büyük güçlü santral kurulumu şekil 1.1'de görüldüğü üzere yok denilecek kadar azdır. Ülkemizdeki kurulu gücün yıllara göre artışı şekil 1.3'te görülmektedir.



Şekil 1.3 Türkiye'de Hidroelektrik Enerjisi Kurulu Gücün Yıllara Göre Artışı[11].

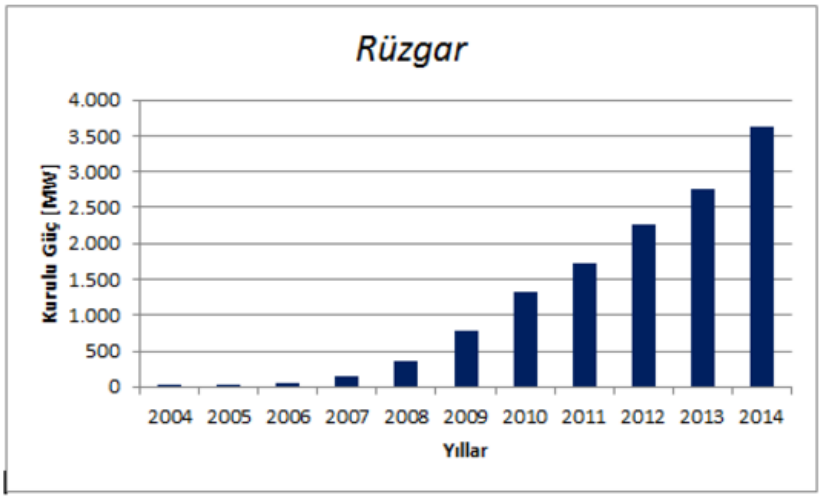
1.3.2 Rüzgar enerjisi

Rüzgar, yeryüzündeki farklı yüzeylerin, güneşin doğuşundan batışına kadar farklı hızlarda ısınıp soğuması ve mevsimlik güneş ışınımı şiddetindeki değişimlerin etkisi ile oluşmaktadır. Rüzgâr, atmosferdeki havanın dünya yüzeyine yakın hareketleridir. Hava hareketlerinin temel prensibi, alçak basınçla yüksek basınç bölgesi arasında yer değiştiren hava akımıdır. İki farklı yer arasında basınç farkı ne kadar büyük olursa, hava akım hızı o kadar artar.



Şekil 1.4 Rüzgar Türbini İç Yapısı[12].

Şekil 1.4 te görüldüğü görüldüğü üzere rüzgar türbinlerine gelen hava türbinleri döndürmekte, türbin kanatları bağlı olduğu jeneratörü çevirmektedir. Rüzgar enerjisi, dünyada elektrik enerjisine en kolay ve çabuk dönüştürülebilen enerjidir. Rüzgar enerjisinden elektrik enerjisine dönüşüm, yenilenebilir enerji teknolojilerinin en hızlı ilerleme kaydedilen alandır. Rüzgar enerjisi, tamamen doğal bir kaynak olarak kirliliğe neden olmayan ve tükenme olasılığı bulunmayan bir enerji kaynağıdır[13].

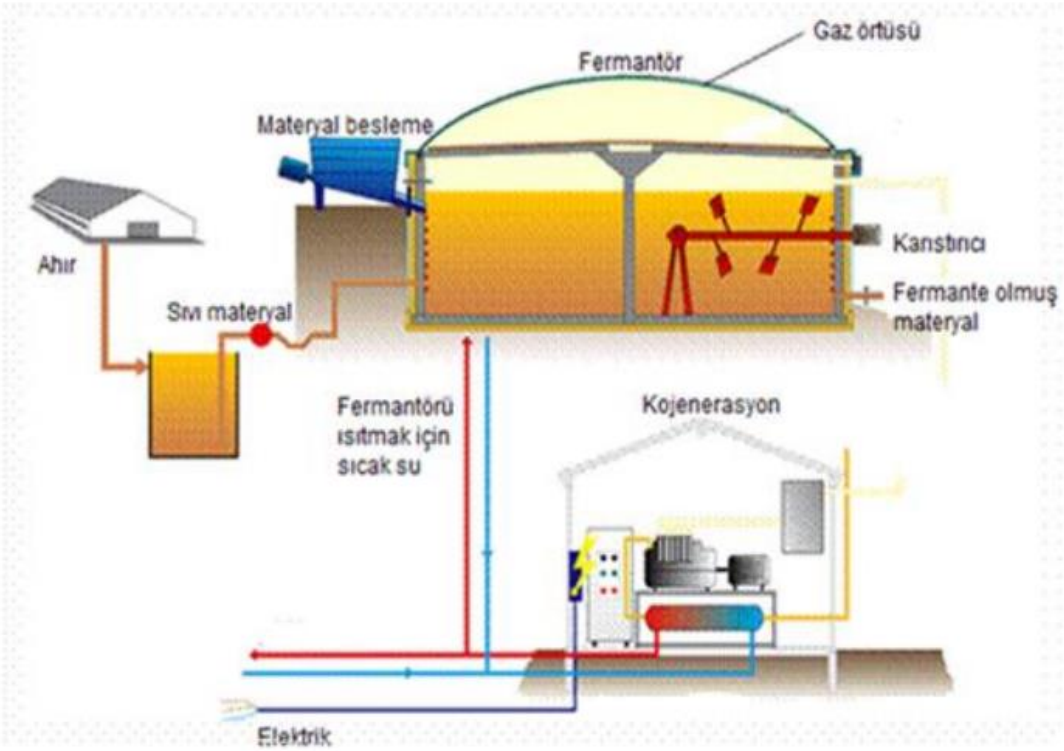


Şekil 1.5 Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Kurulu Gücü [11].

Türkiye'de sahip olduğu rüzgâr potansiyelinden özellikle 2007 yılından itibaren aktif bir şekilde yararlanmaya başlamıştır. Çanakkale, İzmir, Balıkesir, Hatay ve İstanbul rüzgâr potansiyelinin yüksek olduğu ve en fazla santral kurulumu yapılan illerimizdir. Türkiye'de, 2014 yılında işletmede olan rüzgâr enerjisi santrali kurulu gücü ise 3.600 MW'dır[11].

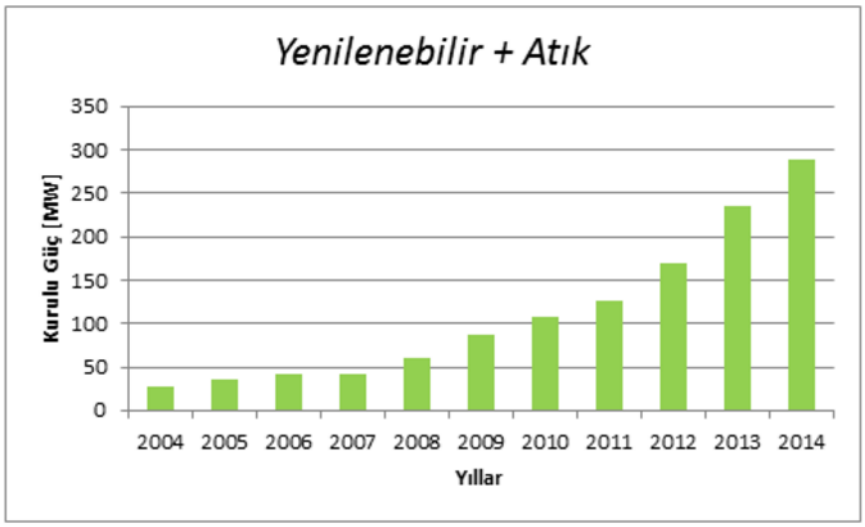
1.3.3 Biyokütle enerjisi

Biyokütle'den elektrik enerjisi üretimi termik santrallere benzer bir sistemle, organik maddelerin doğrudan yakılarak elde edilen ısıdan buhar elde edilerek türbinlerin döndürülmesi ve jeneratörlerden elektrik üretilmesi şeklindedir. Ayrıca, biyokütleden elde edilen biyogazın kullanımı ile kombine çevrim gaz santrallerine benzer bir sistemle elektrik üretilebilmektedir. Kentsel atıkların çürümesi ve anaerobik fermantasyonu sonucu ortaya çıkan yanıcı biyogaz olan metan gazının kullanımı ile çöp termik santralleri çalıştırılmaktadır. Böylece hem kentsel atıkların enerji üretiminde kullanılması mümkün olmakta hem de atıkların depolanması sorununa çözüm getirilmektedir[14].



Şekil 1.6 Biyokütle Enerjisi İle Çalışan Santralin Yapısı[14].

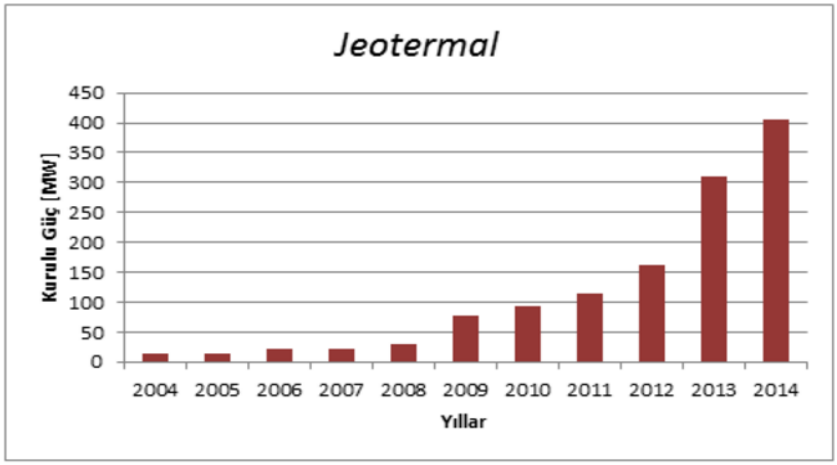
Türkiye'de Biyokütle enerjisi klasik yönteme dayanılarak, daha çok ticari olmayan amaçlar ile kullanılmakta ve yerli enerji üretiminin dörtte birini karşılamaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının verilerine göre 2014 yılında ki biyokütle enerjisi kurulu gücü 300 MW civarındadır[11].



Şekil 1.7 Türkiye'de Biyokütle Enerjisi Kurulu Gücü [11].

1.3.4 Jeotermal enerji

Jeotermal enerji, yer kabuğunun derinliklerindeki sıcak kaya, sıcak su veya su buharı olarak ısısını depolayan yenilenebilir enerji türüdür. Yer altındaki bu sıcak su kaynakları yer üstü sularına göre içerisinde daha fazla mineral ve tuz barındırmaktadır. Jeotermal enerji, tarihin ilk çağlarından beri ilkel yollarla ısıtma, yıkanma ve sağlık amaçlı olarak kullanılmıştır. Günümüzde jeotermal enerji elektrik üretimi, kaplıca uygulamaları, turizm, bina ısıtma sera ısıtma gibi daha birçok kullanım alanı mevcuttur[13].



Şekil 1.8 Türkiye'de Jeotermal Enerjisi Kurulu Gücü [11].

Enerji ve tabii kaynaklar bakanlığı web sayfasındaki verilere göre 2014 yılı itibariyle Türkiye'nin jeotermal enerjiyle kurulu gücü 420 MW civarındadır[11].

1.3.5 Deniz kökenli yenilenebilir enerji

Deniz kökenli enerji kaynakları, dalga enerjisi, gel-git enerjisi ve akıntı enerjisi olarak sınıflandırılabilir. Günümüzde özellikle avrupa ülkelerinde dalga jeneratörleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Deniz kökenli enerji kaynaklarının en önemli avantajı sürekli ve sürdürülebilir olmasıdır. Kurulan bir santralden çalışma süresinin %90'ı oranında enerji üretmek mümkündür. Örneğin akıntı jeneratörlerinde rüzgar türbinlerinden farklı olarak akıntı hızı yaklaşık olarak sürekli ve stabildir.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında çevreye olumsuz etkisi en az olan kaynaktır. Fakat kurulum aşaması düzgün planlanamaz ise kurulduğu bölgede yaşayan deniz canlılarının yaşam alanlarını olumsuz etkileyebilirler. Ayrıca bu tip santralllerin kurulum ve bakım maliyetleri oldukça yüksektir. Ülkemizde istabul boğazında akıntı jeneratörü çalışmaları yapılmakta fakat bunun dışında yatırım maliyetleri sebebiyle tercih edilmemektedir.

Dünyada en önemli örneği Fransa'da Rance ırmağının halicinde kurulmuş olan 750 m uzunluğunda ve 240 MW gücündeki gelgit barajıdır. 1966 yılında inşa edilen bu barajda 24 türbin bulunmaktadır[13].

1.3.6 Hidrojen enerjisi

Hidrojen, dünyamızın en çok bulunan elementi olup renksiz, kokusuz, havadan çok daha hafif ve zehirsiz bir gazdır. Güneşte meydana gelen termonükleer tepkimenin temel yakıtı hidrojendir. Hidrojen, bilinen tüm yakıtlar içerisinde birim kütle başına en yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir. 1 kg hidrojen, 2,1 kg doğal gaz ya da 2,8 kg petrolün sahip olduğu enerjiye sahiptir. Hidrojen doğada serbest halde bulunmaz, bileşikler halinde bulunur. En çok bulunduğu bileşik ise sudur (H_2O). Kullanımı temiz ve kolay olan hidrojen kullanıldığında ortaya çıkan atık sadece su ve/ya da su buharı olmaktadır. Yeni geliştirilen sistemlerde hidrojen doğrudan ya da hidrojen salan herhangi bir kaynak yardımıyla sisteme verilmekte ve istenilen enerji elde edilmektedir.



Şekil 1.9 Hidrojen Enerjisi Sistemi [14].

Hidrojenin, 21. yüzyılın en önemli bir diğer enerji taşıyıcısı olacağı öngörülmektedir. Fakat doğada serbest olarak değil, su molekülü içerisindedir ve sıvı formda depo edilmesi zordur. Depolamak için çok düşük sıcaklıklara ulaşmak gerekir. Hidrojen doğal bir yakıt olmayıp birincil enerji kaynaklarından yararlanılarak değişik hammaddelerden üretilebilen sentetik (yapay) bir yakıttır[13].

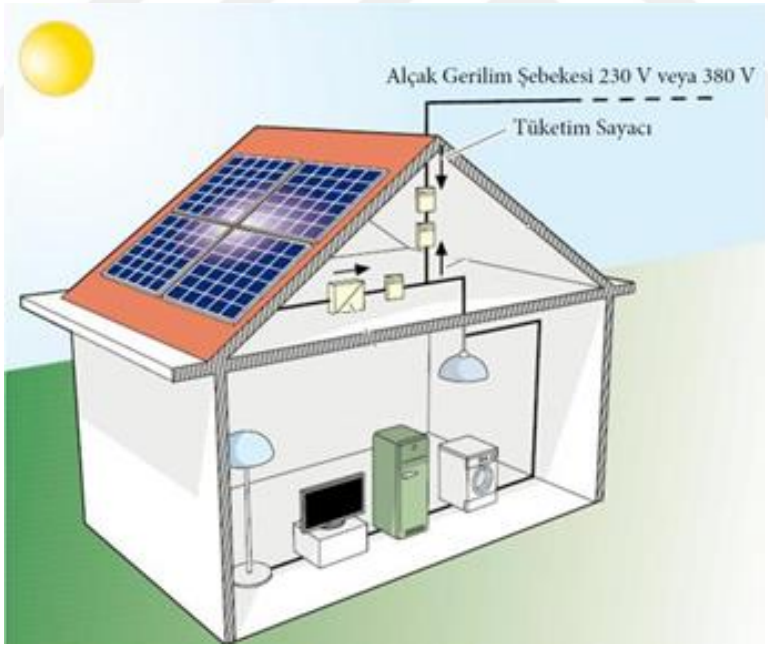
1.4 Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde oluşan termonükleer tepkime ile (hidrojen gazının helyuma dönüşmesi) açığa çıkan ışıma enerjisidir. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, yaklaşık olarak 1370 W/m² değerindedir, ancak yeryüzüne ulaşan miktarı atmosferden dolayı 0-1100 W/m² değerleri arasında değişim gösterir[16].

Güneş enerjisinin yeryüzüne yansıyan miktarı dünyanın enerji ihtiyacı toplamından fazladır. Kendini her gün yenileyen, temiz, sorunsuz, ve tükenmeyecek bu enerji insanlar tarafından tarihin her aşamasında kullanılmaya çalışılmıştır. Etkili ve verimli olarak kullanılabilse teorik olarak diğer tüm enerji kaynaklarına olan ihtiyacı sona erdirecek olan bu enerjiden ancak 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren etkin bir biçimde yararlanılmıştır. Tüm yeni teknolojilerde olduğu gibi güneş enerjisinden elektrik üretimi maliyeti de başlangıçta oldukça yüksek olmuştur. Fakat teknolojik iyileşmeler ve gelişmelerle birlikte maliyet ucuzlamış ve gelecekte daha da ucuzlayacak olduğu görülmektedir. Günümüzde güneş enerjisi artık bireysel kullanıma açık haldedir.

Yarı iletken teknolojisinin bulunuşu teknoloji gelişimine yüksek bir ivme kazandırmıştır. Bir çok alanda devam eden bu gelişme Güneş enerjisinden elektrik üretilmesini sağlayan fotovoltaik (PV) panellerin keşfi ile enerji sektöründe yeni bir çağ başlamasını sağlamıştır. Germanyum ve silisyum yarı iletken malzemelerden yapılan hücrelere direkt olarak düşürülen güneş ışığındaki fotonların etkisi ile bu iki yarı iletken malzeme arasında elektron akışı meydana gelmektedir.

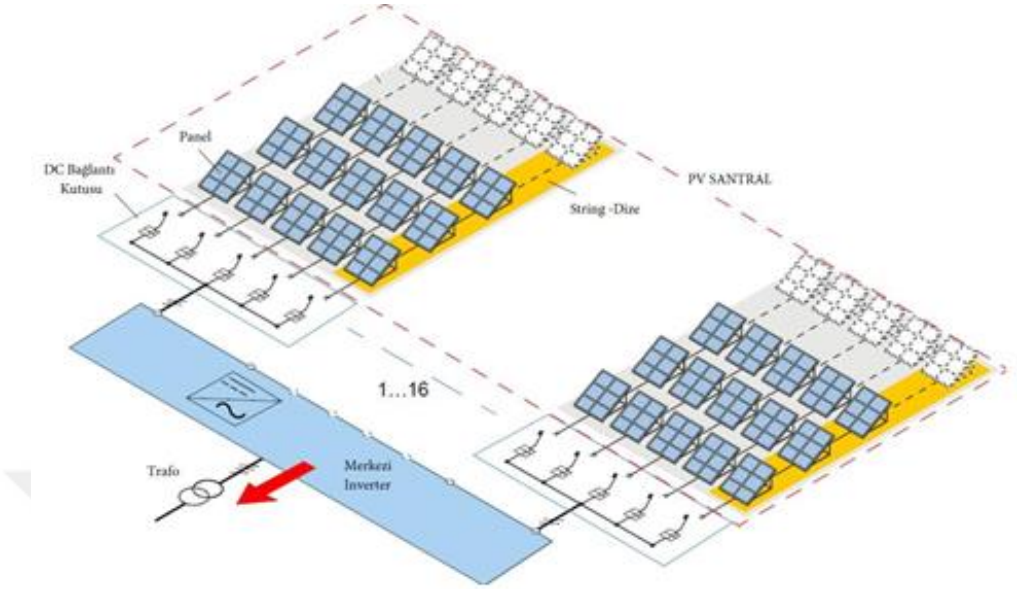
Bu akım doğrudan kullanılabilecek (DC) yapıdadır. Akülere depolanabilen bu akım daha sonra herhangi bir zamanda kullanılabilmektedir. Ancak kullandığımız çoğu cihaz AC 220 V ile çalıştığından elde edilen ve depolanan DC kaynak daha sonra bir inverter yardımı ile cihazlarda kullanılabilir duruma çevrilir. Fotovoltaik bir sistem, güneş panelleri, bağlantı iletkeni, şarj regülatörü, akü ve inverter'den oluşmaktadır. Kurulan sistem şebeke bağlantılı ya da direkt kullanımlı olabilir. Şekil 1.10'da evsel kullanım bir fotovoltaik sistem görülmektedir.



Şekil 1.10 Evsel Kullanım Bir Fotovoltaik Sisteme Ait Şema[15].

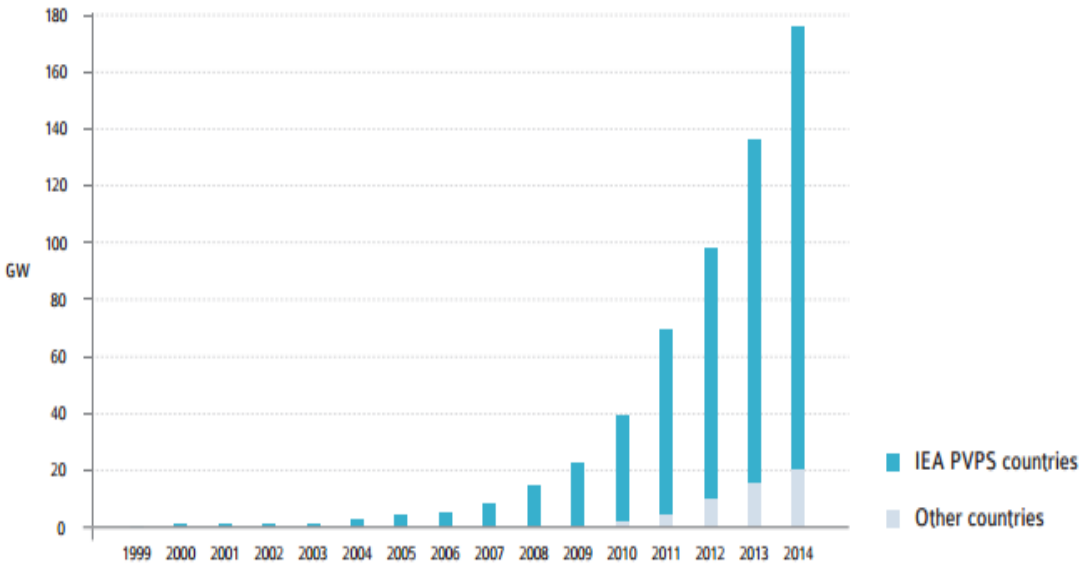
Fotovoltaik (PV) sistemler ilk bulunduğunda pahalı olduğundan, sadece elektrik enerjisinin taşınamadığı yerlerde tercih edilmekteydi. Fakat maliyet düştükçe daha geniş bir kullanım alanına sahip olan PV sistemler önce bireysel kullanım alanında yaygınlaştı. Maliyet düşüşü ve verim artışı bu teknolojiden daha büyük boyutlarda yararlanmanın önünü açarak, PV santrallerin kurulmasını sağladı. Günümüzde bazı

ülkeler GW güç değerlerine ulaşan güneş santralleri kurarak ekonomilerine katkıda bulunmaktadır. Şekil 1.11'de fotovoltaik santral yapısı görülmektedir.



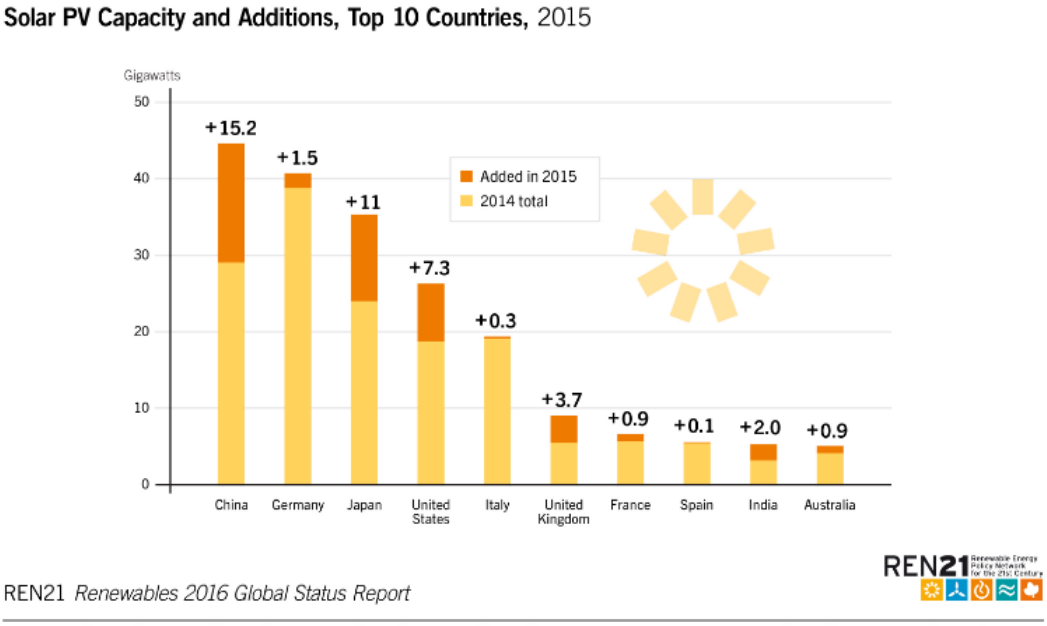
Şekil 1.11 Bir Fotovoltaik Santrale Ait Şema[15].

21 üyeden oluşan IEA-PVPS Programı her yıl düzenli olarak fotovoltaik sistemlerdeki gelişmeleri üye ülkeler bazında yayınlamaktadır. Özellikle son yıllardaki artış oranları oldukça dikkat çekicidir. 1992 yılında toplam 103 MW olan kurulu güç 2009 sonu itibariyle 200 kat oranında artmıştır. 2010 yılında 40 GW olan toplam kurulu güç son 4 yılda yaklaşık %400 artarak 180 GW'a ulaşmıştır[3].



Şekil 1.12 IEA Fotovoltaik Güç Sistemleri Programına Dahil Ülkelerde Kurulu Gücün Yıllara Göre Değişimi[3].

Çin güneş enerjisi sistemleri kurulu güç bazında 2015 yılı itibariyle lider ülke konumundadır. Çin'in kurulu gücü 2015 yılında 45 GW civarındadır. Çin'i Almanya, Japonya ve Amerika takip etmektedir. Almanya'nın kurulu gücü 2015 yılı sonu itibariyle 40 GW düzeylerine ulaşmıştır. Japonya ve ABD'nin ise kurulu gücünde ciddi düzeyde artış sağladığı görülmektedir[17].



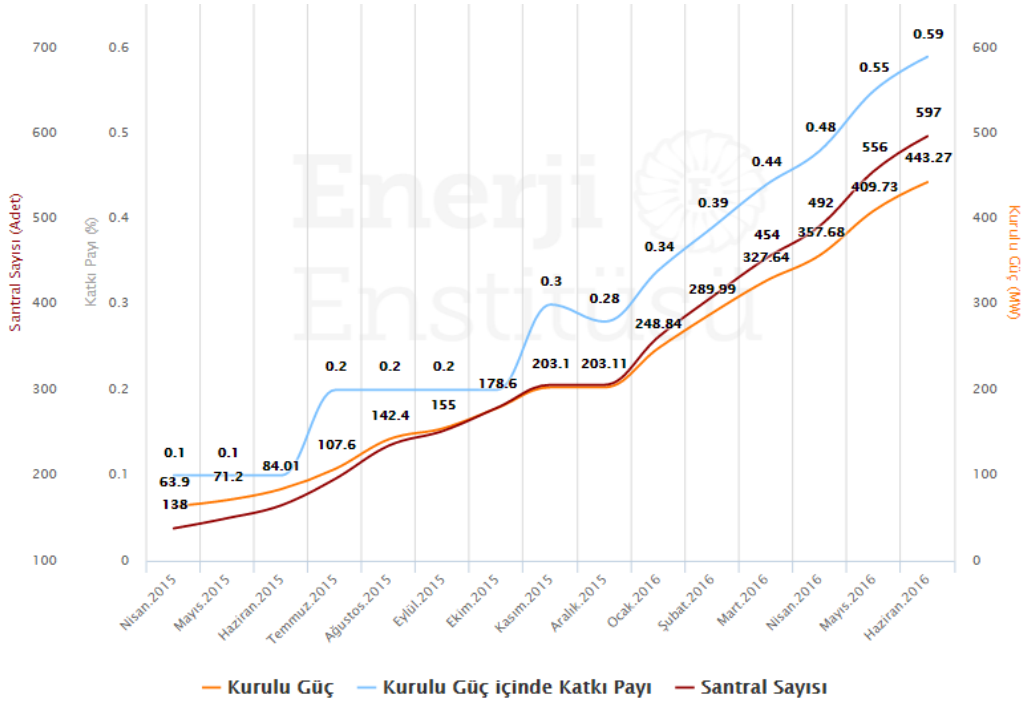
Şekil 1.13 2015 Yılı Güneş Enerjisi Kurulu Güç İlk 10 Ülke[17].

Dünya da güneş enerjisi çok hızlı bir şekilde büyümeye devam ederken, ülkemizde ise daha yavaş bir şekilde ilerlemektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın açıkladığı değerlere göre 2014 yılı sonunda Türkiye'de güneş enerjisi kurulu gücü sadece 40 MW civarındadır. Son yıllarda fotovoltaik sistemlerin maliyetlerin düşmesi ve verimliliğin artması ile de yaygın kullanım olacağı beklenmektedir.

Güneş enerjisinden elektrik üretimine yönelik hukuki ve teknik düzenlemelerin tamamlanması sonrasında Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından 10-14 Haziran 2013 tarihleri arasında lisans başvuruları alınmıştır. Bu başvurularda, 600 MW olarak belirlenen kapasite için yaklaşık 9.000 MW'lık kurulu güce karşılık gelen 496 adet başvuru yapılmıştır[18].

5346 sayılı yasada 2013 yılında yapılan son değişikliklerle birlikte PV sistem pazarı ve kurulu güç miktarı hızlı bir artış göstererek 2016 yılı itibariyle fotovoltaik güneş

elektriği sistemleri 445 MW kurulu güce ulaşmıştır. 2020 yılında en kötü senaryoya göre 3GW, en iyimser tahminle 10GW'a yükselmesi beklenmektedir[18].



Şekil 1.14 Türkiye'de Haziran 2016 İtibariyle Güneş Enerjisi Kurulu Gücü[19].

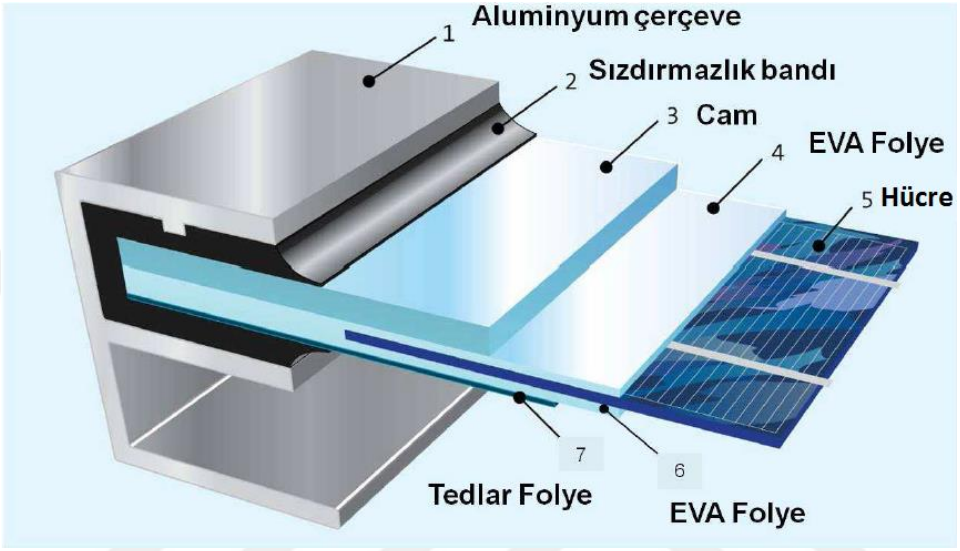
Temmuz 2016 tarihi itibari ile ülkemizdeki büyük güneş enerjisi santralimiz Konya Kızören GES'tir. Konya Kızören GES toplamda 22,500 kWp kapasiteli olmakla beraber ilk fazı 18,500 kWp olarak devreye alınan, Türkiye'nin en büyük güneş enerji santralidir. Yıllık olarak toplamda 30.730.000 kWh elektrik üretimi gerçekleştirmektedir. Konya Kızören Güneş Enerji Santrali, toplamda 430.000 m²'lik alana kurulmuştur. Yıllık 45.505 ağacın kurtarılmasını ve 18.702 ton CO_2 salınımının engellenmesini sağlayacaktır. Proje Aralık 2015 itibariyle tamamlanmıştır[20].



Şekil 1.15 Konya Kızören Güneş Enerji Santrali [20].

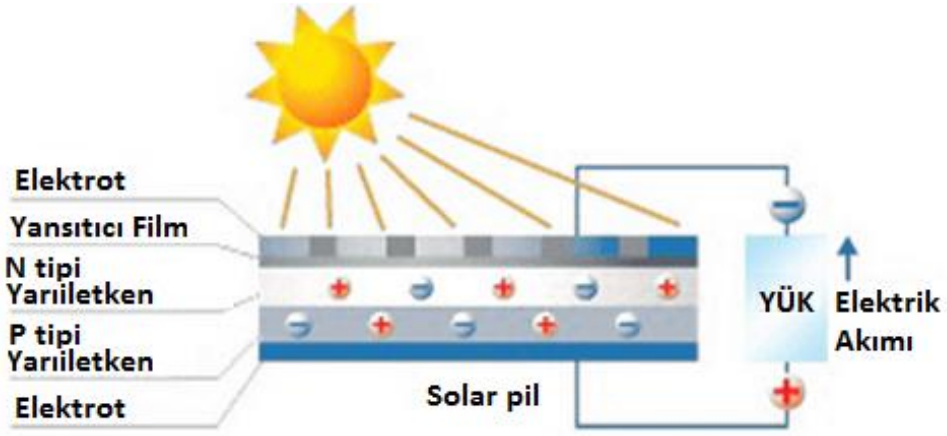
1.4.1 Güneş panellerinin yapısı

PV paneller üzerlerine gelen güneş ışınımını elektrik enerjisine dönüştürebilen ince film tabakalardan meydana gelen elemanlardır. PV paneller farklı katmanlardan meydana gelmiştir. Üretimin yapıldığı hücre katmanının yanı sıra panelin uzun yıllar boyunca ortam şartlarına dayanımını ve uygun montajını sağlayacak diğer katmanlarda mevcuttur. Şekil 1.16'da PV panelin profil kesiti görülmektedir.



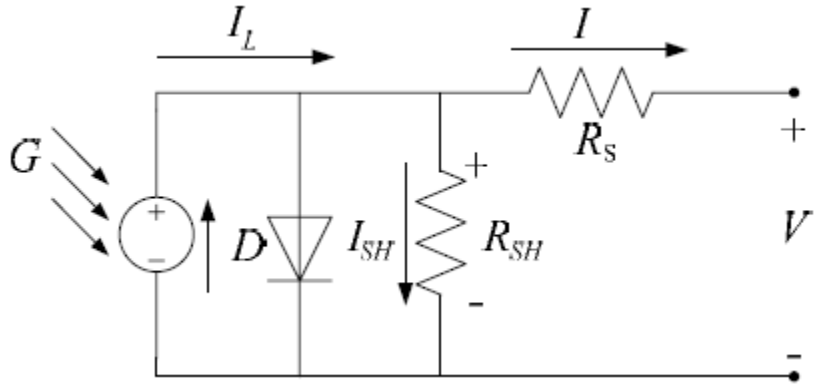
Şekil 1.16 PV Panelin Profil Kesiti[21].

PV panellerin çalışma prensibi yarıiletken teknolojilerine dayanmaktadır. Hücreyi meydana getiren P ve N tipi iki yarı iletken tabaka üzerine güneş ışınımı geldiğinde emilen fotonlar yarı iletkenler arasında potansiyel fark oluşmasına neden olurlar. Bu potansiyel fark elektron akımını meydana getirir. Şekil 1.17'de PV panelin çalışma prensibi görülmektedir.



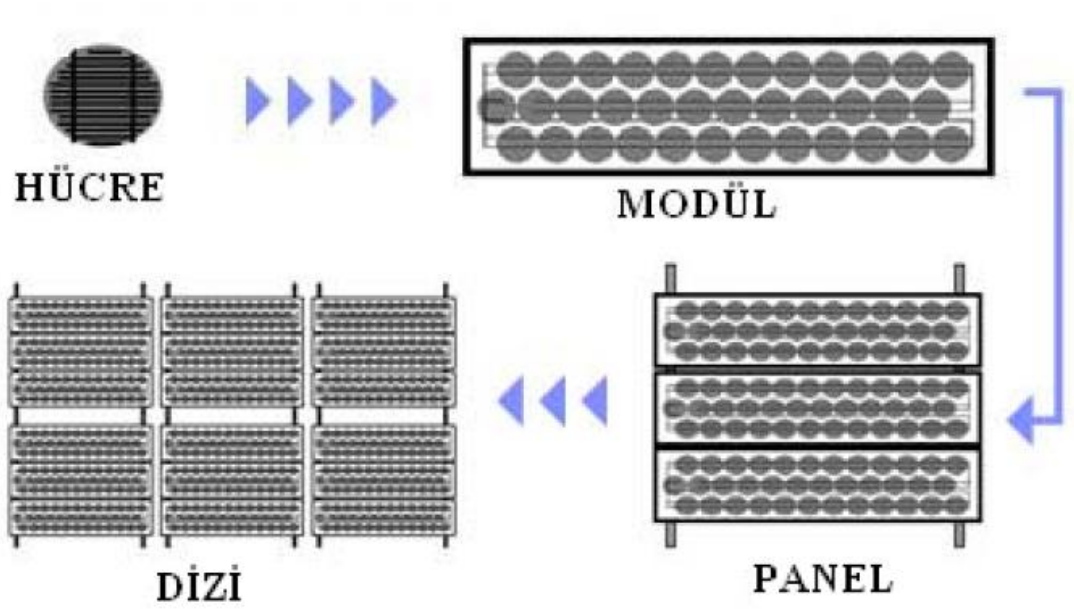
Şekil 1.17 PV Panelin Çalışma Prensibi[21].

PV panellerin elektrik eşdeğer devresi, bir akım kaynağı ve paralel bir diyottan oluşmaktadır. Akım kaynağının çıkışı güneş hücresi üzerine düşen ışık şiddeti ile orantılıdır. Güneş ışınlarının olmadığı ortamlarda akım kaynağı sıfırlanır ve güneş pili yalnızca bir diyot gibi davranır. Eşdeğer devredeki diyot güneş hücresinin gerilim-akım karakteristiğini belirleyen elemandır. Şekil 1.18'te güneş pilinin eşdeğer devresi verilmiştir [22].



Şekil 1.18 PV Panel Eşdeğer Devresi [22].

PV hücreler tek başlarına bir akü ya da akü grubunu şarj edemezler. Bu nedenle daha yüksek akım ve gerilim elde edebilmek amacıyla hücreler seri yada paralel bağlanarak modül elde edilir. Modüllerin bağlanmasıyla PV paneller oluşturulur. PV panellerin birleştirilmesiyle de diziler oluşturulur.



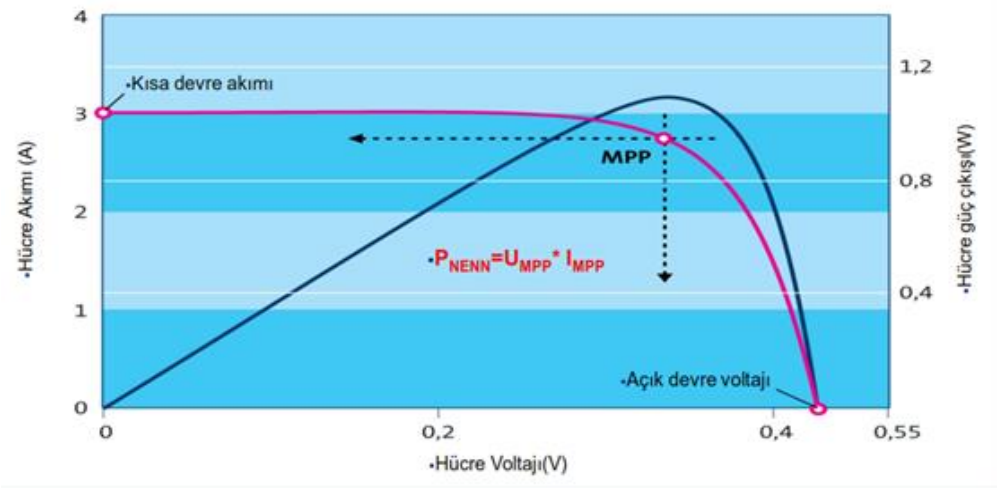
Şekil 1.19 Hücre, Modül, Panel Ve Dizi Oluşumundaki İlişki.

Normal 12V akülerin şarj edilebilmesi için 14-18 V aralığında gerilim gerektiğinden ve bir PV hücrelerin sağladığı gerilimin genellikle 0,5 V civarında olması sebebiyle çoğunlukla bir PV panel 36 adet PV hücreden oluşturulmaktadır[23].

PV panellerden elde edilen enerji bazı durumlarda akülere depo edilmeden direkt olarak kullanılabilmektedir. Bu durumlarda panelden gelen DC enerji invertörler yardımı ile direkt 220 volta çevrilir ve kullanılacak sisteme verilir. Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde kurulan güneş enerjili sulama sistemleri bu kullanım türüne en iyi örneklerdir.

1.4.2 Maksimum güç noktası izleme (MGNİ) sistemleri

MGNİ, güneş enerjili sistemlerde güneş pillerinin anlık olarak üretebildiği güçten maksimum derecede istifade edebilmek üzere maksimum güç noktasının belirlenmesi ve buna göre güç dönüştürücüyü kontrol ederek uygun yük değerinin tayin edilmesi işlemlerini kapsar [22].



Şekil 1.20 Maksimum Güç Noktası Eğrisi [15].

Panelden çekilen akım arttıkça gerilim düşmekte, panel gücü de değişmektedir. Ancak, uygun bir denetim yöntemiyle karakteristiğin maksimum güç elde edilen noktasında çalışmak olasıdır[22].

MGN denetimini gerçekleştirmek için sistemin bazı noktalarından çeşitli ölçümler yapılmalıdır. Yapılan bu ölçümleri değerlendirip çevirme oranını tespit etmek için bir denetleme ünitesi gerekir. Bu sayede güneş hücresi (GH) temelli dizinin belirli bir ışıma düzeyi için üretebileceği enerjinin mümkün olan en büyük düzeyde yük tarafına aktarılması sağlanmaya çalışılır[24].

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında PV panellerin yük altındaki karakteristiklerinin incelenebilmesi amacıyla akım, gerilim, panel yüzey sıcaklığı ve güneş ışınımı değerlerini eş zamanlı olarak bir SD kart içerisine txt formatında kaydedebileceği bir cihaz tasarımı amaçlanmıştır. Tasarlanan cihaz değerleri kaydederken aynı zamanda dokunmatik ekran üzerinde gösterebilecektir. Kayıt aralığı ve tarih ayarları dokunmatik ekran üzerinden değiştirilebilecektir. Bu şartların sağlanabilmesi için cihazın tasarımında bir çok materyal kullanılmıştır. Çalışmamızda kolay kullanımı, modüler yapısı, açık kaynak kodlu oluşu ve geniş kullanım alanına sahip olması nedeni ile işlemci olarak arduino tercih edilmiştir.

Tez çalışmasında Arduino Mega 2560 mikrodenetleyici kartı ile uyumlu çalışacak ve tez amacına uygun ekran, sensör ve modüller seçilmiştir. Ölçülecek değerleri Arduino Mega 2560'ın analog giriş değelerine (0-5 V) kalibre edecek bir ölçüm kartı tasarlanmıştır. Ölçüm kartı tasarımında bazı simülasyon programlarından yararlanılmıştır. Daha sonra ölçüm kartı dizaynı laboratuar ortamında gerçekleştirilerek istenilen ölçümlerin en doğru şekilde yapılabilmesi için deneysel çalışmalar yapılmıştır.

Ölçüm kartı tamamlandıktan sonra ölçüm boyunca kart geliştirilmiştir. Dış ortamdan alınan ölçümler bağımsız ölçü aletleri ile ölçülerek cihaz ölçümleri bu değerlere göre kalibre edilmiştir.

Bu başlık altında önce kullanılan materyaller hakkında bilgiler verilecektir. Daha sonra bu materyallerin bir araya getirilmesi, cihazın tasarımı anlatılacaktır. Tez için geliştirilen yazılım Ek-5'te verilmiştir. Ayrıca her bir arduino modülü için bir örnek yazılım bu başlık altında gösterilecektir.

Ayrıca PV panellerin en verimli çalıştığı Haziran-Temmuz-Ağustos aylarında yapılan kayıtlar grafikleştirilerek akım, gerilim, sıcaklık ve güneş ışınımı değerlerinin ilişkileri gösterilecektir.

2.1 Materyal

2.1.1 Arduino ile ilgili temel kavramlar

Arduino, bir giriş çıkış kartı ve wiring (basitleştirilmiş C++) dilinin bir uygulamasını içeren bir fiziksel programlama platformudur. Arduino kartlarının donanımında bir adet Atmel AVR mikrodenetleyici (ATmega328, ATmega2560, ATmega32u4 gibi) ve

programlama ve diğer devrelere bağlantı için gerekli yan elemanlar bulunur. Her arduino kartında en azından bir 5 voltluk regüle entegresi ve bir 16MHz kristal osilator (bazılarında seramik rezonatör) vardır. Arduino kartlarında programlama için harici bir programlayıcıya ihtiyaç duyulmaz, çünkü karttaki mikrodenetleyiciye önceden bir bootloader programı yüklenmiştir. Hazırlanan program bu program Processing tabanlı Arduino Yazılım Geliştirme Ortamı (IDE) yardımı ile karta yüklenir [25].



Şekil 2.1 Arduino Yazılım Geliştirme Ortamı (IDE).

Bilgisayar ile USB portu üzerinden bağlamak kartın çalışması için yeterlidir. Pil yada adaptör kullanılabilir. Arduino'nun gücü, USB bağlantısı tarafından, pil ya da güç kaynağı tarafından beslenebilir. Ardunio kartı kullanımın bir çok avantajı vardır. Bunlar:

- Kolay bir şekilde çevresiyle etkileşime girebilen sistemler tasarlanabilir,
- Açık kaynaklı bir geliştirme platformudur,
- Arduino kütüphaneleri ile mikrodenetleyicileri kolaylıkla programlanabilir,
- Analog ve dijital girişleri sayesinde analog ve dijital verileri işlenebilir,
- Sensörlerden gelen verileri kullanılabilir,
- Dış dünyaya çıktılar (ses, ışık, hareket vs…) üretilebilir [26].

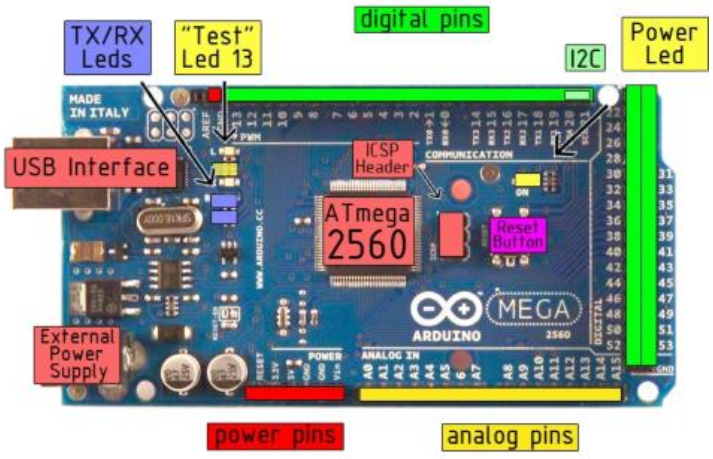
Şeklinde sıralanabilir. Bu avantajlatının yanı sıra Arduino kullanılırken yapılacak uygulamanın içeriğine göre bir kart tercih edilmediği takdirde bazı dezavantajlı durumlar ortaya çıkabilir. Bu nedenle yapılacak çalışmada özellikle kullanılacak giriş-çıkış sayıları iyi belirlenmelidir. Kullanılacak modüllerin hangi kart ile çalışabileceğininde önceden belirlenmesi gerekmektedir. Örneğin tez çalışmamızda

kullanacağımız 3.2’’ TFT LCD ekran gerektirdiği pin sayısı ve işlemci gerekliliği açısından yalnızca Arduino Mega ADK veya Arduino Mega 2560 ile birlikte çalışabilmektedir.

Değişik kullanım alanları için bir çok arduino kartı tasarlanmıştır.Genel olarak arduino çeşitlerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz[25]

- Arduino Uno
- Arduino Due
- Arduino Tre
- Arduino Yun
- Arduino Robot
- Arduino Esplora
- Arduino Micro
- Arduino Leonardo
- Arduino Mega ADK
- Arduino Mega 2560
- Arduino Ethernet
- LilyPad Arduino SimpleSnap
- LilyPad Arduino USB
- LilyPad Arduino Simple
- Arduino Nano
- LilyPad Arduino
- Arduino Mini
- Arduino Pro Mini
- Arduino Fio
- Arduino Pro

Bu çalışmada TFT ekran, SD kart modülü, gerçek zaman saati modülü, sıcaklık sensörü, ışınım sensörü ve analog değerler için çok sayıda giriş-çıkış gerektiğinden Arduino çeşitlerinden en gelişmişi olan Arduino Mega 2560 tercih edilmiştir.



Şekil 2.2 Arduino Mega 2560 [27].

Çalışmada kullanılacak Arduino Mega 2560'ın teknik özellikleri aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 2.1 Arduino Mega Teknik özellikleri [27]

Mikroişlemci	ATmega2560
Çalışma Voltajı	5V
Besleme Voltajı (önerilen)	7-12V
Besleme Voltajı (limit)	6-20V
Dijital G/Ç bağlantıları	54 (14 tanesi PWM çıkışı sağlayabilir)
Analog Giriş Bağlantıları	6
G/Ç bağlantısı başına	DC Akım 40 mA
3.3V bağlantısı için	DC Akım 50 mA
Flash Bellek	256 KB (8KB bootloader)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Hızı	16 MHz

Arduino, USB bağlantısı tarafından, pil ya da güç kaynağı tarafından beslenebilir. Güç beslemesi, besleme soketinden yapılabileceği gibi Gnd ve Vin soketleri ile de sağlanabilir. Güç pinleri şu şekildedir:

Vin :.Sadece tek bir bağlantı ile beslenmesi yeterlidir. Güç bağlantı soketi ya da Vin giriş bağlantısından bir tanesi kullanılabilir.

5V : Arduino Uno devresi üzerinde regüle edilmiş 5 Volt çıkışı olan bağlantıdır.

3,3V: Arduino Uno devresi üzerinde regüle edilmiş 3.3 Volt çıkışı olan bağlantıdır.

GND: Toprak bağlantısıdır[27].

Arduino Mega 2560'ta bulunan 54 Dijital bağlantının her biri giriş ya da çıkış olarak kullanılabilir. PinMode() komutu ile pinlerin giriş ya da çıkış olacakları, digitalWrite() ve digitalRead() komutları ile de bu pinlerdeki durumu değiştirme ya da okuma işlemleri gerçekleştirilebilir. Bağlantılar 5 Volt ile çalışır ve 20-50 kiloohm iç direnç değerlerine sahiplerdir. Bunların dışında bazı bağlantıların kendine has özellikleri bulunmaktadır. Seri İletişim 0 (RX) ve 1 (TX) dir Bu bağlantılar, USB çıkışına bağlı olup TTL seri sinyalini taşımak için kullanılmaktadır[26].

Arduino Mega, 16 adet analog girişe sahiptir ve bunlar A0'dan A15'e kadar numaralandırılmışlardır. Her biri 10 bit çözünürlüğe sahiptir. 5 voltluk analog girişler için 0-1024 arası çözünürlük sağlanmaktadır[27].

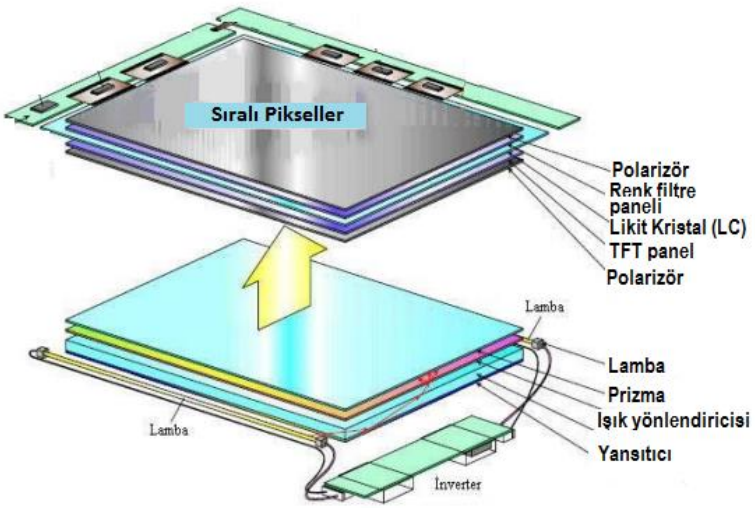
Dış Kesmeler; 2 ve 3. Bu bağlantılar düşük değer, alçalan ve yükselen sinyal, durum değişikliği gibi olaylar için ayarlanabilen kesme bağlantılarıdır. attachInterrupt() komutu ile kullanılmaktadır.

PWM: 0-13 arası çıkışlar, analogWrite() komutu ile 8-bit çözünürlüğünde PWM çıkışı sağlayabilen bağlantılardır.

SPI: 50 (SS), 51 (MOSI), 52 (MISO), 53 (SCK). SPI kütüphanesi ile SPI iletişim uygulamarında kullanılan bağlantılardır. SD kart modülü iletişim bu portlar üzerinden sağlanmaktadır[27].

2.1.2 Dokunmatik LCD ekran

Günümüzde ekran çeşitleri, katot ışın tüplü (CRT) ve düz panel ekranlardır. Tüplü ekranlar görüntü kalitesi ve boyutları açısından artık tercih edilmemektedir. Düz paneller ise olduça kullanışlı yaygın tip ekranlardır. Düz panel teknolojileri; LCD (likit kristal), plazma ve LED (ışık yayar diod) olmak üzere üç tiptir. Günümüzde en sık kullanılan iki teknoloji LED ve LCD teknolojileridir. Aralarındaki en belirgin fark ise ışığı kullanma yöntemleridir. LED ekranlar ışı yayarken, LCD ekranlar ise arkadan yayılan ışığı üzerinden geçirerek görüntüyü işlerler.



Şekil 2.3 Dokunmatik LCD Ekran Katmanları [29].

TFT-LCD ekranlar, en işlevsel olarak LCD ekran üzerine dokunmanın algılandığı bir ince film transstör (thin film transistor) tabakası konulması ile elde edilirler. TFT LCD iki cam tabaka arasında likit kristal ile doldurulmuş sandviç benzeri bir yapıya sahiptir. Bir tarafta rengi oluşturan renk filtreleme camı, diğer tarafta ise TFT camı

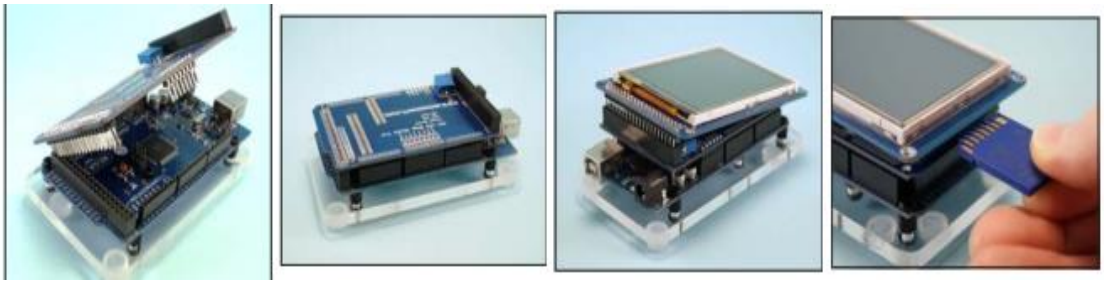
mevcuttur. Renk filtreleme camı arasındaki voltaj farkına göre likit kristaller hareket ederler. Bu hareket şekline göre arkadan verilen ışığın şiddeti ve kutuplaşma yönü değişir. Bunun sonucunda farklı oranda ve parlaklıkta renkler gözümüze ulaşır[28].

Bu çalışma da sainsmart markası tarafından geliştirilen Arduino Mega 2560 uyumlu 3.2'' TFT LCD ekran ve ara kartı kullanılmıştır. Uygun çözünürlük ve boyut sağlamasının yanı sıra üzerinde tümleşik SD kart modülü bulundurması ve bu modülün SD karta veri yazma ve okuma işlemlerine imkan tanıması bu ekranın tercih edilmesini sağlamıştır. Beslemesini uyum kartı üzerinden alan bu kartı Arduino Mega üzerine takıp hızlı bir şekilde kullanmak mümkündür. Ayrıca bu ekran için gerekli yazılım kütüphanesi https://www.arduino.cc/ internet sitesinde mevcuttur.



Şekil 2.4 Dokunmatik LCD Ekran [29].

Tercih edilen dokunmatik LCD ekranın Arduino'ya montajı ekran uyum kartı kullanılarak yapılmaktadır. Ekran uyum kartı arduino'nun 0-7 ve 21-54 dijital pinlerini kullanmaktadır. Ek 4'te verilen şekilde LCD ekran ve uyum kartı bacak fonksyonları ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Şekil 2.5'te ekranın montaj şekli sırasıyla gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Ekranın Arduino Üzerine Montajı Ve SD Kart Slotunun Takılması [29].

2.1.3 SD kart

Bu hafıza kartları 2001 yılında Sandisk firması tarafından geliştirilmiş ve dijital kameralar, cep telefonları ve birçok elektronik cihazda kullanılabilmektedir. Günümüzde SD kartların SD, mini SD ve Micro SD gibi üç farklı ebatlarda olanları da üretilmiştir ve yapı bakımından aynıdırlar[30].

Şekil 2.6'da SD, mini SD ve micro SD olmak üzere 3 farklı boyuttaki SD hafıza kartlarının kılıf tipleri ve boyutları görülmektedir.



Şekil 2.6 Secure digital hafıza kartı kılıf şekilleri ve boyutları[31].

Üretime başlandığında ortalama hız 3,6 MB/s okuma ve 0,8 MB/s yazım hızına sahip iken, günümüz kartları 2 MB/s ile veri aktarabilmektedir. Highspeed olarak nitelendirilen kartlar (sandisk ultra IV) ise 40 MB/s hızında okuma ve yazma yapabilmektedir[30].

Çalışmamızda Toshiba exceria marka Class 10 16gb micro SD hafıza kartı tercih edilmiştir. Micro SD tercih edilmesinin sebebi cihaz başında micro SD uyumlu cep telefonundan değerlerin kontrol edilebilmesini sağlamaktır. Ayrıca adaptör ile SD ve MMC kart slotlarına sahip bilgisayarlarda da okuma gerçekleştrilebilecektir.



Şekil 2.7 Tercih Edilen Micro SD Kart Ve Adaptörü.

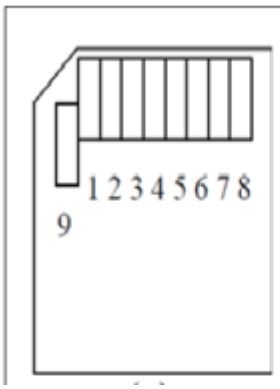
SD kartlar veri okuma ve yazma hızlarına göre sınıflandırılmaktadırlar. Bu sınıflar şu şekilde sıralanabilirler:

Class 2: 16 Mbit/s (2 MB/s) Class 4: 32 Mbit/s (4 MB/s)

Class 6: 48 Mbit/s (6 MB/s) Class 10: 80 Mbit/s (10 MB/s)[30].

SD kartlar 2.7V- 3.6V arasında besleme gerektirmektedir. Karttan veri okurken güç kaynağından maksimum 65mA akım çekmektedir. Aynı anda karta yazarken güç kaynağından 75mA akım çekilebilmektedir[31].

SD kartlar mikroişlemciler ile SPI veri iletişim modunda iletişim sağlarlar. SPI modunda iletişim için mikroişlemci ve SD kart arasında iletişimi sağlamak için 4 pin kullanılmalıdır. Bu bacaklar CS, CLK, DI, DO pinleridir. Şekil 2.8'de SD kart üzerindeki bacakların işlevleri görülmektedir.



BACAK	İSİM	SPI MODU
1	CD/DAT3/CS	SD KARTI AKTİF YAPMA BACAĞI
2	CMD/DATAİN	DIŞARIDAN KARTA VERİ GİRİŞİ
3	VSS	TOPRAK
4	VDD	GÜÇ KAYNAĞI
5	CLK	SAAT GİRİŞİ
6	VSS2	TOPRAK
7	DAT0	KARTTAN DIŞARI VERİ ÇIKIŞI
8	DAT1	KULLANILMAZ
9	DAT2	KULLANILMAZ

Şekil 2.8 Secure Digital (SD) Hafıza Kartı Bacaklarının İşlevleri[31].

SPI haberleşme komut, cevap ve veri tabanlıdır. Tüm haberleşme 8 bitlik byte'lar halinde yapılmaktadır ve CS sinyaline göre hizalanmıştır. CS pini düşük seviyeye çekildiğinde kart master'dan gelen saat darbelerini saymaya başlar ve böylece veriler iletilir[32].

2.1.3.1 Karttan veri okuma

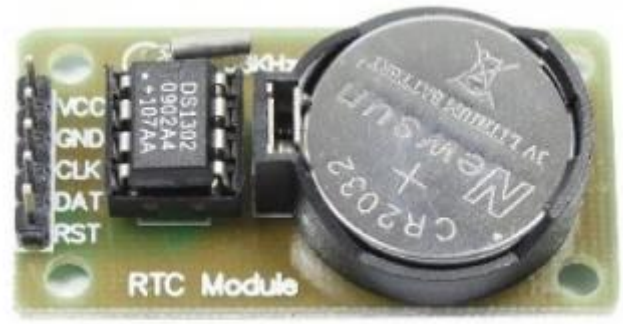
SPI modda karttan tek blok ve çoklu blok olmak üzere iki değişik şekilde veri okuyabiliriz. Blok uzunluğu 1 ve 512 bayt arasında olabilmektedir. Çoklu blok okuma işlemlerinde her blok sonuna o blokun hata kontrol etme bitleri (CRC) eklenmektedir[32]. Çoklu blok okunmasıyla ifade edilen blokların ardışık olarak hafıza kartından mikrodenetleyiciye gönderilmesidir. Arduino ile çalışma avantajlarımızdan biri olan hazır kütüphaneler ve kodlar karta veri yazma işlemini oldukça basitleştirmiştir.

2.1.3.2 Karta veri yazma

Mikrodenetleyiciden istenilen yazma komutu alındıktan sonra kart veri gelmesini bekler. Gelen veriler kartın arzu edilen yerlerine yazılır[32]. Tekli blok yazma işleminde ana makineden aldığı yazma komutu sonrasında yeni bir blok yazma işleminin geçekleştirilmesi için tekrar komut gönderilmektedir. Çoklu blok yazma işleminde ise bu işlem tek bir komut ile ardarda blokların yazılması şeklinde gerçekleşmektedir. Yazma işlemi dur işaretini alana kadar devap etmektedir. Yazılım aşamasında bu konuya tekrar değinilecek ve yazdırma komutları gösterilecektir.

2.1.4 Gerçek zaman saati

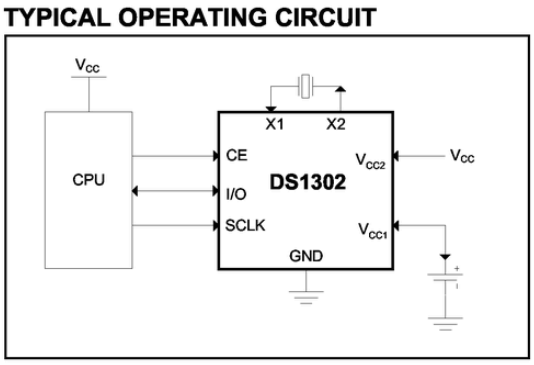
Veri kayıt çalışmalarında verilerin doğru bir şekilde değerlendirilmelerini sağlayan en önemli kriter verilerin kayıtlarına ait zaman bilgileridir. Ortamdan alınan değerlerin kayıt edilmesi sırasında onların hangi zaman dilimine ait olduklarının bilinmesi verileri geçerli kılmaktadır. Değişik veri kayıt çalışmaları incelendiğinde Mikrodenetleyicinin enerjisi kesildiğinde bile zaman bilgisini güncel tutmak için kulllanılan bazı zaman saatlerinin mevcut olduğu görülmüştür. Bunlardan en sık kullanılan ve en tutarlı çalışan devrenin DS1302 Zaman saat entegresi olduğu görülmüş ve bu çalışma da aynı entegrenin kullanılması uygun görülmüştür.



Şekil 2.9 DS1302 Gerçek Zaman Entegresi[33].

DS1302 entegresi gerçek zamanlı saat/tarih bilgisi ve 31 Byte'lık bir statik RAM içerir.Gerçek zamanlı saat/tarih bilgisi, bize saat, dakika, saniye,gün,ay ve yılı verir. Örneğin ayın sonunda tarihi otomatik olarak bir sonraki aya ayarlar. Aynı şekilde saat bilgisini de 24 saat formatında veya 12 saat AM/PM formatında üretir. DS1302 mikrodenetleyiciyle senkron seri haberleşme yolu ile haberleşir. Haberleşmeyi sağlayan üç tane önemli pini vardır. Bunlar CE (Chip enable), I/O ve SCLK (serial clock) pinleridir. Mikroişlemciyle haberleşmeyi de bu uçlar yapar. Seri clock (SCLK)

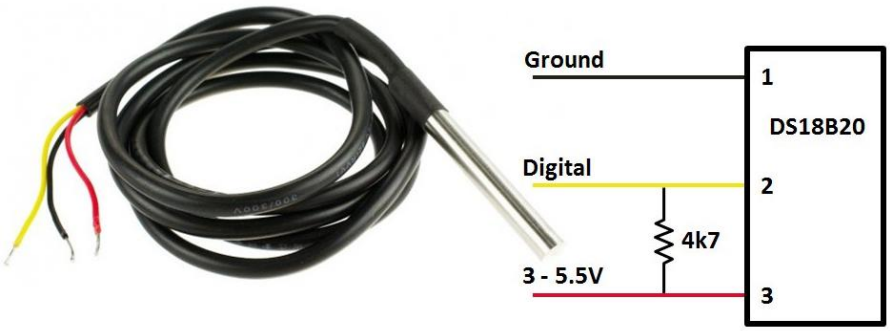
ucu, seri ara yüzde senkronize olarak verileri taşır. I/O ucu, iki yönlü veri ucudur. CE (Chip enable) ucu, saat veya RAM'den veri okuma yada veri yazma için kullanılır[33].



Şekil 2.10 Gerçek Zaman Entegresi Bağlantı Şekli[33].

2.1.5 Sıcaklık algılayıcı

Çalışmamızda kaydedilecek verilerden bir tanesi ise PV panel yüzey sıcaklığı olacaktır. Literatür taraması sırasında ölçümlerin genelde LM 35 entegresi ile yapıldığı görülmüştür. Fakat yapılan denemelerde arduino ile daha uyumlu çalıştığı görülen, tepki hızı daha yüksek ve su geçirmez kılıf kaplı DS18B20 entegresinin daha uygun olduğu belirlenmiştir. Şekil 2.11'de DS 18B20 sıcaklık entegresi ve uç bağlantı şeması görülmektedir.



Şekil 2.11 Sıcaklık Entegresi Ve Uç Bağlantı Şeması[34].

DS 18B20 sensörü -55 ile +125 derece arasında, 9-12 bit çözünürlükte ölçüm yapan dijtial sıcaklık sensörüdür. 12 bit sıcaklık ölçümünü en fazla 750ms'de tamamlamaktadır. 3V ~5.5V arasında bir besleme aralığına sahiptir. Standart olarak 12 bitlik çözünürlüğe sahip olmasına rağmen 9,10 ve 11 bit çözünürlükte çalışmak üzerede ayarlanabilir. -55 C ~ +125 C(-67 F ~ +257 F) arasında ölçüm aralığına sahip olup -10 C ~+85 C arasında 0.5 C hassasiyetle ölçüm yapılabilmektedir. [34].

2.1.6 Güneş ışınım sensörü

Tez çalışmasında kaydedilen değerlerden bir taneside güneş ışınım değeridir. Güneş ışınımı, güneşin çekirdeğindeki tepkimeler sonucu ortaya çıkan ve dünyamıza yansıyan enerji miktarı olarak tanımlanabilir. PV panellerde üretilen elektrik enerjisi miktarı bu değerle doğrudan orantılıdır. Dünyamıza gelen enerji miktarı 0-1100 W/m² arasında olabilmektedir. PV panellerin verimleri bu enerjinin ne kadarını elektrik enerjisine dönüştürebildikleriyle ilgilidir. Verimi %12 olan bir panel, 1 m² alanda ortalama 1000 W/m² ışınımda 120 W elektrik enerjisi üretmelidir.



Şekil 2.12 DRG-100 Işınım Sensörü.

Çalışmamızda güneş ışınımını kaydetmek amacıyla pyranometrelerde kullanılan ışınım sensörlerinden biri olan DRG-100 ışınım sensörü kullanılmıştır. Şekil 2.12'de DRG-100 ışınım sensörü görülmektedir. Kullanılan ışınım sensörüne ait teknik özellikler tablo 2.1'de verilmiştir. Sensörden elde edilen 0-200 mV çıkışı Arduino'nun analog girişlerine uygulanmak için çok küçük bir değer olduğundan opamp devresi ile yüksektilerek 0-5 V aralığına kalibre edilmiştir. Yöntem kısmında bu amaçla tasarlanan devre gösterilmiştir.

Tablo 2.2 DRG-100 Işınım Sensörü Teknik özellikleri [35].

Işınım sensörü	RG-100
Önerilen Kalibre	0-200mV
Besleme Voltajı	Harici kaynak gerektirmemektedir.
Hassasiyet	± 5%
Tepki süresi	<1 s
Kristal silicon pil boyutu	1c m²
Spektral aralık	400 – 1100 nm
Hassasiyet sıcaklık limiti	85°
Işınım aralığı	1W/m² to 1300W/m²

2.1.7 Güneş paneli

Bir güneş enerjisi sistemi kurulurken sistem bileşenlerinden en önemlisi verimli bir güneş paneli seçmektir. Tez çalışması süresince farklı tip paneller kullanılarak testler yapılmıştır. Kullanılan panel gruplarından birisi 2 adet Sun Lınk marka 20 W gücünde güneş panelini paralel bağlayarak oluşturulan 40 W gücünde panel grubudur. Ölçüm süresince gün içerisinde en yüksek ışınım olan saatlarde paneller maksimum güç üretirken yükleme işlemleride maksimum noktada tutularak 40 W lık üretim ve tüketimde ölçümler alınmaya çalışılmıştır. Şekil 2.13'te testlerde kullanılan panellerden biri görülmektedir.



Şekil 2.13 Kullanılan Güneş Paneli.

Seçilen güneş paneli etiket değerlerine bakılarak kurulum ve ölçümler bu değerlere göre yapılmıştır. Bu testlerde etiket değerleri ile ölçülen değerlerin tutarlılığına dikkat edilmiştir.



Şekil 2.14 Güneş Panelinin Etiket Değerleri.

2.1.8 Akü

Tasarımı yapılan cihazın ve ölçüm kartının güç ihtiyacını karşılamak amacıyla uygun bir güç kaynağı gerekmiştir. Sistemin güç gereksinimin 250 mAh olduğu ölçülmüştür. Bunu karşılayabilmek için 9 voltluk şarjlı piller yetersiz kalmıştır. Bu nedenle 6 V 4,5 Ah değerine sahip bir Akü seçilmiştir. Akü kapasitesinin çok düşük ya da çok yüksek olması dezavantajlar yaratacağından, panel tarafından şarj edilebilecek ve güneş yeterli olmadığı zaman cihazı sürekli çalıştırmaya devam edecek bir akü tercih edilmiştir. Şekil 2.15'te seçilen akü ve etiket değerleri görülmektedir. Seçilen akünün 4500 mAH akım verebileceği, cihazın 250 mAH akım çektiği bilinmektedir. Gerekli hesaplamalar yapıldığında;

$$Çalışma\ süresi = \frac{4500}{250} = 18\ saat.'$$ olmaktadır.

Çalışma süresini belirlemek için yapılan testte ise, akü tam dolu iken ve şarj devresi olmadan arduinoya bağlanmış ve sistemi 16 saat boyunca kesintisiz çalıştırmıştır.

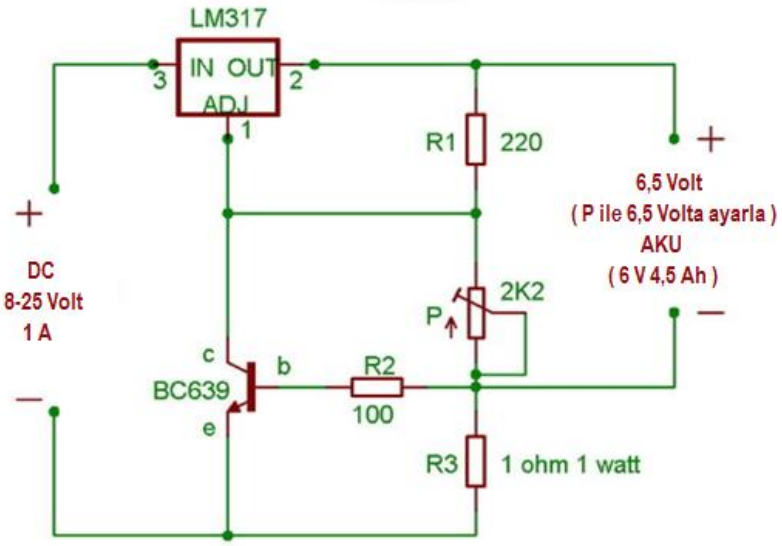


Şekil 2.15 Kullanılan Akü Ve Etiket Değerleri.

2.1.9 Şarj devresi

Tezin amacına uygun olarak kesintisiz veri toplama ve kayıt işlemi gerçekleştirbilmek için tasarlanan ölçüm devresinin beslemesini sağlayan akünün sürekli olarak şarj edilmesi gereklidir. Tasarlanan kart sabah 8.00 ile akşam 18.30 saatlari arasında çalışacaktır. Bu sürede panel gerilimi akü gerilim değeri olan 7 voltu geçtiği zamanlarda devre beslemesini panelden alacak ayrıca akü şarj olacaktır. Panel gerilimi 7 voltun

altına düştüğünde ise devre enerjisin akü üzerinden alacaktır. Bu amaçla bir akü şarj devresi tasarlanmıştır. Devre tasarlanırken şarj edilecek akü değerleri dikkate alınmıştır. Şekil 2.16'da tasarlanan devrenin şeması görülmektedir.



Şekil 2.16 Şarj Devresi.

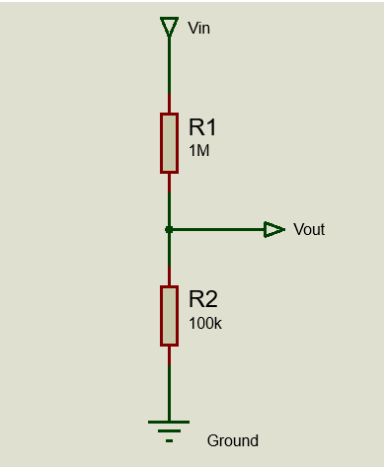
Devrede en önemli eleman LM317 entegresidir. LM317 ayarlanabilen voltaj regülatörüdür. Entegrenin üç ucu mevcut olup 3'üncü uç giriş 2'nci çıkış ve 1'inci uç ayar ucudur. Devredeki potansiyometre entegrenin birinci ucuna bağlanmış olup ayarlama bu potansiyometre üzerinden yapılmaktadır. Şarj regülatörü 6 V'a göre ayarlanmaktadır. Olası bir gerilim kaynağı değişikliğinde yeni gerilim kaynağına göre ayarlama yapılabilecektir. Devre tasarlanırken LM317 entegresi ile aynı işi yapan ve daha yüksek akımlı LM317T entegresi kullanılmıştır. Şarj esnasında yüksek akım gerektiğinden entegre ısınmaktadır. Bu ısınma yükseldikçe entegrenin kesime gitme ihtimali artmaktadır. Bu nedenle entegre bir soğutucu üzerine monte edilmiştir. Ayrıca şarj regülatör devresi olası arıza durumunda daha rahat müdahele edilebilmesi açısından kart ölçüm devresine üzerine konumlandırılmamış modüler olarak tasarlanmıştır. Transistör ve 1 W'lık direnç ise şarj akımının sınırlandırılması amacıyla kullanılmaktadır.

Tasarlanan şarj devresi 6 V'luk aküye bağlanmış ve şarj gerçekleştirilirken gerekli testler yapılmıştır. Akü boş iken voltajı 5 volta düşmüştür. Boş halde şajj sırasında akü 350 mA çekmiştir. Akü doldukça çektiği akım azalmıştır. Akü dolunca veya regülatör girişindeki gerilim düştüğünde aküden şarj regülatörüne doğru akım aktığı gözlemlenmiş devrenin çıkışına ters akımı önleyecek bir diyot yerleştirilmiştir.

2.1.10 Gerilim bölücü

Güneş panelinin hangi ışınım ve sıcaklık koşullarında ne kadar gerilim ürettiğini, yük altındaki karakteristiğini anlamak amacı ile bu değerler ile eş zamanlı gerilim ölçümü yapılması gerekmektedir. Klasik ölçü aletleri ile yapılacak panel başında durarak ölçmek oldukça yorucu ve zaman alan bir durum olmaktadır. Panele sürekli bağlı kalacak ve gerilim değerlerini kaydedecek bir ölçü aleti almak ise oldukça pahalı bir yöntemdir. Ayrıca bu ölçü aletinin enerji ihtiyacını karşılamak her yerde mümkün olmamaktadır. Piyasa da bulunan PV panellerin uç gerilimleri 0-37 volt arasındadır. Olası gerilim dalgalanmalarına karşın cihazda ölçüm sınırı olarak 0-55 volt aralığı tercih edilmiştir. Bu nedenle gerilim ölçme de üst gerilim değeri olan 55 V'u Arduino'nun analog girişine uygulanabilecek olan 5V değerine ayarlayacak bir gerilim bölücü dizaynı yapılmıştır.

Gerilim en basit tanımı ile iki nokta arasındaki potansiyel farktır. Ve temel elektrik kanunlarına göre seri bağlı dirençler gerilimi değerleri oranında paylaşırlar. Bu prensiplerden yola çıkarak 55 voltu 11'e bölecek yani biri diğerinin 10 katı iki direnç seçilerek seri bağlanmış ve gerilim 11 e bölünmüştür. Seçilen direnç değerleri ölçü aletlerinde olduğu gibi üzerlerinde gerilim düşümü sağlayacak fakat akım geçirmeyecek değerlerde seçilmiştir. Bu değerler 1 megaohm ve 100 kiloohm olarak belirlenmiştir. Şekil 2.17'de uygulama devresinde kullanılan gerilim bölücü devre görülmektedir.



Şekil 2.17 Gerilim Bölücü Devre.

Vin ve Ground uçlarına panel uçları bağlanacaktır. Vout ise Arduino'nun analog girişine uygulanacaktır. Vout sinyal değeri formül 2.1'e göre hesaplanmıştır.

$$Vout = Vin\left[\frac{R2}{R1+R2}\right] \quad (2.1)$$

Vout sinyal değeri üst limit değere göre hesaplanacak olursa;

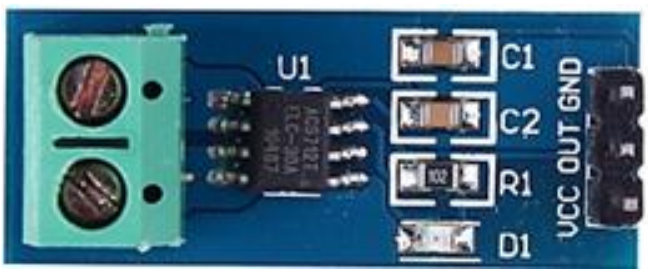
$$Vout = 55\left[\frac{100}{1000+100}\right] = 5\ V \text{ değerine ulaşılacaktır.}$$

Burada ölçüm sırasında 55 V üzeri bir değeri ölçmemeye dikkat etmek gerekmektedir. Aksi takdirde Arduino girişlerine 5 V'tan fazla gerilim geleceğinden sistem zarar görecektir. Bu nedenle en yüksek panel gerilimi 37 V olmasına rağmen önlem olarak üst gerilim sınırı 55 volt olarak seçilmiştir. Ayrıca ölçüm kartı içine konulan sigortalar ile sistem korunması sağlanmıştır. Yöntem kısmında bu amaçla tasarlanan devre gösterilmiştir.

2.1.11 Akım ölçüm direnci

Elektrik akımı, birim zamanda birim kesitten geçen elektron miktarıdır. Elektrik akımını ölçmek amacı ile bu akışın iletken üzerinde ve çevresindeki etkilerinden yararlanılır. En sık kullanılan iki yöntem, iletken etrafına oluşan manyetik alandan yararlanılması ve iletken üzerinde meydana gelen gerilim düşümünden yararlanılmasıdır.

Tez çalışması esnasında akım ölçümü için kullanılacak yöntem olarak öncelikle ACS712 entegresi içeren arduino uygulamaları için geliştirilmiş akım sensörü belirlenmiştir. Laboratuar ortamında yapılan ölçümlerde bazı durumlarda gerçek değer ile ölçülen değer arasında sapmalar olduğu gözlemlenmiştir. Fakat gerçek çalışma ortamında cihaz panele bağlandığında ise bu sapmanın çok daha yüksek değerlere ulaştığı görülmüştür. Bunun nedeninin sensörün çalışma prensibinin hall etkisi olması ve ortamdaki parazitlerden oldukça etkilenmesi olarak değerlendirilmiştir. Diğer bir neden ise sensörlerin negatif ve pozitif olmak üzere çift yöne ölçüm yapmakla beraber ölçüm limitimiz olan 10 A akımı ölçebilecek en düşük ölçüm genişliğine ait entegre seçilmesine rağmen ölçüm genişliği 30 ampere çıkmıştır. 30 amper için 5V analog değer veren entegrenin çözünürlüğü oldukça düşük olmuştur. Bu edenle testler devam ettiği süreçte ölçüm yöntemi değiştirilmiştir. Fakat ölçümlerin ilk haftalarında bu sensör kullanıldığından bu bölümde sensörden bahsedilmiştir.



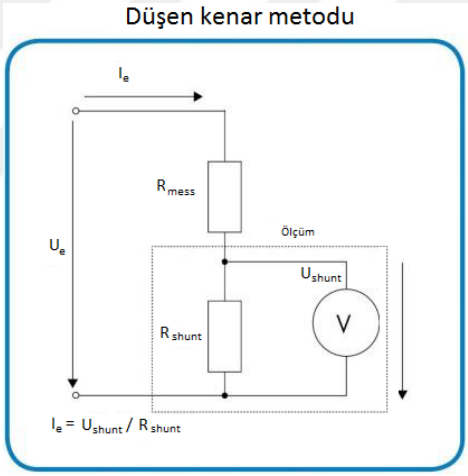
Şekil 2.18 ACS712 Akım Sensörü.

İkinci yöntem olarak yüke seri bağlı bir direnç üzerine düşen gerilimi 5 V'a ayarlayarak Arduino girişine verilmesi kullanılmıştır. Burada direnç değerinin düşük olması oldukça önemlidir. Çünkü kullanılan seri direnç üzerinde gerilim düşümü olacaktır. Devre tasarımı yapılırken bu durum göz önünde bulundurulmuştur. Yük grubu oluşturulurken akım direncide yük grubu içinde değerlendirilmiştir.

Ölçüm yöntemi temeli ohm kanununa dayanmaktadır. Seri dirençten geçen akım ohm kanununun formül 2.2'de gösterilen ;

$$(I=V/R) \qquad (2.2)$$

temel formülüne göre direnç üzerinde orantısal bir gerilim düşümüne neden olmaktadır. Bu gerilim gerekli yazılımsal hesaplar yapılarak direnç üzerinden geçen akıma oranlanmıştır. Bu konuya yazılım kısmında ayrıca değinilecektir. Şekil 2.19'da seri dirençle akım ölçümüne ait devre ve ölçüm için kullanılan voltmetrenin bağlantısı görülmektedir.



Şekil 2.19 Seri Dirençle Akım Ölçümü.

Bu yöntem ile oldukça yüksek doğrulukta ölçümler yapma imkanı oluşmuştur. Yapılan testlerde bağımsız ölçü aletleriyle yapılan ölçümler ile cihazın ölçümleri arasında oldukça tutarlı sonuçlara ulaşılmıştır. Temmuz ve ağustos ayları boyunca değişik zamanlarda cihazın ölçümleri ile ölçü aletlerinin ölçümleri uygulama başında karşılaştırılmaya devam edilmiştir.

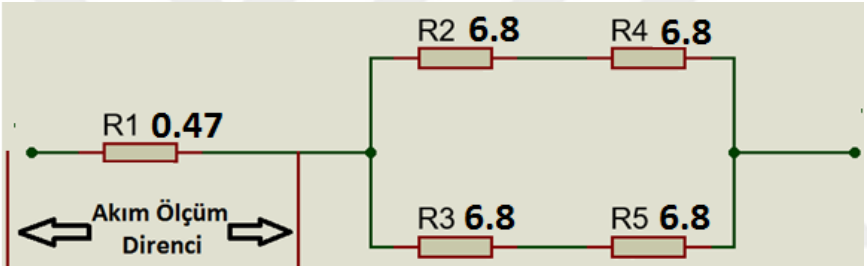
2.1.12 Yük grubu

Yapılan çalışmada kullanılan diğer bir materyal ise yük grubudur. Normal şartlarda bir güneş enerjisi sistemi kurulduğunda yük grubu sürekli olarak değişecektir. Ancak sistemin en çok zorlanacağı yük maksimum güç isteyen yük olacağından deneysel

çalışmamızda yük grubu bu temel üzerine oluşturulmuştur. Örnek olarak seçilen güneş panellerinden birisine bakıldığında 20 W, 16.8 V, 1.19 A değerlerine sahiptir. Paneller paralel bağlandığında oluşacak durumda değerlerin 40 W , 16.8 V 2.38 A olması beklenmektedir. Bu durumda maksimum yükleme sağlayacak direnç değeri ohm kanunu formülüne göre;

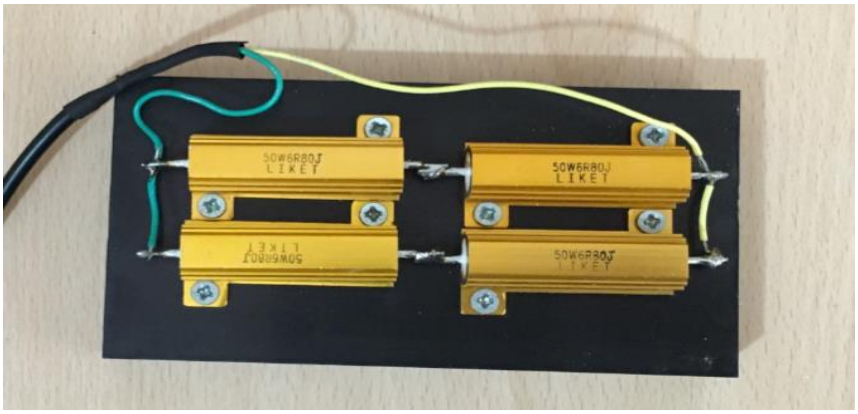
$$R = \frac{V}{I} = \frac{16.8}{2.38} = 7{,}05 \text{ ohm}$$ olarak bulunacaktır.

Üretilen dirençlere bakıldığında en yakın değer olan 6.8 ohm 50Wlık direnç kullanımına karar verilmiştir. Seri akım direnci olarak ise 0.47 ohm'luk bir direnç kullanılmış seri bağlanan dirençlerin toplam direnci 7.27 ohm olmuştur. Böylece toplam yük direnci hesaplanan değere oldukça yakın bir şekilde oluşturulmuştur. 6.8 ohm oluşturulurken 4 adet 6.8 ohm 50 W lık direnç kullanılmıştır. Oluşturulan devre şekli şekil 2.20'de görülmektdir.



Şekil 2.20 Yük Grubu Devre Şekli

Oluşturulan yük grubu üzerinden tam güç üretiminde 2.38 A akım geçeceğinden ısınma meydana gelmektedir. Bu ısı oldukça yüksektir. Dirençler hem bulunduğu ortama hem de bir insan müdahelesi söz konusu olursa insanlara zarar verebilecek boyutlardadır. Bu nedenle yük grubu Şekil 2.21'de gösterildiği üzere soğutucu üzerinde monte edilmiştir.

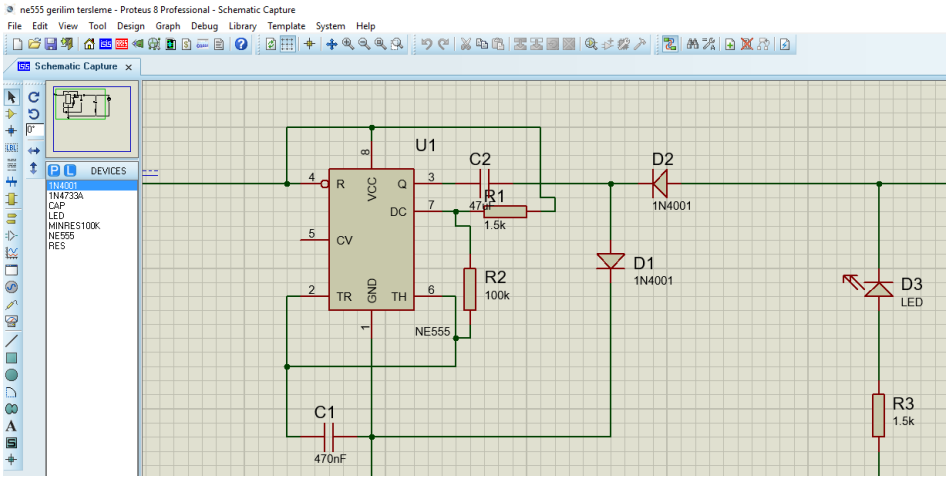


Şekil 2.21 Yük Grubu Görünümü.

2.1.13 Simülasyon programı (Proteus)

Elektronik uygulamaları gerçekleştirirken, dizayn aşamasında devreyi uygulamak ve test etmek oldukça zahmetli ve pahalıdır. Ayrıca gerçek elemanlar ile çalışmak bazen riskli olabilmektedir. Bu nedenle günümüzde teknolojinin de ilerlemesi ile bazı simülasyon programlarından yararlanılarak elemanların tepkileri ve çalışmaları bilgisayar ortamında test edilebilmektedir. Bu bize hızlı bir şekilde devre dizayn etme, test etme ve değişiklikleri gerçekleştirme olanağı sunmaktadır. Tez çalışmasında devre oluşturma ve baskı devre çizimi için simülasyon programları kullanılmıştır. Her alana yönelik değişik simülasyon örnekleri bulunmaktadır. Elektronik alanında en yaygın kullanılan simülasyon programı ise Proteus'tur. Proteus elektronik uygulamaları kolay bir şekilde kurabildiğimiz basit, hızlı ve esnek yapısı ile oldukça kullanışlı bir programdır. Kurulan devreler çalıştırılabilmekte, çalışma değerleri izlenebilmektedir. Aslında Proteus'u sanal bir laboratuvar olarak adlandırabiliriz.

Proteus Isıs ve Ares olmak üzere iki alt programdan oluşur. Kurulması düşünülen devre önce gerçek boyutlarda elemanlar ile Isıs programında gerçeklenir. Testler ve dizayn bittikten sonra ise Ares programına aktarılarak devrenin baskı devre şeması çıkarılır. Çıkarılan baskı devre çizimi (PCB) özel kağıtlara çıktı alınarak bakır plaket üzerine aktarılıp devrenin plaketi hazırlanır.



Şekil 2.22 Proteus Uygulama Ekranı Görüntüsü.

Tasarlanan ölçüm kartı oldukça basit bir yapıya sahip olmasına rağmen birkaç defa farklı şekillerde dizayn etme gerekliliği doğmuştur. Çalışmanın esnek oluşu ve karşılaşılan uygulama zorlukları devrenin sürekli güncellenmesini gerektirmiştir. Bu durumlarda Proteus'un oldukça yardımı dokunmuştur. Proteus ile hazırlanan ölçüm kartının PCB çizimi **Ek-3**' te görülmektedir.

2.2 Yöntem

Tez çalışmasında Şekil 2.23'de görlülen ölçüm ve kayıt sistemi kurulmuştur. Materyal kısmında kullanılan elemanlar hakkında bilgiler verilmiştir. Bu kısımda ise şekilde görülen sistemin kurulum aşamaları anlatılacaktır. Yöntem kısmı temelde sistemin çalışma prensibi, cihazın tasarımı ve yazılım olmak üzere üç ana başlıkta ele alınacaktır.

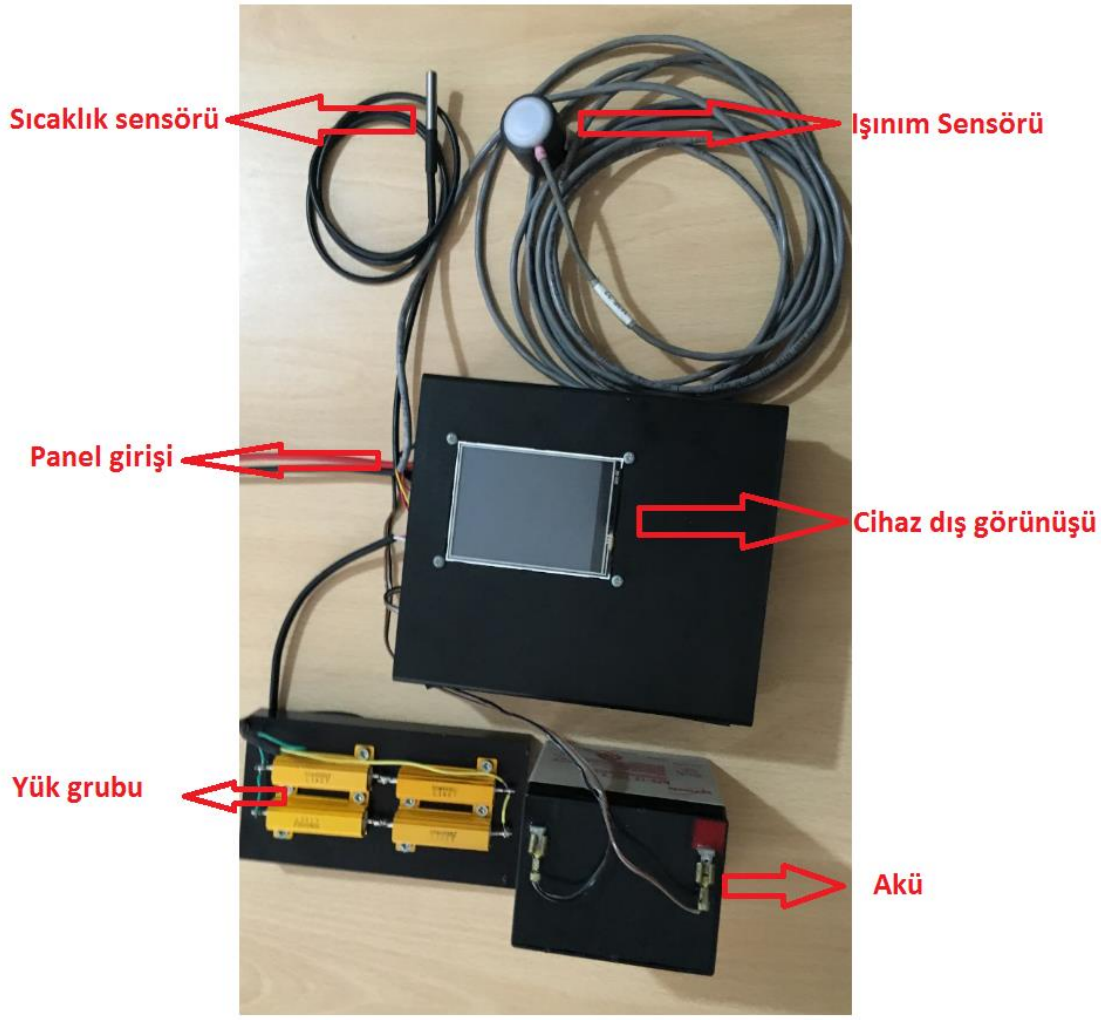


Şekil 2.23 Kurulan Ölçüm Ve Kayıt Sisteminin Görüntüsü (24.06.2016)

2.2.1 Tasarlanan sistemin yapısı ve çalışma prensibi

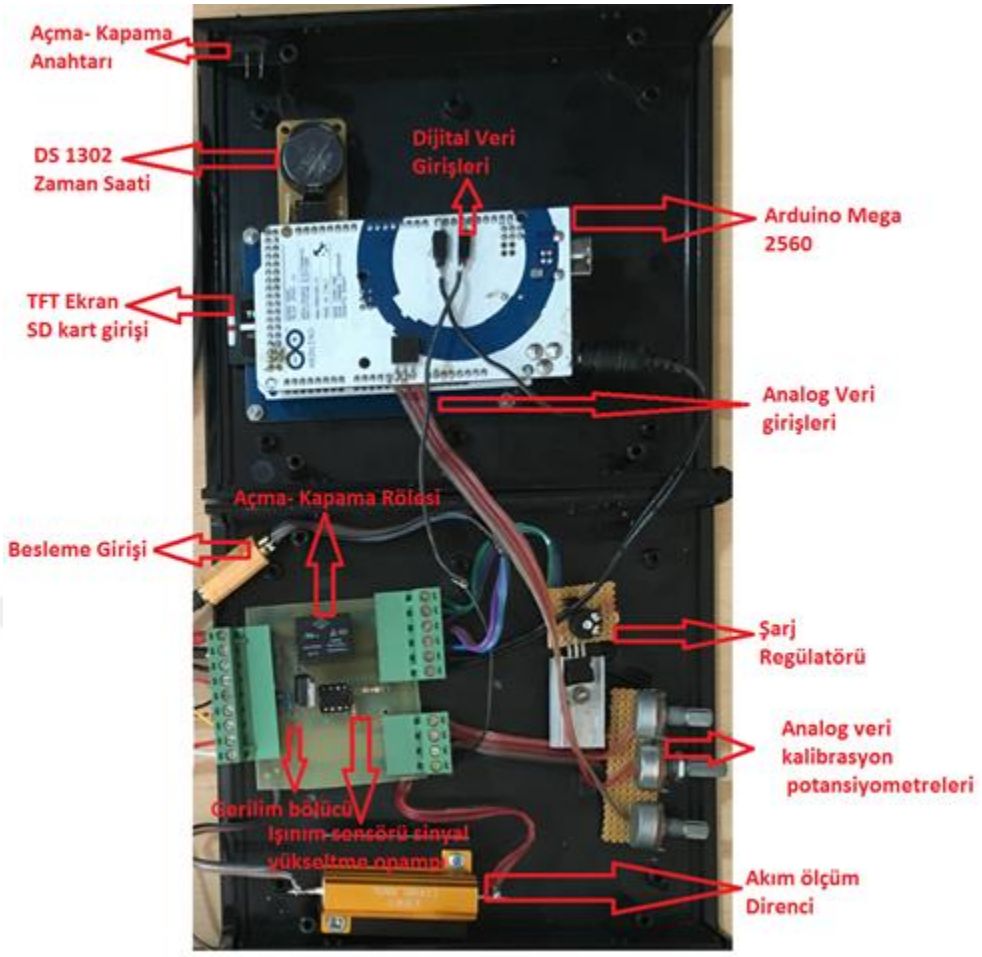
2.2.1.1 Sistemin yapısı

Tasarlanan cihazın çalışma prensibini açıklamak için öncelikle sistem bileşenlerini daha sonra da cihazın iç yapısını açıklayan iki şekil verilmiştir. Şekilde 2.24'te Sistem temel bileşenleri görülmektedir.



Şekil 2.24 Sistem Bileşenlerinin Görüntüsü

Burada panel dışındaki tüm bileşenler görülmektedir. Cihaza dışarıdan bağlanan toplam 5 giriş değeri vardır. Bunlar; panel, ışınım sensörü, sıcaklık sensörü, yük grubu ve akü'dür. Cihazın iç yapısı ise şekil 2.25'te görülmektedir.



Şekil 2.25 Cihazın İç Yapısının Görüntüsü

Cihaz iç yapısında da görüldüğü gibi bir çok modülün bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Bunlardan bazıları arduino modülleri olup hazır alınmıştır. Diğer devreler ise amaca yönelik olarak tasarlanmıştır. Cihazın konulduğu kutu alt ve üst olmak üsere iki simetrik kapaktan oluşmaktadır. Üst kapaktaki modüller hazır alınmış alt kapaktaki devreler ise laboratuarda yapılmıştır.

2.2.1.2 Sistemin çalışma prensibi

Tasarlanan cihaz iki şekilde çalıştırılabilir, birinci yol besleme bağlı ise ve açma kapama anahtarına basılır ise cihaz çalışır. İkinci yol cihaz panele bağlı ise açma kapama anahtarı açık olmasa bile 6 v üzerinde bir gerilim gelir gelmez açma kapama rölesi aktif olur ve cihaz çalışır. Cihazın kapanması için panel voltajı 2 voltun altına düşmelidir. Çünkü röle 6 voltta kontağını çekmekte ve 2 voltta kontaklarını açmaktadır. Yapılan testlerde hava nasıl olursa olsun panel voltajının yük altında, sabah 7:45 ile 8.30 saatleri arasında 6 voltun üzerine çıktığı, güneş ışınım değerinin panelde güç

üretimi için çok azaldığı 17:50 ile 18:45 saatleri arasında tekrar 2 voltun altına düştüğü görülmüştür. Üretim olmayan zamanlarda cihazı kapatmanın en kolay ve hızlı yolu olarak bu yöntem tercih edilmiştir.



Şekil 2.26 Şifre Ekranı.

Cihaza besleme verildiğinde öncelikle şekil 2.26'da görülen şifre ekranı gelmektedir. Bu ekran sisteme sorumlular dışındakilerin müdahale etmesini ve kayıt değerlerinin yanlışlıkla değiştirilmesini önlemek için tasarlanmıştır. Fakat ölçüm kaydı şifreye bağlı değildir. Şifre girilmese dahi sistem enerji verildiği anda cihaz kayıt yapmaya başlar. Şifre '1111' olarak dört haneli olarak belirlenmiştir. Şifre yanlış girilir ise ekran üzerinde 'FAIL' yazacak ekran açılmayacaktır. Şifre doğru girildiğinde ise ekranın üst kısmına 'GOOD' ifadesi gelir ve ana ekran açılır. Şekil 2.27'de ana ekran görülmektedir.



Şekil 2.27 Ana Ekran.

Ana ekran da ölçülen ışınım, gerilim, akım ve sıcaklık değerleri anlık olarak görülebilir. Ayrıca her değerin birimide ekranda görülmektedir. Işınım, gerilim ve akım değerleri ekran da gösterilir iken virgülden sonra bir rakam gösterilecek şekilde ayarlanmıştır.

Sıcaklık değeri ise tam sayı olarak gösterilmektedir. Alt kısımda ise iki adet buton mevcuttur bu butonlar, ‘‘AYARLAR’’ ve ‘‘KAPAT’’ butonlarıdır. ‘‘KAPAT’’ butonuna basıldığına cihaz tamamen kapatılmayacak sadece ekran kapatılacaktır. Bunun sebebi ekranın cihazın toplam güç tüketiminin yarısını kullanmasıdır. Bu şekilde ekran kapatılarak güç tüketimi yarı yarıya azaltılmış olur. Ekranın herhangi bir yerine basılırsa cihaz otomatik olarak şifre ekranına gelir ve tekrar şifre ister. Şifre doğru girilir ise ana ekran açılır.



Şekil 2.28 Yıl, Ay, Gün Ayarlama Ekranları.

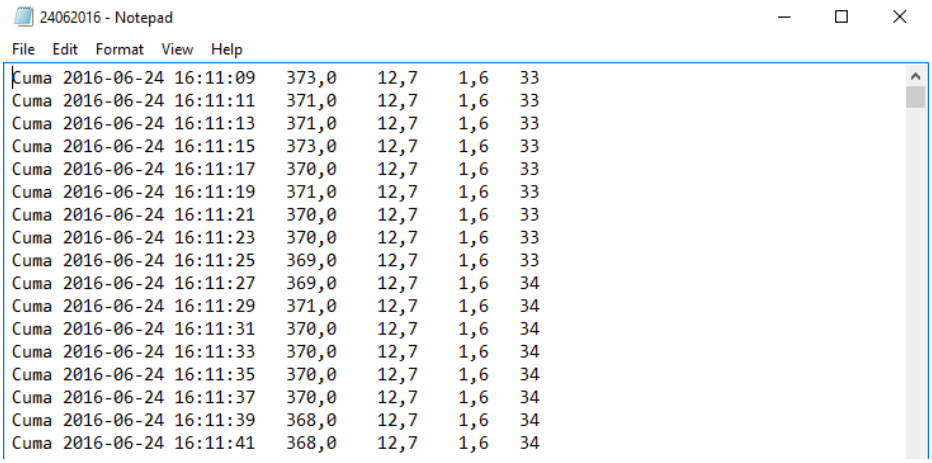
‘‘AYARLAR’’ butonuna basılır ise tarih ve kayıt aralığını değiştirilebileceğimiz bir ekran açılır. Burada tarih değiştirmek için öncelikle yön butonları ile yıl,ay,gün,saat,dakika ve saniye sekmelerinden hangileri değiştirilmek isteniyor ise seçilir. Daha sonra ‘‘+’’ ve ‘‘-‘’ butonları ile istenilen değer ayarlanır. ‘‘kaydet’’ tuşuna basılır. ‘‘geri’’ tuşu ana ekrana dönmemizi sağlar



Şekil 2.29 Saat, Dakika, Saniye Ayarlama Ekranları.

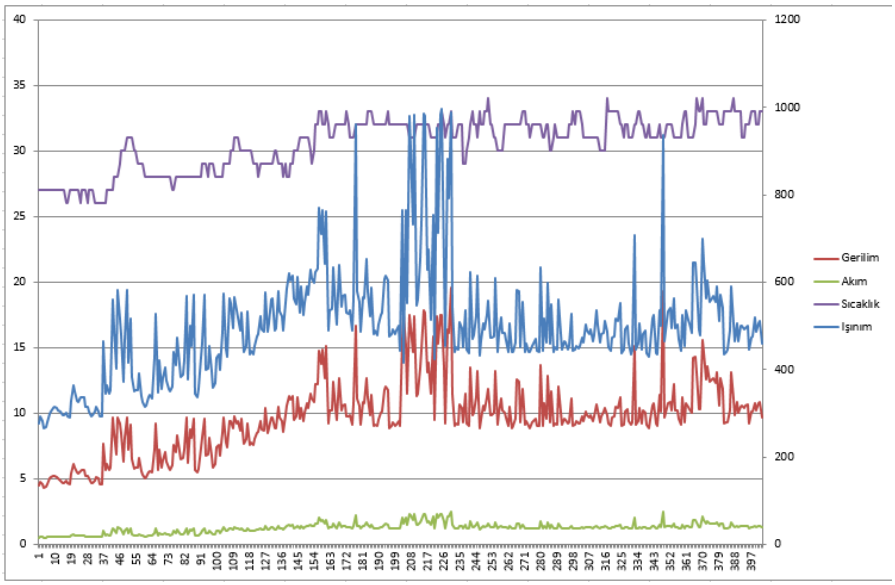
Ekranın sol altında görülen ‘‘ZAMAN’’ ise kaç saniye aralık ile yeni veri kaydı yapılacağını belirler. + veya - butonlarına basılarak istenilen değere gelinir. ‘‘kaydet’’ tuşuna basılır. ‘‘geri’’ tuşu ana ekrana dönmemizi sağlar.

Cihaz çalışmaya bağladığında ilk önce zaman saatindeki veriyi alacak tarih o değere göre ayarlanacaktır. Zaman saati verisi hatalı ise ayar ekranlarından kolaylıkla değiştirilebilicektir. Bütün bu ayarlar Arduino’ya program yükleme esnasında da yapılabilirler.



Şekil 2.30 24.06.2016 Txt Kayıt Dosyasının Görünümü.

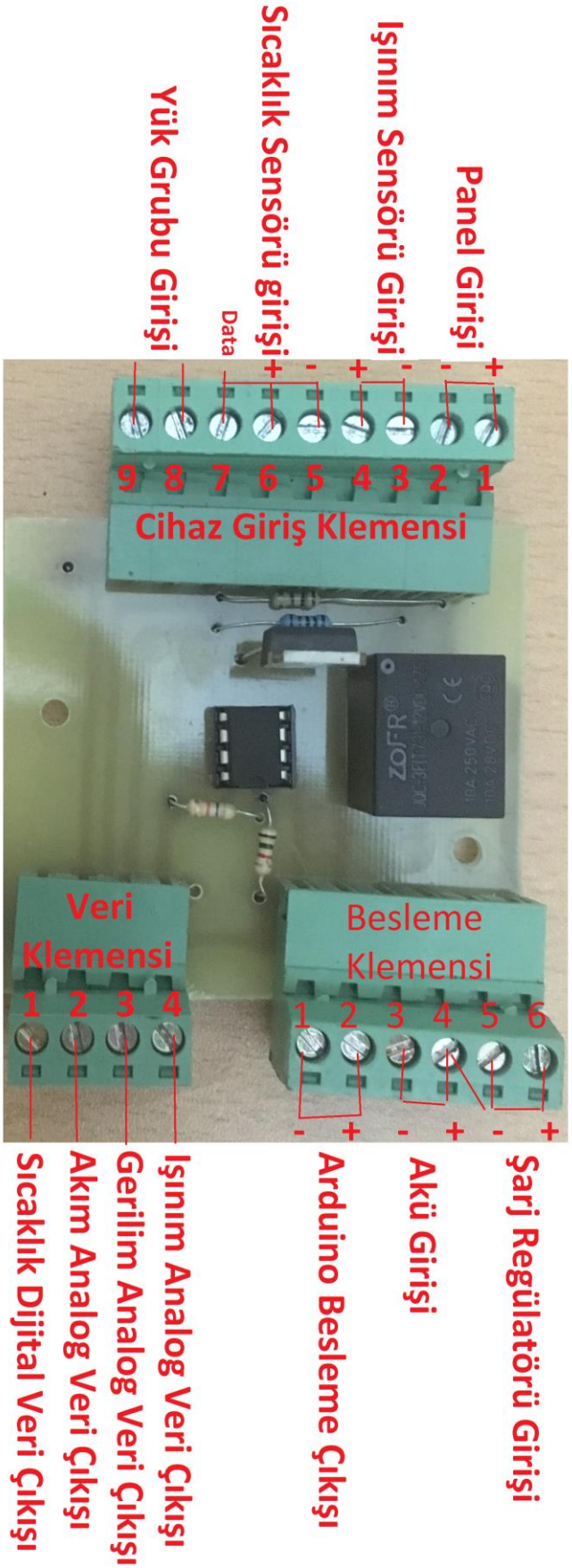
Cihaz açılınca öncelikle SD kart içinde o günün tarihi adında bir txt dosyası açar. Şekil 2.30'da ''24.06.2016'' adı ile açılmış dosyanın içindeki veriler görülmektedir. Dosya açılınca sırası ile gün, tarih, ışınım, gerilim. akım ve sıcaklık değerlerini aralarında boşluk bırakarak bir satıra yazar. Örneğin Şekil 2.29'da görülen dosya da 24-06-2016 Cuma günü saat 16:11:09 da ışınım 373 W/m² , gerilim 12.7 V, akım 1.6 A ve sıcaklık 33 derece olarak ölçülmüştür. Cihaz ayarlanan ölçüm aralığı sonunda yeni satıra gelir ve yazma işlemine devam eder. Eğer cihaz gün içinde daha önce çalıştırılmış ise aynı dosyanın içine girer ve kaldığı yerden devam eder. Gün içinde daha önce açılmamış ise yeni bir dosya açar. Her kayıt sonunda dosya kaydedilir. Böylece enerji kesildiğinde ölçümler silinmez.



Şekil 2.31 26.06.2016 Tarihine Ait Verilerin Grafiksel Gösterimi.

Kaydedilen bu verilerin değerlendirilmesi amacıyla excel formatında grafikler çıkarılmıştır. Şekil 2.31'de 26.06.2016 tarihine ait verilerin grafiği görülmektedir.

2.2.2 Ölçüm kartı tasarımı



Şekil 2.32 Ölçüm Kartı Klemens İsimleri Ve Numralandırması.

2.2.2.1 Cihaz açma-kapama devresi

Sistemin çalışma prensibi başlığı altında belirtildiği üzere cihazın hangi saatlar arasında çalışacağının belirlenmesi önemlidir. Yapılan literatür taramaları sonucunda bu saatlerin 08.00 ile 18.00 saatlari arasında olmasına karar verilmiştir. Çünkü PV paneller ülkemiz çoğrafyasında bu saatler arasında anlamlı güç üretimi yapmaktadır. Bu nedenle cihazı otomatik olarak açıp kapatacak böylelikle devreyi besleyen akünün en uzun süre kullanımını sağlayacak bir devre kurulması planlanmıştır. Bu amaçla önce ldr ile ortam ışığına göre devreyi açıp kapayacak bir devre tasarlanmış fakat devrenin sürekli besleme gerektireceği ve sürekli aküyü kullanacağı düşünüldüğünden bundan vazgeçilmiştir. Uygulanan devre ise oldukça basittir. Panele bağlanan 12V luk bir röle panel enerji üretimine başladığında cihazı çalıştıracak. Panel gerilimi 2V un altına düşene kadarda çalıştırmaya devam edecektir. Röle açık iken 50 mA akım çekmektedir. Böylelikle istenilen saatler arasında cihazın çalışması sağlanmıştır. Şekil 2.33'te kullanlan 12 V'luk röle görülmektedir.



Şekil 2.33 Açma- Kapama Rölesi.

2.2.2.2 Gerilim bölücü devresi

Gerilim bölücü başlığı altında gerilim bölme yöntemi ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Bu prensip temel alınarak bir gerilim bölücü tasarlanmıştır. Bir panelin gerilimi genelde en fazla 30 volt olmaktadır. Olası yanlış bağlantılara karşına üst gerilim limiti 55 volt olarak düşünülmüştür. Kayıt işlemi arduino ile yapılacağından arduino girişlerine 55 volt gibi bir değer direkt olarak verilemeyeceğinden bu gerilim değerini arduinonun kaydedebileceği 5 volt değerine oranlamak için 55 voltu 11 kat küçültmek gerekmiştir. Ölçü aletlerinin içinde kullanılan mantık ile yapılan gerilim bölücü devresinde 1megaohmluk ve 100 kiloohmluk dirençler seri bağlanmıştır. Ölçüm hassasiyetini arttırmak için karbon film direnç yerine metal film dirençler kullanılmıştır. Şekil 2.34'te

Kullanılan Metal film dirençler görülmektedir.



Şekil 2.34 Gerilim Bölücü Dirençler.

2.2.2.3 Akım ölçüm devresi

Akım ölçüm direnci başlığı altında geniş bir biçimde açıklanan temellere dayanarak bu devre kullanılmıştır. 0.47 ohm luk 50 W bir direnç yüke seri bağlanmış ve yük grubu içinde değerlendirmeye katılmıştır. Böylelikle yüksek doğrulukta bir ölçüm gerçeklenmiştir ve 10 ampere kadar bir ölçüm genişliği sağlanmıştır. Direncin üzerinden 10 A akım aktığı takdirde ohm kanunu formülüne göre;

$$V = IxR = 10x0.47 = 4.7\,V$$ gerilim düşümü olacaktır.

Bu gerilim düşümü arduinoya verilecek 5 V sınırının altında olduğundan ölçüm için uygundur. Direnç üzerinden geçen akım ısınmaya sebep olacağından 50 W alüminyum direnç kullanılmıştır. Direnç ayrıca alüminyum soğutucu üzerine monte edilmiştir. Şekil 2.35'de kullanılan akım direnci görülmektedir.

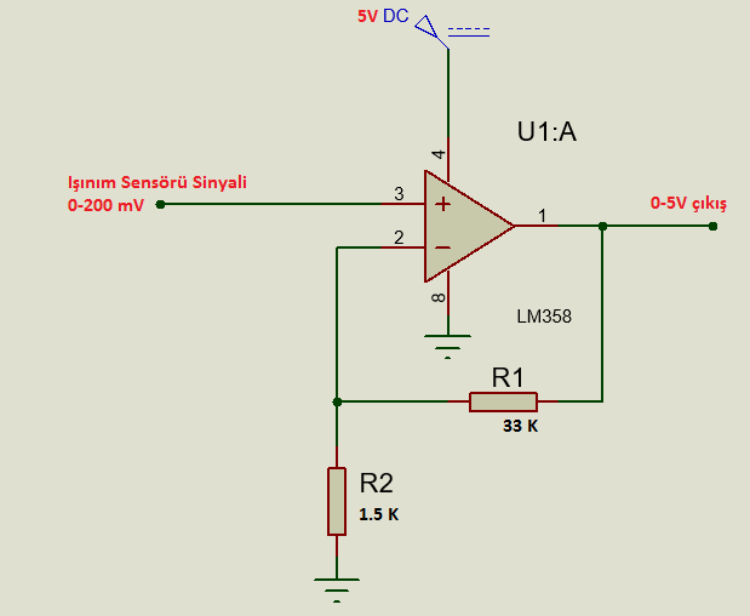


Şekil 2.35 Akım Ölçümünde Kullanılan Direnç.

2.2.2.4 Işınım ölçüm devresi

Işınım sensöründen gelen bilgi 0 – 200 mV aralığında olduğundan bu değerin kullanılması oldukça zordur. Arduino'nun hassasiyeti 4 mV olduğundan ancak 50 farklı değer okunabilmiştir. Ufak dalgalanmalar oldukça büyük hatalar oluşturmuştur. Ölçülecek ışınım arağılığı 0-1200 W/m² olarak düşünüldüğünden 50 birimlik

çözünürlük birim başına 1200/50 = 24 W/m² olacaktır. Hata miktarı çok fazla olacaktır. Bu nedenle bu gerilimin orantısal yükselteçler ile yükseltilmesi yöntemi kullanılmıştır. 200 mV'u 5 V seviyesine yükseltecek bir yükselteç devresi tasarlanmıştır. Yükselteç devresinin yükseltme katsayısı 5000mV/200mV = 25 olmalıdır. Buna uygun dirençler seçilerek yükselteç devresi kurulmuştur. Şekil 2.36'da LM 358 opamplı yükselteç devresinin simülasyon programında gerçeklenmesi gösterilmiştir.



Şekil 2.36 LM 358 Opamlı Yükselteç Devresi.

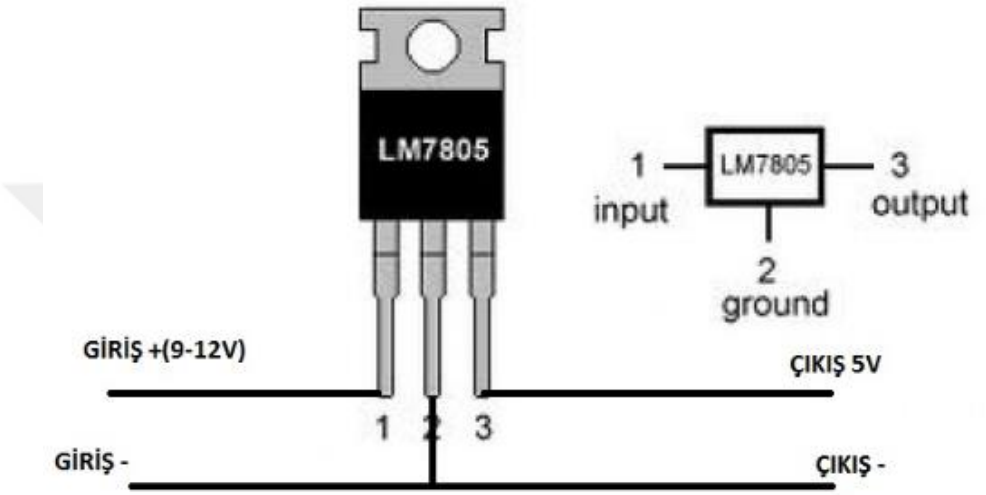
Dirençlerin üretim aşamasında belli değerlere göre üretim yapıldığından ve direnç değerleri belli tolerans değerlerinde değişiklik gösterdiğinden tam olarak 25 kat yükseltmek imkanı olmamıştır. Bu nedenle yaygın kullanılan 33K ve 1.5 K dirençler ile 22 kat yükseltme gerçeklenmiştir. Ölçüm kartındaki opamp devresi Şekil 2.37'de görülmektedir.



Şekil 2.37 LM358 Entegre Kılıfı Ve Kurulan Yükseltme Devresi Görünümü.

2.2.2.5 Sıcaklık sensörü besleme devresi

Sıcaklık sensörü digital veri çıkışı sağlamaktadır. Bu özelliği sebebi ile arduinoya direkt olarak bağlanabilecek bir sensör olmasına rağmen arduino'nun iç yapısında bulunan gerilim regülatör entegresine fazla yüklenmemek amacı ile sensör beslemesi ayrıca tasarlanmıştır. Arduio'ya sadece data bilgisi girilmiştir. Sensör 5 V ile çalıştığından 7805 entegresi kullanılarak sensör beslemesi sağlanmıştır. Ayrıca opamp devresi beslemeside aynı entegreden sağlanmıştır.



Şekil 2.38 LM 7805 Regüle Entegresi.

2.2.3 Yazılım

Tez çalışmasında yazılım hazırlanırken Arduino Yazılım Geliştirme Ortamı (IDE) kullanılmıştır. IDE basitleştirilmiş C++ dilinin bir uygulamasıdır. Yazılım için gerekli tüm program, örnek yazılımlar ve modül kürüphanelerine ‘‘https://www.arduino.cc/’’ adresinden ulaşmak mümkündür. Tez için geliştirilen yazılım **EK-5'**te açıklamaları ile verilmiştir. Bu kısımda şifre , ekran yazıları, analog değer formülleri gibi yazılımda değiştirilebilecek kısımlar açıklanacaktır.

2.2.3.1 Ekran yazılımı

Cihaz açıldığında karşımıza gelen şifre ekranında girilmesi gereken şifre ‘‘1111’’ olarak belirlenmiştir. Değiştirmek istenirse yazılımda şekil 2.39'da görülen kısımdaki ‘‘1111’’ şifresi istenilen değerle değiştirilip program tekrar yüklenmelidir.

```
char Pass[5];
char master[5] = "1111"; //ŞİFRE
int Pcount=0;
int XC,YC;
int PassCounter=0;
byte orient = LANDSCAPE;
const int chipSelect = 53;
```

Şekil 2.39 Şifre Değiştirme Satırı.

Ana ekran üzerinde oluşturulan isimlendirmelerde ya da birimlerde değişiklik yapılmak istenir ise yazılımda değişiklik yapmak gerekir. Örneğin ana ekranda birimlerde derece yerine celsius yazılmak istenirse Şekil 2.40'da gösterilen ''Derece'' yazısının ''Celcius'' olarak değiştirilmesi gereklidir. Bu örnek bütün ekran yazılarına uygulanabilir.

```
myGLCD.print("SICAKLIK", 172, 90);
 myGLCD.print("Derece", 190, 110);
myGLCD.setColor(0, 0, 255);
 myGLCD.fillRoundRect (180, 130, 290, 165);
 myGLCD.setColor(0, 255, 255);
 myGLCD.drawRoundRect (180, 130, 290, 165);
 myGLCD.printNumI(sensors.getTempCByIndex(0), 200, 140);
```

Şekil 2.40 İsimlendirme Değiştirme Satırı.

2.2.3.2 Işınım hesaplama ve kayıt

Işınım devresi başlığı altında sensörden gelen 0-200mV luk değerin 22 kat yükseltilerek 0-5 V aralığına ayarlandığı belirtilmiştir. 0-5 V arduinoya uygulandığında arduino bu değeri 10 bitlik dijital veriye yani 0-1024 değerlerine çevirir. Sensörün 0-1300W/m² arasında ölçüm yapabildiği düşünüldüğünde 0-1024 değerinin 0-1300'e kalibre edilmesi gerekmektedir. Katsayıların her ne kadar matematiksel anlamda bu şekilde olması gereksede cihaz başında yapılan gerçek ölçümler ile kıyaslamada en uygun değerin 0-1850 arası olduğu görülmüştür. Bunun dirençlerin tolerans değerlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu nedenle ayarlar bu şekilde yapılmıştır. Yazılımda ki matematiksel formül şekil 2.41'de görülmektedir.

```
    floatVal1= map(analogRead(0), 0, 1024, 0, 1850);  // IŞINIM HESAPLA
  char charVal1[6]={' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' '};
String stringVal1 = "";
dtostrf(floatVal1, 1, 1, charVal1);
for(int i=0;i<sizeof(charVal1);i++)
{
  stringVal1+=charVal1[i];
}
dataString +=  stringVal1; // IŞINIM YAZ
 dataString += "   ";
```

Şekil 2.41 Işınım Hesalama Ve Kaydetme.

İlk satır ışınım hesaplama satırıdır. Diğer satırlar ise ekrana ve SD karta yazılacak olan ışınım değerinin karakter sayısı ve yazım formatının ayarlandığı kısımlardır. Son satır ise kayıt edilecek ışınım değerinden sonra bir boşluk bırakmak için kullanılmaktadır.

2.2.3.3 Gerilim hesaplama ve kayıt

Gerilim bölücü devre başlığı altında anlatıldığı gibi gerilim 11 kat küçültülerek ölçülmektedir. Arduino girişindeki analog 0-5 V değeri dijital değere dönüştürülerek 0-1024 aralığına çevrilmektedir. Yazılan formül ile bütün bu çevirme işlmeleri terslenerek ölçülen gerçek değere ulaşılmıştır. Analog değerin 1024 yerine 1054'e bölünmesinin nedeni hesaplanan değer ile gerçek değer arasındaki farkın giderilmesidir. Ölçü aleti ile ölçülen ve ekranda görülen değer arasındaki farka bağlı olarak katsayı yükseltilerek fark giderilmiştir.

```
if ((analogRead(1)*55.0/1054.0)>0){    //GERİLİM HESAPLA
 floatVal2=((analogRead(1)*55.0/1054.0)+0.3);
 }
 if ((analogRead(1)*55.0/1054.0)==0){
 floatVal2=((analogRead(1)*55.0/1054.0));
 }
  char charVal2[5]={' ', ' ', ' ', ' ', ' '};
 String stringVal2 = "";
 dtostrf(floatVal2, 1, 1, charVal2);
 for(int i=0;i<sizeof(charVal2);i++)
 {
   stringVal2+=charVal2[i];
 }
 dataString += stringVal2;  //GERİLİM YAZ
  dataString += "   ";
```

Şekil 2.42 Gerilim Hesaplama Ve Kaydetme

İlk dört satır gerilim hesaplama satırlarıdır. Diğer satırlar ise ekrana ve SD karta yazılacak olan gerilim değerinin karakter sayısı ve yazım formatının ayarlandığı kısımlardır. Son satır ise kayıt edilecek gerilim değerinden sonra bir boşluk bırakmak için kullanılmaktadır.

2.2.3.4 Akım hesaplama ve kayıt

Akım ölçüm üst sınırı olarak 10 A belirlenmiştir. 0,47 ohmluk dirençten 10 A akım geçmesi halinde gerilim düşümü 4.7 V olacaktır. Işınım ve gerilim hesaplama konularında da belirtildiği üzere analog giriş değeri 10 bitlik dijital değere dönüştürülmektedir. Bu sebeble okunan analog değer ekrana yazdırılmadan önce 1024'e bölünür, sonra ölçülebilecek en büyük değer olan 10 ile çarpılarak ölçülen gerçek değere ayarlanmış olur.

```
floatVal3=((analogRead(2)/1024.0)*10.0);
char charVal3[5]={' ', ' ', ' ', ' ', ' '};
String stringVal3 = "";
dtostrf(floatVal3, 1, 1, charVal3);
for(int i=0;i<sizeof(charVal3);i++)
{
  stringVal3+=charVal3[i];
}
dataString += stringVal3; //AKIM YAZ
 dataString += "   ";
```

Şekil 2.43 Akım Hesaplama Ve Kaydetme

İlk satır akım hesaplama satırıdır. Diğer satırlar ise ekrana ve SD karta yazılacak olan akım değerinin karakter sayısı ve yazım formatının ayarlandığı kısımlardır. Son satır ise kayıt edilecek akım değerinden sonra bir boşluk bırakmak için kullanılmaktadır.

2.2.3.5 Sıcaklık sensörü değerleri okuma ve kayıt

Sıcaklık değeri sensör tarafından dijital olarak hesaplanmaktadır. Hesaplama yapmaya gerek kalmamıştır. Arduino resmi sitesindeki örnek uygulamalardan gerekli kodlar bulunmuştur. Son satır kayıt edilecek sıcaklık değerinden sonra bir boşluk bırakmak için kullanılmaktadır.

```
 sensors.requestTemperatures(); // SICAKLIK OKU
 sicaklik=sensors.getTempCByIndex(0);
  dataString += String(sicaklik); // SICAKLIK YAZ
dataString += " ";
```

Şekil 2.44 Sıcaklık Okuma Ve Kaydetme

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

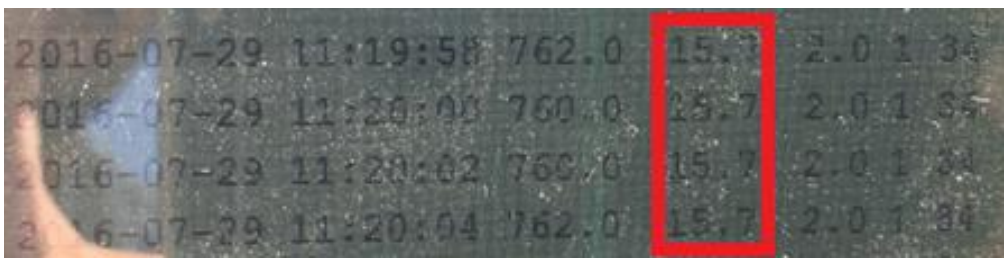
3.1 Kaydedilen Verilerin İncelenmesi

Kasım 2015 tarihinde tasarımına başlanan cihaz Mayıs 2016 tarihinde tamamlanmış, laboratuar ortamında testlere tabi tutulduktan sonra 24 Haziran 2016 tarihinde ilk gerçek ortam veri kayıtları alınmıştır. Bu tarihten itibaren cihaz üzerinde yapılan kalibrasyon ayarlamaları ve düzeltme çalışmaları için cihazın söküldüğü tarihler dışında yaklaşık 3 aylık veri kaydı alınmıştır.

Alınan kayıtlarının doğruluğu ve tutarlılığını sağlamak amacı ile güvenilir ölçü aletleri ile ayrıca ölçümler yapılarak bu sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ölçümlerde Peak tech 3315 marka dijital multimetre kullanılmıştır. Şekil 3.1'de 28.07.2016 tarihinde saat 11.20 de yapılan gerilim ölçümü gözükmektedir. Aynı anda cihazın yapmış olduğu kayıtlar ise şekil 3.2'de görülmektedir.

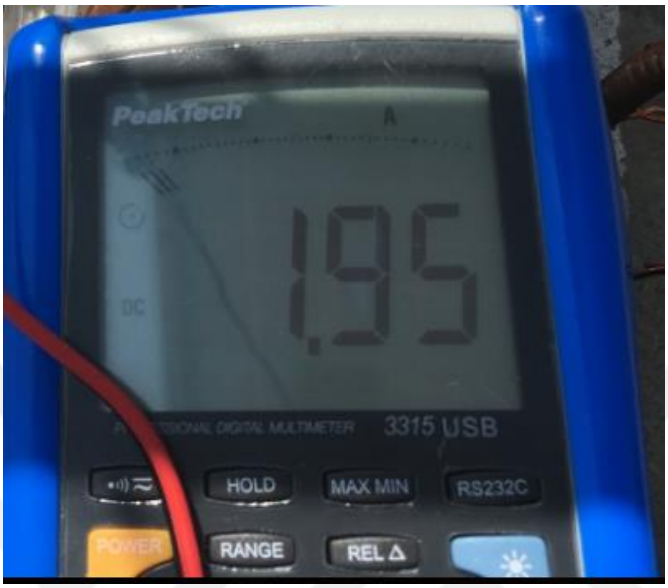


Şekil 3.1 29.07.2016 Tarih Ve 11:20 Saatinde Bağımsız Gerilim Ölçümü.

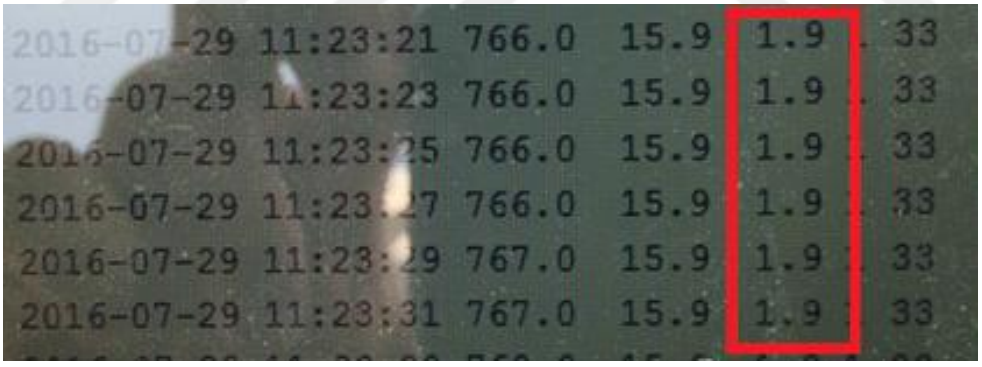


Şekil 3.2 29.07.2016 Tarih Ve 11:20 Saatinde Cihaz Kayıtları.

Yüksek doğruluk ile gerçekleştirilen karşılaştırmalar çeşitli zamanlada rastgele tekrar edilmiştir. Akım ölçümü karşılaştırması için yapılan ölçümlerden biri şekil 3.3'te ve cihaz kayıtları ise şekil 3.4'te görülmektedir.



Şekil 3.3 29.07.2016 Tarih Ve 11:23 Saatinde Bağımsız Akım Ölçümü.

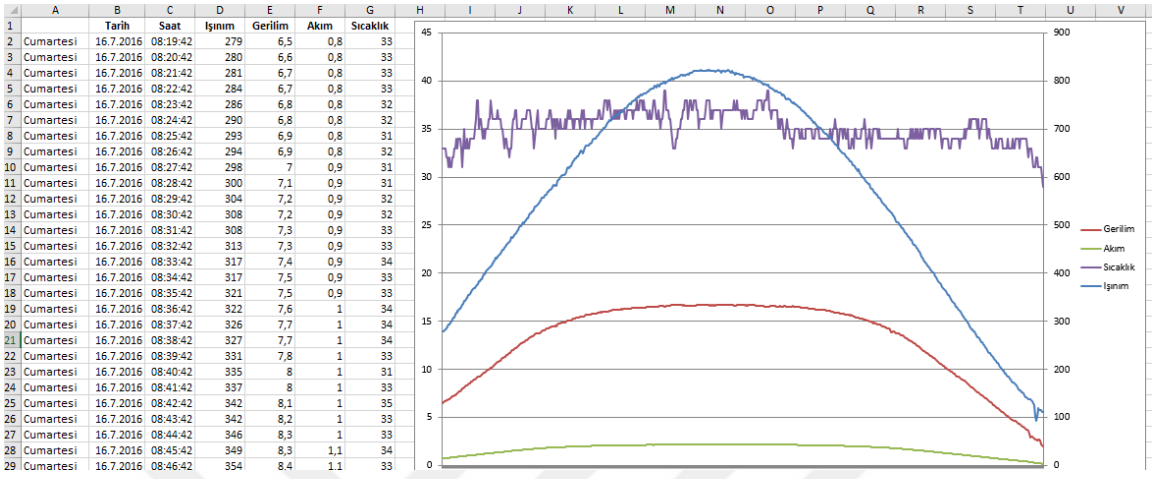


Şekil 3.4 29.07.2016 Tarih Ve 11:23 Saatinde Cihaz Kayıtları.

3 aylık süreçte alınan veriler düz metin formatında kaydedilmiştir. Düz metin üzerinde verileri doğru şekilde analiz etmek oldukça zordur. Bu nedenle veriler excel programına aktarılarak ve grafikleri çıkarılarak analizler yapılmıştır . Bu incelemeler sırasında akım, gerilim, ışınım ve sıcaklık değerleri arasında oldukça tutarlı bir korelasyon gözlemlenmiştir.

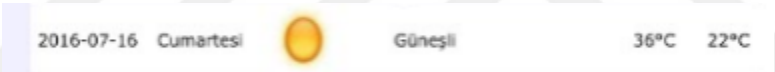
Veri kayıtlarını daha iyi değerlendirebilmek için verilerin kendi aralarındaki tutarlılık dışında verilerin alındığı tarihteki hava durumunu da incelemek gerekmektedir. Bu

nedenle aşağıda örneklem olarak alınmış veri grafiklerinin altına o güne ait hava durumuda gösterilmiştir. Bu veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sitesinden günlük olarak alınmıştır. Böylelikle veriler daha anlaşılır hale gelmiştir.

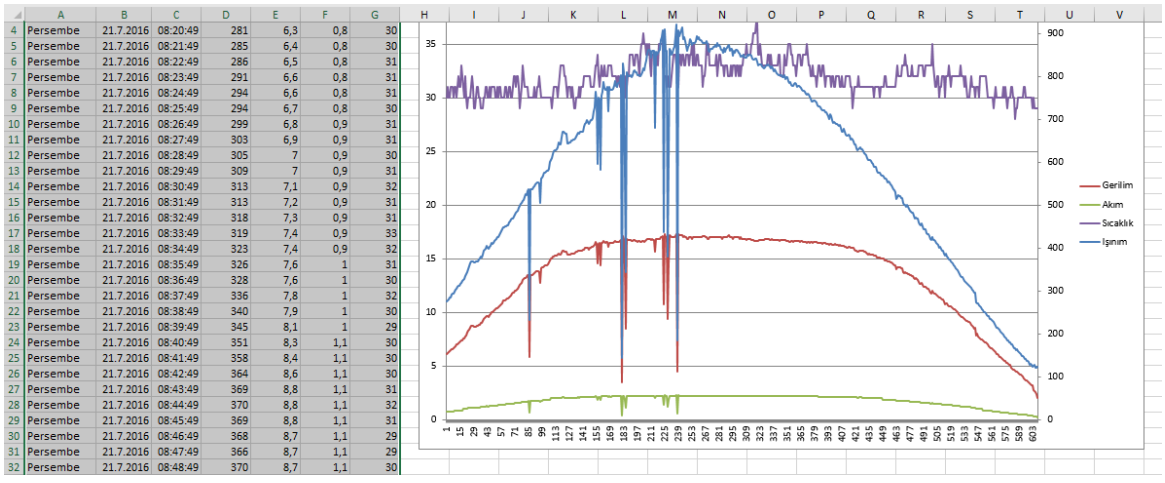


	A	B	C	D	E	F	G
1		Tarih	Saat	Işınım	Gerilim	Akım	Sıcaklık
2	Cumartesi	16.7.2016	08:19:42	279	6,5	0,8	33
3	Cumartesi	16.7.2016	08:20:42	280	6,6	0,8	33
4	Cumartesi	16.7.2016	08:21:42	281	6,7	0,8	33
5	Cumartesi	16.7.2016	08:22:42	284	6,7	0,8	33
6	Cumartesi	16.7.2016	08:23:42	286	6,8	0,8	32
7	Cumartesi	16.7.2016	08:24:42	290	6,8	0,8	32
8	Cumartesi	16.7.2016	08:25:42	293	6,9	0,8	31
9	Cumartesi	16.7.2016	08:26:42	294	6,9	0,8	32
10	Cumartesi	16.7.2016	08:27:42	298	7	0,9	31
11	Cumartesi	16.7.2016	08:28:42	300	7,1	0,9	31
12	Cumartesi	16.7.2016	08:29:42	304	7,2	0,9	32
13	Cumartesi	16.7.2016	08:30:42	308	7,2	0,9	32
14	Cumartesi	16.7.2016	08:31:42	308	7,3	0,9	33
15	Cumartesi	16.7.2016	08:32:42	313	7,3	0,9	33
16	Cumartesi	16.7.2016	08:33:42	317	7,4	0,9	34
17	Cumartesi	16.7.2016	08:34:42	317	7,5	0,9	33
18	Cumartesi	16.7.2016	08:35:42	321	7,5	0,9	33
19	Cumartesi	16.7.2016	08:36:42	322	7,6	1	34
20	Cumartesi	16.7.2016	08:37:42	326	7,7	1	34
21	Cumartesi	16.7.2016	08:38:42	327	7,7	1	34
22	Cumartesi	16.7.2016	08:39:42	331	7,8	1	33
23	Cumartesi	16.7.2016	08:40:42	335	8	1	31
24	Cumartesi	16.7.2016	08:41:42	337	8	1	33
25	Cumartesi	16.7.2016	08:42:42	342	8,1	1	35
26	Cumartesi	16.7.2016	08:43:42	342	8,2	1	33
27	Cumartesi	16.7.2016	08:44:42	346	8,3	1	33
28	Cumartesi	16.7.2016	08:45:42	349	8,3	1,1	34
29	Cumartesi	16.7.2016	08:46:42	354	8,4	1,1	33

Şekil 3.5 16.07.2016 Tarihli Veri Kayıtları Grafiği.

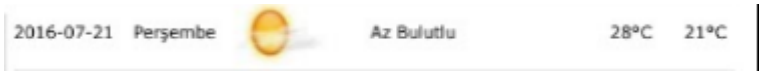


Şekil 3.6 16.07.2016 Tarihli Hava Durumu.

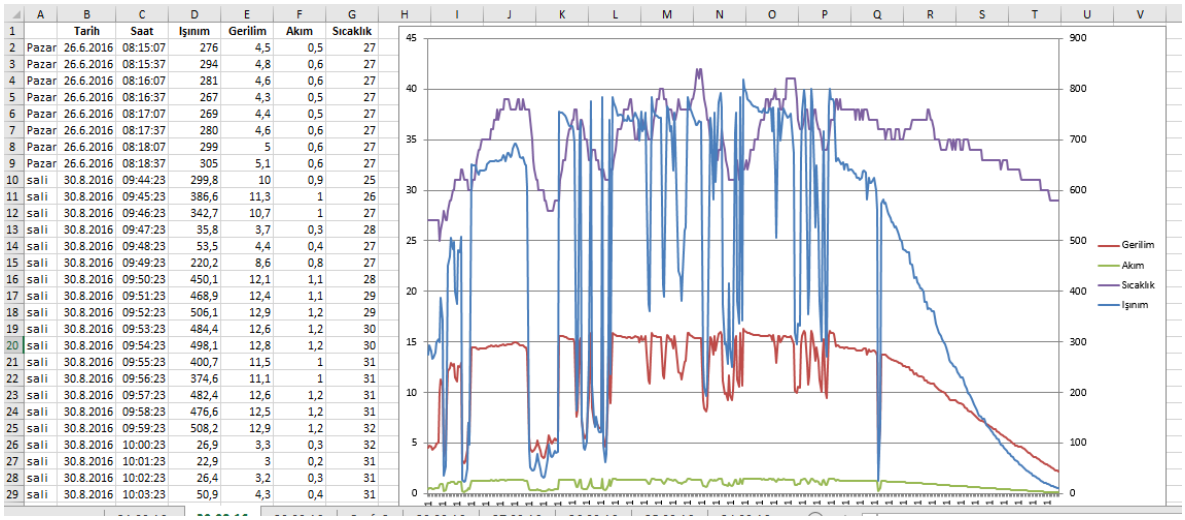


	A	B	C	D	E	F	G
4	Persembe	21.7.2016	08:20:49	281	6,3	0,8	30
5	Persembe	21.7.2016	08:21:49	285	6,4	0,8	30
6	Persembe	21.7.2016	08:22:49	286	6,5	0,8	31
7	Persembe	21.7.2016	08:23:49	291	6,6	0,8	31
8	Persembe	21.7.2016	08:24:49	294	6,6	0,8	31
9	Persembe	21.7.2016	08:25:49	294	6,7	0,8	30
10	Persembe	21.7.2016	08:26:49	299	6,8	0,9	31
11	Persembe	21.7.2016	08:27:49	303	6,9	0,9	31
12	Persembe	21.7.2016	08:28:49	305	7	0,9	30
13	Persembe	21.7.2016	08:29:49	309	7	0,9	31
14	Persembe	21.7.2016	08:30:49	313	7,1	0,9	32
15	Persembe	21.7.2016	08:31:49	313	7,2	0,9	31
16	Persembe	21.7.2016	08:32:49	318	7,3	0,9	31
17	Persembe	21.7.2016	08:33:49	319	7,4	0,9	33
18	Persembe	21.7.2016	08:34:49	323	7,4	0,9	32
19	Persembe	21.7.2016	08:35:49	326	7,6	1	31
20	Persembe	21.7.2016	08:36:49	328	7,6	1	30
21	Persembe	21.7.2016	08:37:49	336	7,8	1	32
22	Persembe	21.7.2016	08:38:49	340	7,9	1	30
23	Persembe	21.7.2016	08:39:49	345	8,1	1	29
24	Persembe	21.7.2016	08:40:49	351	8,3	1,1	30
25	Persembe	21.7.2016	08:41:49	358	8,4	1,1	30
26	Persembe	21.7.2016	08:42:49	364	8,6	1,1	30
27	Persembe	21.7.2016	08:43:49	369	8,8	1,1	31
28	Persembe	21.7.2016	08:44:49	370	8,8	1,1	32
29	Persembe	21.7.2016	08:45:49	369	8,8	1,1	31
30	Persembe	21.7.2016	08:46:49	368	8,7	1,1	29
31	Persembe	21.7.2016	08:47:49	366	8,7	1,1	29
32	Persembe	21.7.2016	08:48:49	370	8,7	1,1	30

Şekil 3.7 21.07.2016 Tarihli Veri Kayıtları Grafiği.



Şekil 3.8 21.07.2016 Tarihli Hava Durumu.

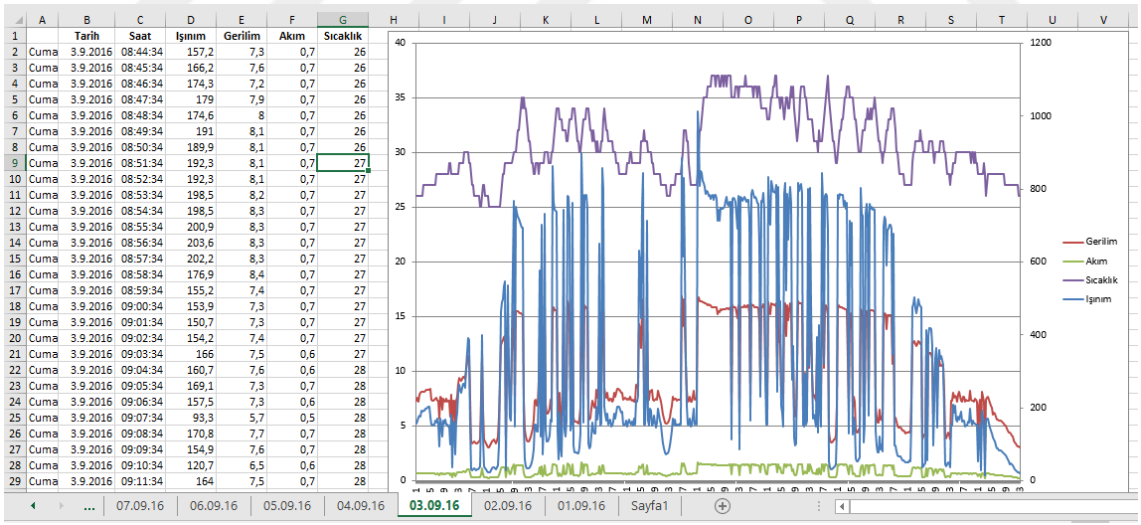


	Tarih	Saat	Işınım	Gerilim	Akım	Sıcaklık
Pazar	26.6.2016	08:15:07	276	4,5	0,5	27
Pazar	26.6.2016	08:15:37	294	4,8	0,6	27
Pazar	26.6.2016	08:16:07	281	4,6	0,6	27
Pazar	26.6.2016	08:16:37	267	4,3	0,5	27
Pazar	26.6.2016	08:17:07	269	4,4	0,5	27
Pazar	26.6.2016	08:17:37	280	4,6	0,6	27
Pazar	26.6.2016	08:18:07	299	5	0,6	27
Pazar	26.6.2016	08:18:37	305	5,1	0,6	27
sali	30.8.2016	09:44:23	299,8	10	0,9	25
sali	30.8.2016	09:45:23	386,6	11,3	1	26
sali	30.8.2016	09:46:23	342,7	10,7	1	27
sali	30.8.2016	09:47:23	35,8	3,7	0,3	28
sali	30.8.2016	09:48:23	53,5	4,4	0,4	27
sali	30.8.2016	09:49:23	220,2	8,6	0,8	27
sali	30.8.2016	09:50:23	450,1	12,1	1,1	28
sali	30.8.2016	09:51:23	468,9	12,4	1,1	29
sali	30.8.2016	09:52:23	506,1	12,9	1,2	29
sali	30.8.2016	09:53:23	484,4	12,6	1,2	30
sali	30.8.2016	09:54:23	498,1	12,8	1,2	30
sali	30.8.2016	09:55:23	400,7	11,5	1	31
sali	30.8.2016	09:56:23	374,6	11,1	1	31
sali	30.8.2016	09:57:23	482,4	12,6	1,2	31
sali	30.8.2016	09:58:23	476,6	12,5	1,2	31
sali	30.8.2016	09:59:23	508,2	12,9	1,2	32
sali	30.8.2016	10:00:23	26,9	3,3	0,3	32
sali	30.8.2016	10:01:23	22,9	3	0,2	31
sali	30.8.2016	10:02:23	26,4	3,2	0,3	31
sali	30.8.2016	10:03:23	50,9	4,3	0,4	31

Şekil 3.9 30.08.2016 Tarihli Veri Kayıtları Grafiği.



Şekil 3.10 30.08.2016 Tarihli Hava Durumu.



	Tarih	Saat	Işınım	Gerilim	Akım	Sıcaklık
Cuma	3.9.2016	08:44:34	157,2	7,3	0,7	26
Cuma	3.9.2016	08:45:34	166,2	7,6	0,7	26
Cuma	3.9.2016	08:46:34	174,3	7,2	0,7	26
Cuma	3.9.2016	08:47:34	179	7,9	0,7	26
Cuma	3.9.2016	08:48:34	174,6	8	0,7	26
Cuma	3.9.2016	08:49:34	191	8,1	0,7	26
Cuma	3.9.2016	08:50:34	189,9	8,1	0,7	26
Cuma	3.9.2016	08:51:34	192,3	8,1	0,7	27
Cuma	3.9.2016	08:52:34	192,3	8,1	0,7	27
Cuma	3.9.2016	08:53:34	198,5	8,2	0,7	27
Cuma	3.9.2016	08:54:34	198,5	8,3	0,7	27
Cuma	3.9.2016	08:55:34	200,9	8,3	0,7	27
Cuma	3.9.2016	08:56:34	203,6	8,3	0,7	27
Cuma	3.9.2016	08:57:34	202,2	8,3	0,7	27
Cuma	3.9.2016	08:58:34	176,9	8,4	0,7	27
Cuma	3.9.2016	08:59:34	155,2	7,4	0,7	27
Cuma	3.9.2016	09:00:34	153,9	7,3	0,7	27
Cuma	3.9.2016	09:01:34	150,7	7,3	0,7	27
Cuma	3.9.2016	09:02:34	154,2	7,4	0,7	27
Cuma	3.9.2016	09:03:34	166	7,5	0,6	27
Cuma	3.9.2016	09:04:34	160,7	7,6	0,6	28
Cuma	3.9.2016	09:05:34	169,1	7,3	0,7	28
Cuma	3.9.2016	09:06:34	157,5	7,3	0,6	28
Cuma	3.9.2016	09:07:34	93,3	5,7	0,5	28
Cuma	3.9.2016	09:08:34	170,8	7,7	0,7	28
Cuma	3.9.2016	09:09:34	154,9	7,6	0,7	28
Cuma	3.9.2016	09:10:34	120,7	6,5	0,6	28
Cuma	3.9.2016	09:11:34	164	7,5	0,7	28

Şekil 3.11 03.09.2016 Tarihli Veri Kayıtları Grafiği.



Şekil 3.12 03.09.2016 Tarihli Hava Durumu.

4. SONUÇ

Günümüzde gelişen teknoloji ve artan enerji ihtiyacı bizi yeni enerji kaynaklarına yönlendirmektedir. Bu kaynaklardan en gözde olanı ise fotovoltaik sistemlerdir. Fotovoltaik sistemler her gün büyüyen ve gelişen bir pazar payına sahiptir. Türkiye bu yönelişin etkisi ile son yıllarda bir çok yatırım yapmaktadır. Buna paralel olarak fotovoltaik sistemler ile ilgili akademik çalışmalarda hız kazanmıştır. Fakat fotovoltaik sistemler ile ilgili yapılacak çalışmalarda veri elde etmek ve analiz etmek oldukça zahmetli olmaktadır. Piyasada fotovoltaik sistemler için veri toplanabilecek yeterlilikte cihazlar bulunmamaktadır.

Tez çalışmasındaki cihaz dış ortamdan aldığı akım, gerilim, ışınım ve sıcaklık olmak üzere 4 farklı analog veriyi işleyerek SD kart içerisinde düz metin (txt) formatında saklamaktadır. Cihaz güneş panellerinde yapılacak ölçümlere göre dizayn edilmiştir. Akım sınırı olarak 10 A gerilim sınırı olarak ise 55 V seçilmiştir. Günümüzde piyasa da bulunan panellerin hepsi bu değerler içerisindedir. Işınım için üst sınır olarak 1300 W/m² değeri seçilmiştir. Güneş ışınımının coğrafyamızda alabileceği en yüksek değer 1100 W/m² 'dir. Sıcaklık için ise . -55 C ~ +125 C(-67 F ~ +257 F) arasında ölçüm aralığına sahip bir sensör tercih edilmiştir.

Tez çalışması sırasında yapılan literatür taraması ile buna benzer çalışmalar gözden geçirilmiş ve bu çalışmalarda kullanılan ölçüm yöntemlerinden uygun olanlar seçilmiştir. Çalışma süresince kullanılan yöntemler arasında en verimli olanlar üzerinde durulmuştur. Örneğin, akım değeri çalışmanın ilk zamanlarında akım sensörü ile ölçülmüş akım sensörünün dış ortamdaki manyetik dalgalanmalardan olumsuz etkilenmesi ve tutarsız sonuçlar ortaya koyması nedeni ile seri direnç ile akım ölçümü yoluna gidilmiştir.

Tez çalışması boyunca en çok üzerinde durulan konu cihazın beslemesidir. Cihaz beslemesini bir akü yardımı ile sağlamaktadır. Akü bağlı bulunan panel ile şarj olmaktadır. Cihaz beslemesi için kullanılan pil grubu süreç içinde değiştirilmiştir. Önce 9V 900 mAh pil grubu kullanılsa da yetersiz kalması nedeniyle 12 V 5 Ah aküye geçilmiş belirli bir süre bu akü kullanıldıktan sonra şarj problemleri nedeni ile 6V 4.5 Ah bir aküye geçilmiştir. 12 V'luk aküde yaşanan problem akünün 7 Volta kadar boşalması ve tam deşarj olması nedeni ile şarj arızası vermesi olmuştur. Son hali ile besleme devresindeki kullanım süresi ve şarj problemleri giderilmiştir.

Literatür taramasında var olan çalışmalarda kayıtlar genellikle ölçüm kartından USB veya RS 232 portu ile sabit bir PC'ye aktarılmıştır. Tarama sırasında 2 farklı değeri MMC kart üzerine kayıt yapan bir ölçüm kartı ile karşılaşılmıştır. Bahsi geçen çalışmada MMC kart fat 16 dosya sistemi üzerinden en fazla 2 GB hafızayı desteklemekte ve bu kartlar cep telefonu ile açılamamaktadır. Çalışmamızda ise 4 farklı ölçüm değeri ayrı bir sistem gerekmeksizin cihaz içerisinde SD karta yapılmaktadır. Ayrıca fat 32 dosyalama sistemi kullanıldığı için veri yazma hızı daha yüksektir ve 64 GB'a kadar kart desteği sağlanmıştır. Tez çalışmasında 16 GB hafızaya sahip bir kart seçilmiştir. Kayıt aralığının 1 dakika alındığı bir günde oluşan dosya boyutu ortalama 33-35 KB arasında olmuştur. Bu kart ile yaklaşık olarak 450 gün yani 1,5 yıl kayıt yapılabilecektir. SD kart cihaz başında telefona takılarak çalıştırılabilmektedir.
Benzer çalışmalardan ayrı olarak TFT dokunmatik ekran kullanılmış verilerin anlık izlenmesi ve dokunmatik ekran üzerinden cihaz ayarlarının yapılabilmesi sağlanmıştır. Ekran üzerinde görülen değerler aynı anda kaydedilmekte kayıt aralığı yine ekran üzerinden değiştirilebilmektedir.

Tasarlanan cihazın çalışma başında ortaya konulan hedeflere ulaştığı görülmek ile birlikte cihazı daha da geliştirmek amacı ile bazı araştırmalar yapılmış, cihaza uzaktan erişimin mümkün olup olmadığı araştırılmıştır. Bilindiği üzere cihaz tasarımı arduino üzerine yapılandırılmıştır. Arduino'nun bazı modülleri cihaza uzaktan erişim sağlayabilmektedir. Ancak bu modüller 1 Ah gibi akü ile çalışmayı zora sokan çalışma akımları gerektirmekte ayrıca ekran modülü ile aynı haberleşme yollarını izlemektedirler. Ekransız çalışma tez amacımıza uygun olmayacağından uzaktan haberleşme düşüncesinden vazgeçilmiştir. Arduino sürekli geliştirilen bir platformdur. İleriki süreçte bu modüllerin berbaer çalışabilmesi sağlanacak olursa tez geliştirilebilecektir.

KAYNAKLAR/ REFERENCES

[1] Güneş Enerjisi Tanımı Ve Tarihçesi, https://prezi.com/xvhlpexvbg4n/gunes-enerjisi-tanimi-ve-tarihcesi/ 03.07.2016

[2] H. Winkler, A. Hughes, M. Haw, Technology learning for renewable energy: Implications for South Africa's long-term mitigation scenarios, Energy Policy Vol.37, pp.4987–4996, 2009.

[3] IEA, Report IEA-PVPS, Trends in Photovoltaic Applications: Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2014, November, 2015.

[4] Kalay, A. (2008) Muğla üniversitesi yerleşkesinde bulunan 15kwp kurulu güce sahip fotovoltaik (pv) sistemin güç kalitesinin incelenmesi ve şebeke karakteristikleri ile karşılaştırılması. Yüksek Lisas Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, Türkiye, 83-85

[5] Yıldırım, T. (2008). Güneş ve Rüzgâr Enerjisi Veri Toplama Sisteminin Geliştirilmesi. Yüksek Lisas Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye,1-2

[6] Aydın, M., Süzer, M.H., Yeşilata, B., (2005). Fotovoltaik Sistemlerde Anlık Çalışma Koşullarının Ölçümü İçin Özgün Bir Veri (DAQ) Kartı Tasarımı. http://www.emo.org.tr/ekler/501672ebc68a552_ek.pdf (03.07.2016)

[7] Krich, A. (2007). Self-Powered Solar Data Logger. CIRCUIT CELLAR, Vol 1 (Issue 198), 12-19.

[8] Murugan, H.B., Nagaraju, S.V.S., Kumar, K.S., Ramakrishnan, K.C., Sowjanya, W.E., PV Solar Cell Real Time Data Monitoring Using Lab View And DAQ. International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, Vol. 2 (Issue 8), August 2013.

[9] Güneş'te güncel konular, http://www.gensed.org/CF/CD/16659d548ef50f934ce0b14161cbf432f9b61457443308.pdf 05.07.2016

[10] http://www.patikaa.com/yanlisiyla-dogrusuyla-hidroelektrik-santralleri/ 05.07.2016

[11] Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, http://www.eie.gov.tr/images/gra_son_ist.png 05.07.2016.

[12] Rüzgar Türbini İç Yapısı, http://www.muhendisbeyinler.net/yatay-eksenli-uc-kanatli-ruzgar-turbinleri/05.07.2016.

[13] Milli Eğitim Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Önemi. Ankara, 2012.

[14] Torunoğlu Gedik, Ö. (2015) Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Çevresel Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 65-66

[15] Haluk Özgün, Solar Sistem Çözümleri, Solar PV Temel Eğitimi, (ABB) 28.11.2012

[16] Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx, 06.07.2016.

[17] Renewables 2016 Global Status Report,

http://www.ren21.net/gsr-online/chapter02.php 09.07.2016

[18] Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı,

http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes 09.07.2016

[19] Enerji Enstitüsü,

http://enerjienstitusu.com/turkiye-kurulu-elektrik-enerji-gucu-mw/ 09.07.2016

[20] http://www.teknoraysolar.com.tr/kizoren-gunes-enerjisi-santrali/ 10.07.2016

[21] http://www.riteksolar.com.tw/eng/p2-solar_modules.asp 10.07.2016

[22] Bülbül, A.B. (2011) Güneş Panelleri İçin Bir Maksimum Güç Noktası İzleme Algoritmaları Sınama Düzeneğinin Tasarımı Ve Gerçekleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 3-8.

[23] Çolak, Ş.Ç., (2010) Fotovoltaik Paneller Yardımı İle Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretiminin Maliyet Analizi ve Gelecekteki Projeksiyonu. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 14-35.

[24] Yakışan, Ö. (2008) Güneş Enerjisi Üretim Sistemlerinde Bir Maksimum Güç Noktası İzleme Yöntemi İle Bir Şebeke Bağlantılı Eviricinin Geliştirilmesi Ve Gerçekleştirilmesi. Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye, 8-21.

[25] Ocak, F. (2015) Arduino, C# Ve Android Kullanılarak Güvenlik Sistemi Prototipi Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, Türkiye, 24-35.

[26] Ersin, Ç. (2015) Arduino Mikrodenetleyici ve Güneş Enerjisi İle Çalışan Otomatik Bitki Sulama Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye, 32-41.

[27] Arduino MEGA 2560 Datasheet,

http://www.mantech.co.za/datasheets/products/A000047.pdf 04.07.2016.

[28] TFT nedir,

http://forum.teknokulis.com/topic.php?id=5014 16.07.2016

[29] 3.2'' TFT LCD Touch Screen Datasheet,

http://sainsmart.com/skin/frontend/base/default/document/3_2%20inch%20TFT%20with%20SD%20and%20Touch%20Quickstart.pdf 04.07.2016.

[30] Şahin, H., Dedeoğlu, K.S., (2013) MicroC ile PIC Programlama, 2. Baskı, ALTAŞ Yayıncılık ve Elektronik Tic. Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye.

[31] İbrahim, D., (2008). PIC SD Kart Projeleri, 1. Baskı, Bileşim Yayıncılık Fuarcılık ve Tanıtım Hizmetleri AŞ., İstanbul, Türkiye.

[32] Samancı, B., (2010) SD Kart Programlama Kılavuzu,

http://www.barissamanci.net/Makale/11/sd-kart-programlama-klavuzu/ 01.08.2016.

[33] DS 1302 Zaman Entegresi,

http://www.mcu-turkey.com/alarmli-hafizali-ds1302-baglantili-dijital-saat animasyonlu/ 16.07.2016

[34] DS 18B20 Sıcaklık Sensörü,

http://www.rototron.info/projects/pi-temperature-monitor/ 16.07.2016

[35] DRG-100 Işınım Sensörü,

http://www.solems.com/IMG/pdf/RG-SolSpy_15i.pdf 01.08.2016

[36] Fıratoğlu, Z.A., Yeşilata, B., (2003). Lineer Elektriksel Yüke Bağlı PV Panellerin Optimizasyonu Ve Bölgesel Uygulanabilirliğinin Araştırılması. Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Cilt 1 (Sayı 1), 65-72.

EKLER

EK-1 Arduino Mega 2560 Bacak fonksiyonları (1-33)

Pin Number	Pin Name	Mapped Pin Name
1	PG5 (OC0B)	Digital pin 4 (PWM)
2	PE0 (RXD0/PCINT8)	Digital pin 0 (RX0)
3	PE1 (TXD0)	Digital pin 1 (TX0)
4	PE2 (XCK0/AIN0)	
5	PE3 (OC3A/AIN1)	Digital pin 5 (PWM)
6	PE4 (OC3B/INT4)	Digital pin 2 (PWM)
7	PE5 (OC3C/INT5)	Digital pin 3 (PWM)
8	PE6 (T3/INT6)	
9	PE7 (CLKO/ICP3/INT7)	
10	VCC	VCC
11	GND	GND
12	PH0 (RXD2)	Digital pin 17 (RX2)
13	PH1 (TXD2)	Digital pin 16 (TX2)
14	PH2 (XCK2)	
15	PH3 (OC4A)	Digital pin 6 (PWM)
16	PH4 (OC4B)	Digital pin 7 (PWM)
17	PH5 (OC4C)	Digital pin 8 (PWM)
18	PH6 (OC2B)	Digital pin 9 (PWM)
19	PB0 (SS/PCINT0)	Digital pin 53 (SS)
20	PB1 (SCK/PCINT1)	Digital pin 52 (SCK)
21	PB2 (MOSI/PCINT2)	Digital pin 51 (MOSI)
22	PB3 (MISO/PCINT3)	Digital pin 50 (MISO)
23	PB4 (OC2A/PCINT4)	Digital pin 10 (PWM)
24	PB5 (OC1A/PCINT5)	Digital pin 11 (PWM)
25	PB6 (OC1B/PCINT6)	Digital pin 12 (PWM)
26	PB7 (OC0A/OC1C/PCINT7)	Digital pin 13 (PWM)
27	PH7 (T4)	
28	PG3 (TOSC2)	
29	PG4 (TOSC1)	
30	RESET	RESET
31	VCC	VCC
32	GND	GND
33	XTAL2	XTAL2

Şekil Ek-1 Arduino Mega 2560 Bacak fonksiyonları (1-33)

EK-1 Arduino Mega 2560 Bacak fonksiyonları (34-66)

Pin Number	Pin Name	Mapped Pin Name
34	XTAL1	XTAL1
35	PL0 (ICP4)	Digital pin 49
36	PL1 (ICP5)	Digital pin 48
37	PL2 (T5)	Digital pin 47
38	PL3 (OC5A)	Digital pin 46 (PWM)
39	PL4 (OC5B)	Digital pin 45 (PWM)
40	PL5 (OC5C)	Digital pin 44 (PWM)
41	PL6	Digital pin 43
42	PL7	Digital pin 42
43	PD0 (SCL/INT0)	Digital pin 21 (SCL)
44	PD1 (SDA/INT1)	Digital pin 20 (SDA)
45	PD2 (RXDI/INT2)	Digital pin 19 (RX1)
46	PD3 (TXD1/INT3)	Digital pin 18 (TX1)
47	PD4 (ICP1)	
48	PD5 (XCK1)	
49	PD6 (T1)	
50	PD7 (T0)	Digital pin 38
51	PG0 (WR)	Digital pin 41
52	PG1 (RD)	Digital pin 40
53	PC0 (A8)	Digital pin 37
54	PC1 (A9)	Digital pin 36
55	PC2 (A10)	Digital pin 35
56	PC3 (A11)	Digital pin 34
57	PC4 (A12)	Digital pin 33
58	PC5 (A13)	Digital pin 32
59	PC6 (A14)	Digital pin 31
60	PC7 (A15)	Digital pin 30
61	VCC	VCC
62	GND	GND
63	PJ0 (RXD3/PCINT9)	Digital pin 15 (RX3)
64	PJ1 (TXD3/PCINT10)	Digital pin 14 (TX3)
65	PJ2 (XCK3/PCINT11)	
66	PJ3 (PCINT12)	

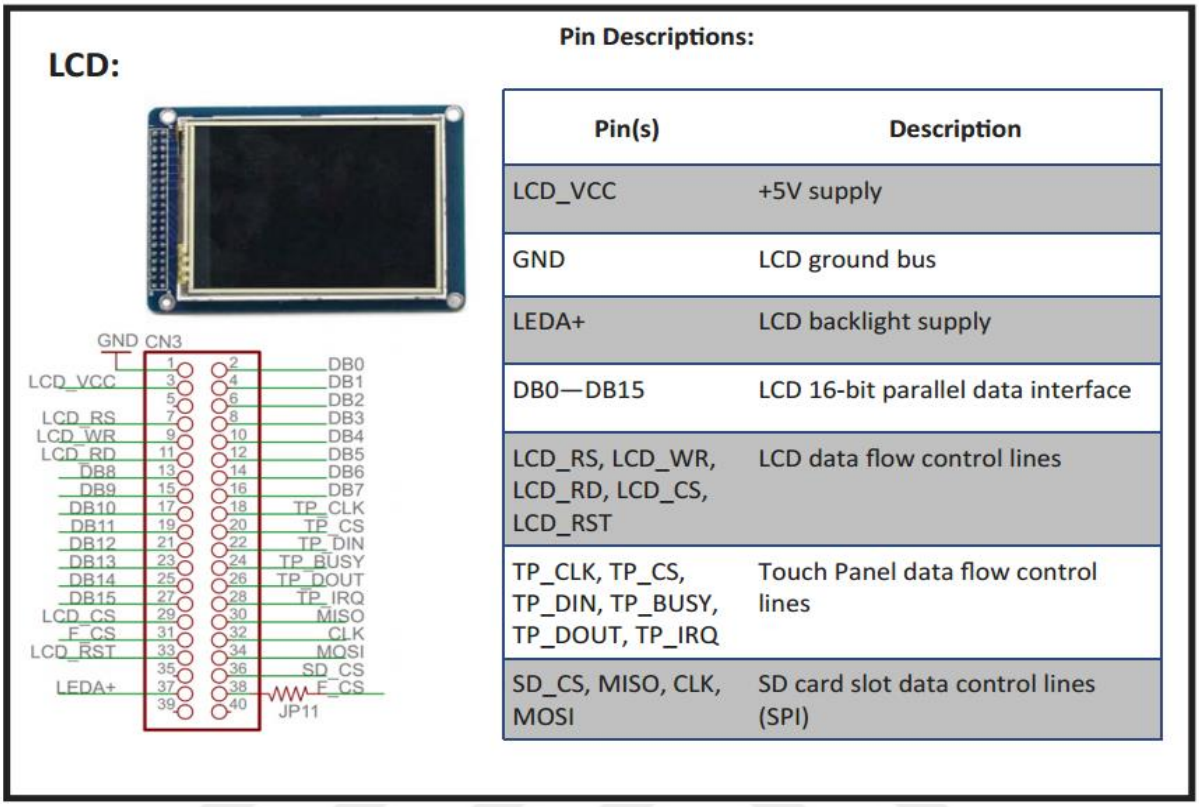
Şekil Ek-2 Arduino Mega 2560 Bacak fonksiyonları (34-66)

EK-1 Arduino Mega 2560 Bacak fonksiyonları (67-100)

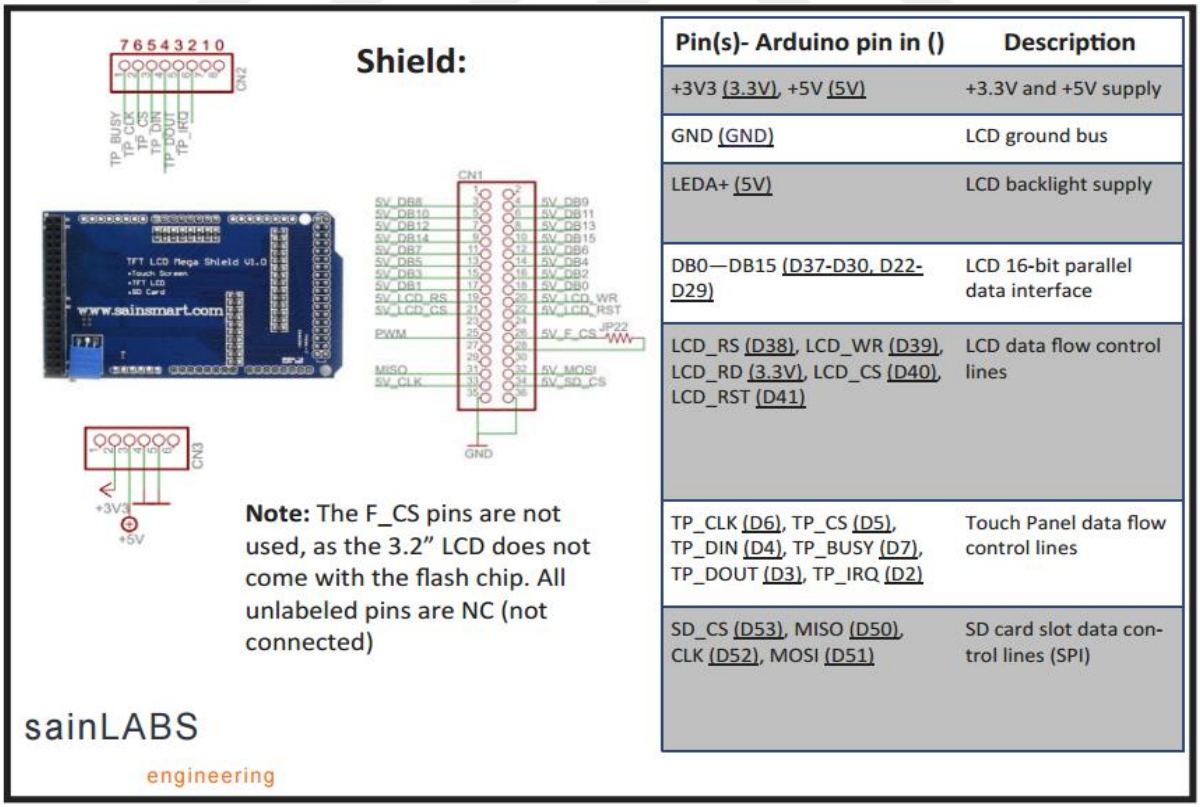
Pin Number	Pin Name	Mapped Pin Name
67	PJ4 (PCINT13)	
68	PJ5 (PCINT14)	
69	PJ6 (PCINT 15)	
70	PG2 (ALE)	Digital pin 39
71	PA7 (AD7)	Digital pin 29
72	PA6 (AD6)	Digital pin 28
73	PA5 (AD5)	Digital pin 27
74	PA4 (AD4)	Digital pin 26
75	PA3 (AD3)	Digital pin 25
76	PA2 (AD2)	Digital pin 24
77	PA1 (AD1)	Digital pin 23
78	PA0 (AD0)	Digital pin 22
79	PJ7	
80	VCC	VCC
81	GND	GND
82	PK7 (ADC15/PCINT23)	Analog pin 15
83	PK6 (ADC14/PCINT22)	Analog pin 14
84	PK5 (ADC13/PCINT21)	Analog pin 13
85	PK4 (ADC12/PCINT20)	Analog pin 12
86	PK3 (ADC11/PCINT19)	Analog pin 11
87	PK2 (ADC10/PCINT18)	Analog pin 10
88	PK1 (ADC9/PCINT17)	Analog pin 9
89	PK0 (ADC8/PCINT16)	Analog pin 8
90	PF7 (ADC7)	Analog pin 7
91	PF6 (ADC6)	Analog pin 6
92	PF5 (ADC5/TMS)	Analog pin 5
93	PF4 (ADC4/TMK)	Analog pin 4
94	PF3 (ADC3)	Analog pin 3
95	PF2 (ADC2)	Analog pin 2
96	PF1 (ADC1)	Analog pin 1
97	PF0 (ADC0)	Analog pin 0
98	AREF	Analog Reference
99	GND	GND
100	AVCC	VCC

Şekil Ek-3 Arduino Mega 2560 Bacak fonksiyonları (67-100)

EK-2 3.2'' TFT Touch Screen Bacak Fonksiyonları



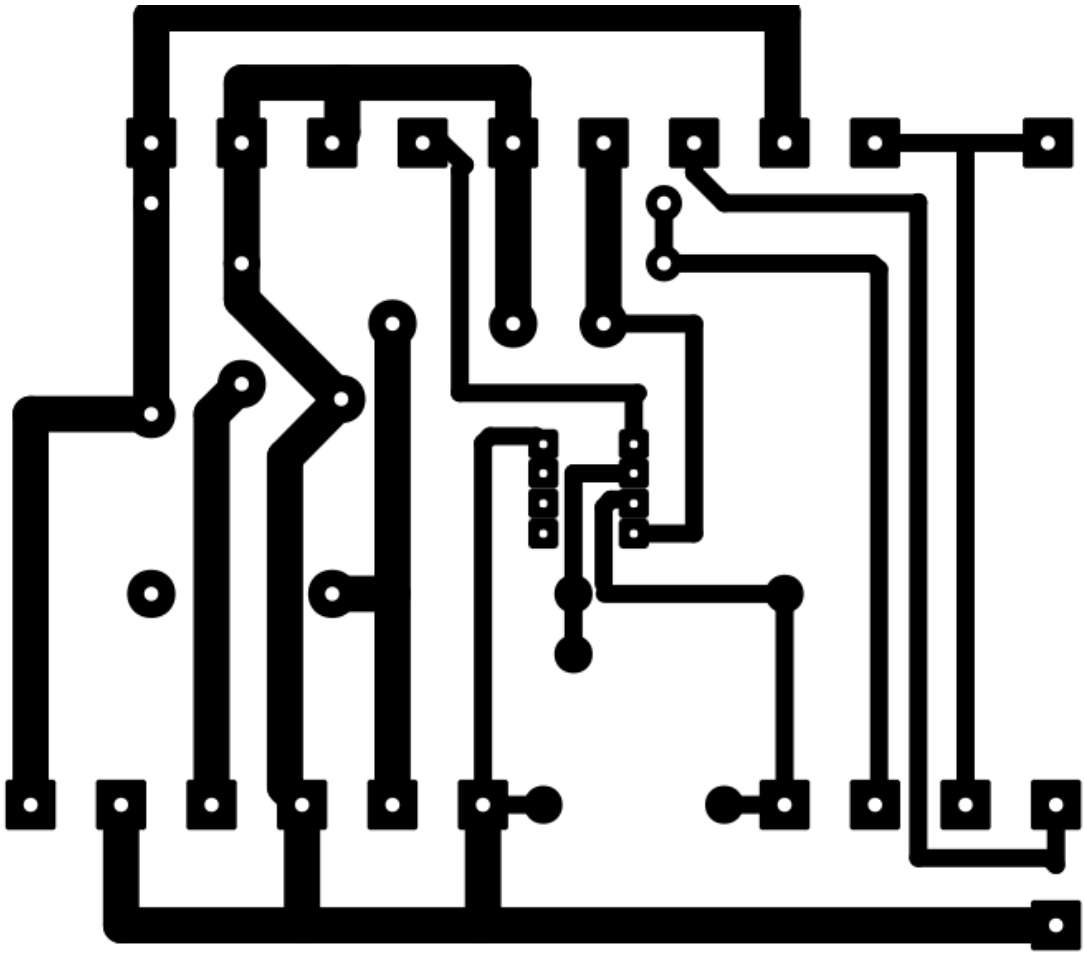
Pin(s)	Description
LCD_VCC	+5V supply
GND	LCD ground bus
LEDA+	LCD backlight supply
DB0—DB15	LCD 16-bit parallel data interface
LCD_RS, LCD_WR, LCD_RD, LCD_CS, LCD_RST	LCD data flow control lines
TP_CLK, TP_CS, TP_DIN, TP_BUSY, TP_DOUT, TP_IRQ	Touch Panel data flow control lines
SD_CS, MISO, CLK, MOSI	SD card slot data control lines (SPI)



Pin(s)- Arduino pin in ()	Description
+3V3 (3.3V), +5V (5V)	+3.3V and +5V supply
GND (GND)	LCD ground bus
LEDA+ (5V)	LCD backlight supply
DB0—DB15 (D37-D30, D22-D29)	LCD 16-bit parallel data interface
LCD_RS (D38), LCD_WR (D39), LCD_RD (3.3V), LCD_CS (D40), LCD_RST (D41)	LCD data flow control lines
TP_CLK (D6), TP_CS (D5), TP_DIN (D4), TP_BUSY (D7), TP_DOUT (D3), TP_IRQ (D2)	Touch Panel data flow control lines
SD_CS (D53), MISO (D50), CLK (D52), MOSI (D51)	SD card slot data control lines (SPI)

Şekil Ek-4 3.2'' TFT Touch Screen Bacak Fonksiyonları

EK-3 Veri Toplama Kartına Ait PCB Çizim



Şekil Ek-3 Veri Toplama Kartına Ait PCB Çizim.

EK-4 Kurulan Ölçüm Ve Kayıt Sisteminde Ayarlamalar Yapılırken. (02.08.2016)



Şekil Ek-4 Kurulan Ölçüm Ve Kayıt Sisteminde Ayarlamalar Yapılırken. (02.08.2016)

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılım

```
///// KÜTÜPHANELERİ ÇAĞIR
#include <Wire.h>
#include <UTouch.h>
#include <UTFT.h>
#include <TFT_Extension.h>
#include <stdio.h>
#include <DS1302.h>
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <EEPROM.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define ONE_WIRE_BUS 11 /*-(Connect to Pin 2 )-*/
OneWire ourWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&ourWire);

// DEĞİŞKENLERİ TANIMLA
int dongu=0;
int x, y;
byte ekran_durum=0;
char stCurrent[20]="";
int stCurrentLen=0;
char stLast[20]="";
char st_yil[5]="";
char st_ay[3]="";
char st_gun[3]="";
char st_saat[3]="";
char st_sn[3]="";
char st_dk[3]="";
int address = 0;
int zaman_araligi = 0;
int tarih_sayfa=0;
int set_yil=2016,set_ay=6,set_gun=15,set_saat=12,set_dk=30,set_sn=30;
    int int_yil, int_ay , int_gun ,int_saat ,int_dk , int_sn;
byte value;

    double floatVal1=0.0;
    double floatVal2=0.0;
    double floatVal3=0.0;
    int sicaklik=0;

extern uint8_t SmallFont[]; //LCD İÇİN FONT TANIMLA
extern uint8_t BigFont[];
UTFT myGLCD(ITDB32S,38,39,40,41); //LCD BACAKLARI TANIMLA
UTouch  myTouch( 6, 5, 4, 3, 2); //DOKUNMATİK BACAKLARI TANIMLA
TFT_Extension myTFT(&myGLCD, &myTouch);
```

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılımın Devamı

```
char * text[4][3] = { //ŞİFRE EKRANI İÇİN DİZİ TANIMLA
 {
   "1","2","3"}
 ,
 {
   "4","5","6"}
 ,
 {
   "7","8","9"}
 ,
 {
   "*","0","#"}
};
char Pass[5];
char master[5] = "1111"; //ŞİFRE
int Pcount=0;
int XC,YC;
int PassCounter=0;
byte orient = LANDSCAPE;
const int chipSelect = 53;

int sayfa=0;

// ZAMAN SAATİ BACAK ATAMA
const int kCePin   = 17;  // Chip Enable
const int kIoPin   = 18;  // Input/Output
const int kSclkPin = 19;  // Serial Clock
int zaman_say=0;
int son_saniye=61;
// SICAKLIK SENSÖRÜ BACAK TANIMLAMA
DS1302 rtc(kCePin, kIoPin, kSclkPin);
#define DS1302_GND_PIN 20
#define DS1302_VCC_PIN 21

/// GÜN İSİMLERİNİ DİZİYE ATAMA
String dayAsString(const Time::Day day) {
  switch (day) {
    case Time::kSunday: return "Pazar";
    case Time::kMonday: return "Pazartesi";
    case Time::kTuesday: return "Sali";
    case Time::kWednesday: return "Çarşamba";
    case Time::kThursday: return "Perşembe";
    case Time::kFriday: return "Cuma";
    case Time::kSaturday: return "Cumartesi";
  }
  return "(unknown day)";
}
```

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılımın Devamı

```
  void writedata(){  // SD KART İÇİNNE YAZMA
  Time t = rtc.time(); //ZAMANI ÇAĞIRMA
  const String day = dayAsString(t.day); //GÜNÜ ÇAĞIRMA
  char buf[50]; // 50 KARAKTER TANIMLAMA
  char buf1[20];//20 KARAKTER TANIMLAMA

  snprintf(buf, sizeof(buf), "%s %04d-%02d-%02d %02d:%02d:%02d", day.c_str(),t.yr,
t.mon, t.date,t.hr, t.min, t.sec); // SD KARTA YAZILACAK TARİHİ AYARLAMA

  snprintf(buf1, sizeof(buf1),"%02d%02d%04d.%s", t.date, t.mon, t.yr,"txt"); // SD
KARTA YAZILACAK DOSYA İSMİNİ AYARLAMA
String dataString = "";
dataString = buf;
dataString += " , ";
  if (son_saniye==61){ // İLK SANİYE ATAMA
  son_saniye= t.sec;
  }
    if (son_saniye !=61 && son_saniye !=t.sec ){
    zaman_say=zaman_say+1;
    son_saniye =t.sec;
    }

    if (zaman_say==value-1){ ///SD KARTA YAZILACAKLARI BELİRLEYİP
YAZMA
      floatVal1= map(analogRead(0), 0, 1024, 0, 1070);  // IŞINIM HESAPLA
    char charVal1[6]={' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' '};
  String stringVal1 = "";
  dtostrf(floatVal1, 1, 1, charVal1);
  for(int i=0;i<sizeof(charVal1);i++)
  {
    stringVal1+=charVal1[i];
  }
  dataString +=  stringVal1; // IŞINIM YAZ
   dataString += " , ";

  if ((analogRead(1)*55.0/1064.0)>0){ // GERİLİM HESAPLA
  floatVal2=((analogRead(1)*55.0/1064.0)+0.3);
  }
   if ((analogRead(1)*55.0/1064.0)==0){
  floatVal2=((analogRead(1)*55.0/1064.0));
  }
   char charVal2[5]={' ', ' ', ' ', ' ', ' '};
  String stringVal2 = "";
  dtostrf(floatVal2, 1, 1, charVal2);
  for(int i=0;i<sizeof(charVal2);i++)
  {
    stringVal2+=charVal2[i];}
```

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılımın Devamı

```
  dataString += stringVal2;  //GERİLİM YAZ
   dataString += " , ";

  //floatVal3=((analogRead(2)*5.0/1061.0)-2.5)*10;
   if ((analogRead(2)<245)){ //AKIM HESAPLA
  floatVal3=(0);
  }
   if ((analogRead(2)>245)){
  floatVal3=((analogRead(2)-245)/40.0);
  }
  char charVal3[5]={' ', ' ', ' ', ' ', ' '};
  String stringVal3 = "";
  dtostrf(floatVal3, 1, 1, charVal3);
  for(int i=0;i<sizeof(charVal3);i++)
  {
    stringVal3+=charVal3[i];
  }
  dataString += stringVal3; //AKIM YAZ
   dataString += " , ";
  sensors.requestTemperatures(); // SICAKLIK OKU
  sicaklik=sensors.getTempCByIndex(0);
   dataString += String(sicaklik); // SICAKLIK YAZ
 dataString += " , ";

  File dataFile = SD.open(buf1 , FILE_WRITE); // SD KART YAZMA
  if (dataFile) {
    dataFile.println(dataString);
    dataFile.close();
    // print to the serial port too:
  }
  else {
  }
  zaman_say=0;
  }
}
void setup() // İLK TANIMLAMALARIN YAPILMASI
{
 myGLCD.InitLCD(LANDSCAPE);
 myGLCD.setFont(SmallFont);
 myTouch.InitTouch(LANDSCAPE);
 myTouch.setPrecision(PREC_EXTREME);
 for(int line = 0; line <= 239; line++)  // custom background
 {
   myGLCD.setColor(0, 0, line);//text color White
   myGLCD.drawLine(0, line, 319, line);
 }
```

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılımın Devamı

```
PassWord_makeButton(); // ŞİFRE EKRANI
 PassWord_buttonText();


  pinMode(53, OUTPUT);
  pinMode(8,OUTPUT);
  digitalWrite(8,HIGH); //EKRAN AÇ KAPA

  // see if the card is present and can be initialized:
  if (!SD.begin(chipSelect)) {
    return;
  }

  digitalWrite(DS1302_GND_PIN, LOW); //ZAMAN SAATİ PIN AYARLA
  pinMode(DS1302_GND_PIN, OUTPUT);

  digitalWrite(DS1302_VCC_PIN, HIGH); // SICAKLIK SENSÖRÜ PIN AYARLA
  pinMode(DS1302_VCC_PIN, OUTPUT);
 rtc.writeProtect(false);
  rtc.halt(false);
//EEPROM.write(address, 5);
  value = EEPROM.read(address)+1;

sensors.begin();

}

void loop()//SÜREKLİ ÇALIŞACAKLAR
{
    writedata();
  if (sayfa==0) sifre_kontrol();
  if (sayfa==1) getButton();
    if (sayfa==2) tarih_set();

}

void PassWord_makeButton() // BUTON OLUŞTURMA
{
 for(int y = 0; y < 300;y+=100){
   for(int x = 0; x < 200; x+=50){
     drawButton(20+x,90+y,50+x,30+y);
   }
 }
 return;
}
```

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılımın Devamı

```
void sifre_kontrol(){ // ŞİFRE KONTROL
    myTouch.read();
  int tx = myTouch.TP_X;
  int ty = myTouch.TP_Y;
  XC= constrain (map(ty, 205, 3900,0,239),0,239); // my touch screen X/Y coords
  YC= constrain (map(tx, 300, 3850,0,319),0,319);
  GetNum(XC,YC);
}

void drawButton(int x1, int y1,int x2, int y2) //ŞİFRE EKRANI BUTON ÇİZME
{
 myGLCD.setColor(170,170,170);
 myGLCD.fillRoundRect(y1-3, x1+3, y2-3, x2+3); //Rect Shading

 myGLCD.setColor(255, 255, 255);
 myGLCD.fillRoundRect(y1, x1, y2, x2); //Rect

 myGLCD.setColor(200,0,0);
 myGLCD.fillRoundRect(y1-5, x1+5, y2+5, x2-5); //inner rect
 return;
}

void PassWord_buttonText() /// ŞİFRE EKRANI BUTON YAZILARINI YAZMA
{
 myGLCD.setFont(BigFont);
 myGLCD.setBackColor(200, 0, 0);
 myGLCD.setColor(255,255,255);
 for(int tr = 0; tr < 300; tr+=100){
  for(int tc = 0; tc < 200; tc+=50){
   char *myText = text[tc/50][tr/100];
   myGLCD.print(myText,52+tr,27+tc,0);
  }
 }
}
void GetNum(int tx,int ty) { // ŞİFRE EKRANI BUTON KONUMLARINI HESAPLA
 char * lastText;
 for(int tr = 0; tr < 300; tr+=100){
  for(int tc = 0; tc < 200; tc+=50){
   char *myText = text[tc/50][tr/100];
   if(TouchButton((90+tr),(20+tc),(30+tr),(50+tc),XC,YC)){
    //if(tx>= (20+tc)&& ty <= (90+tr)&& tx <= (50+tc)&& ty >= (30+tr)){
    // myGLCD.print(myText,0,1,0);
     check(*myText); //}
   }
  }
 }
}
```

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılımın Devamı

```
void(* resetFunc) (void) = 0; //GİRİLEN ŞİFRE YANLIŞSA SIFIRLAMA
void check(char pass) {  /// GİRİLEN ŞİFREYİ KONTROL ETME
 myGLCD.setFont(BigFont);
 Pass[Pcount] = pass;
// myGLCD.printNumI(Pcount,200,0);
 myGLCD.print(Pass,130,220,0);
 if(Pcount == 3){
 //  myGLCD.print(Pass,0 + 15*Pcount,220,0);
  if(!strcmp(Pass, master)){
     myGLCD.print("GOOD",130,0,0);
     delay(1000);
     myGLCD.print("    ",130,0,0);
       sayfa=1;
       startup();  // GİRİLEN ŞİFRE DOĞRUYSA ANA EKRANA GİTME
   }
   else{
     myGLCD.print("FAIL",130,0,0);
     delay(1000);
     Pass[0]=0;
       Pass[1]=0;
         Pass[2]=0;
           Pass[3]=0;
             Pass[4]=0;
             pass=0;
     myGLCD.print("    ",130,0,0);
     myGLCD.print("    ",130,220,0);
  //  resetFunc();

   }
 }

 delay(500);
 Pcount++;
 if(Pcount > 3) {
   Pcount = 0;
   PassCounter = 0;
 }
}
boolean TouchButton(int x1, int y1, int x2, int y2, int xc, int yc){ // ŞİFRE
EKRANINDA HANGİ RAKAMA BASILDIĞINI KONTROL ET
 int tmp;
 if (orient==LANDSCAPE)
 {
   xc = xc ^ yc;
   yc = xc ^ yc;
   xc = xc ^ yc;
```

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılımın Devamı

```
if (x1>x2)
 {
   tmp=x1;
   x1=x2;
   x2=tmp;
 }
 if (y1>y2)
 {
   tmp=y1;
   y1=y2;
   y2=tmp;
 }
 if(xc >= x1 && xc<= x2 && yc >= y1 && yc <= y2) return true;
 return false;
}

void startup()  // ANA EKRAN BUTONLARINI EKLE
{
    myGLCD.InitLCD();
  myGLCD.clrScr();

  myTouch.InitTouch();
  myTouch.setPrecision(PREC_MEDIUM);

  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);


       myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (20, 185, 150, 235);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (20, 185, 150, 235);
  myGLCD.print("AYARLAR", 30, 200);


       myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (170, 185, 300, 235);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (170, 185, 300, 235);
  myGLCD.print("KAPAT", 195, 200);
  //  myGLCD.setBackColor (0, 0, 0);

}
void getButton(){ // ANA EKRANDA NEREYE BASILDIĞINI KONTROL ET

  if (dongu==20){
```

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılımın Devamı

```
floatVal1= map(analogRead(0), 0, 1024, 0, 1070);   //Işınım hesaplama
  //  floatVal1= analogRead(0)/( ((5-(analogRead(0)*5.0/1300.0))/10.0)+1.1);
  char charVal1[10]={' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' '};              //temporarily holds data from
vals
  String stringVal1 = "";     //data on buff is copied to this string
  dtostrf(floatVal1, 1, 1, charVal1);  //4 is mininum width, 4 is precision; float value is
copied onto buff
  for(int i=0;i<sizeof(charVal1);i++)
  {
    stringVal1+=charVal1[i];
  }
     //floatVal2=((analogRead(1)*55.0/1064.0)); //Gerilim hesaplama
     if ((analogRead(1)*55.0/1064.0)>0){
  floatVal2=((analogRead(1)*55.0/1064.0)+0.3);
  }
  if ((analogRead(1)*55.0/1064.0)==0){
  floatVal2=((analogRead(1)*55.0/1064.0));
  }
  char charVal2[10]={' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' '};              //temporarily holds data from
vals
  String stringVal2 = "";     //data on buff is copied to this string
  dtostrf(floatVal2, 1, 1, charVal2);  //4 is mininum width, 4 is precision; float value is
copied onto buff
  for(int i=0;i<sizeof(charVal2);i++)
  {
    stringVal2+=charVal2[i];
  }
       // floatVal3=((analogRead(2)*5.0/1061.0)-2.5)*10;   ///Akım hesaplama
    //floatVal3= ((analogRead(2)-242)/40.0);
     if ((analogRead(2)<245)){
  floatVal3=(0);
  }
   if ((analogRead(2)>245)){
  floatVal3=((analogRead(2)-245)/40.0);
  }
  char charVal3[10]={' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' '};              //temporarily holds data from
vals
  String stringVal3 = "";     //data on buff is copied to this string
  dtostrf(floatVal3, 1, 1, charVal3);  //4 is mininum width, 4 is precision; float value is
copied onto buff
  for(int i=0;i<sizeof(charVal3);i++)
  {
    stringVal3+=charVal3[i];
  }
  sensors.requestTemperatures(); // Send the command to get temperatures
```

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılımın Devamı

```
/// HESAPLANAN DEĞERLERİ EKRANA YAZDIRMA
    myGLCD.print("ISINIM", 45, 5);
    myGLCD.print("W/m2", 60, 25);

   myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (40, 45, 150, 80);
  myGLCD.setColor(0, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (40, 45, 150, 80);
  //myGLCD.print("T=", 55, 40);
  myGLCD.print(stringVal1, 45, 55);
 //  myGLCD.print("C", 105, 40);

    myGLCD.print("GERILIM", 180, 5);
    myGLCD.print("Volt", 205, 25);
 myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (180, 45, 290, 80);
  myGLCD.setColor(0, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (180, 45, 290, 80);
  myGLCD.print(stringVal2, 185, 55);

   myGLCD.print("AKIM", 60, 90);
   myGLCD.print("Amper", 55, 110);
    myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (40, 130, 150, 165);
  myGLCD.setColor(0, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (40, 130, 150, 165);
myGLCD.print(stringVal3, 45, 140);


 myGLCD.print("SICAKLIK", 172, 90);
  myGLCD.print("Derece", 190, 110);
 myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (180, 130, 290, 165);
  myGLCD.setColor(0, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (180, 130, 290, 165);
  myGLCD.printNumI(sensors.getTempCByIndex(0), 200, 140);
  }
  dongu++;
  if (dongu==50) dongu=0;

    if (myTouch.dataAvailable()) // HANGİ TUŞA BASILDIĞINI KOTROL ET
    {
      myTouch.read();
      x=myTouch.getX();
      y=myTouch.getY();
       if (ekran_durum==1)
```

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılımın Devamı

```
if (ekran_durum==1){  // EKRAN KAPALIYSA VE EKRANA BASILMIŞSA ŞİFRE
EKRANINA GİT
     if ((y>=0) && (y<=240))  // Upper row
     {
      if ((x>=0) && (x<=320))  // Button: Enter
      {
       asm volatile ("  jmp 0");
        }
      }
  }}
     if ((y>=185) && (y<=235))  // Upper row   AYARLARA BASILMIŞSA
AYARLAR EKRANINA GİT
     {

      if ((x>=20) && (x<=150))  // Button: Enter
      {
        waitForIt(20, 185, 150, 235);
          sayfa=2;
        tarih_ekran();

        }
      }
      if ((y>=180) && (y<=240))  // Upper row  KAPAT A BASILMIŞSA EKRANI
KAPAT
     {
      if ((x>=160) && (x<=320))  // Button: Enter
      {
        digitalWrite(8,LOW);
        ekran_durum=1;
        delay(1000)
       }
      }

  }

}

void tarih_ekran(){ // TARİH EKRANINI AÇ
// Draw the upper row of buttons
 myGLCD.InitLCD();
  myGLCD.clrScr();
  myTouch.InitTouch();
  myTouch.setPrecision(PREC_MEDIUM);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
  for (x=0; x<4; x++)
  {
```

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılımın Devamı

```
myGLCD.setColor(0, 0, 255);
   myGLCD.fillRoundRect (10+(x*75), 5, 75+(x*75), 55);
   myGLCD.setColor(255, 255, 255);
   myGLCD.drawRoundRect (10+(x*75), 5, 75+(x*75), 55);

 if (x==0){myGLCD.print("+", 35+(x*75), 23);}
     if (x==1){myGLCD.print("-", 35+(x*75), 23);}
       if (x==2){myGLCD.print("<", 35+(x*75), 23);}
         if (x==3){myGLCD.print(">", 35+(x*75), 23);}
  }

 for (x=0; x<2; x++)
  {
   myGLCD.setColor(0, 0, 255);
   myGLCD.fillRoundRect (10+(x*75), 125, 75+(x*75), 175);
   myGLCD.setColor(255, 255, 255);
   myGLCD.drawRoundRect (10+(x*75), 125, 75+(x*75), 175);
 if (x==0){myGLCD.print("+", 35+(x*75), 140);}
     if (x==1){myGLCD.print("-", 35+(x*75), 140);}
  }

   myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (160, 125, 300, 175);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (160, 125, 300, 175);
  myGLCD.print("kaydet", 180, 140);

     myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (160, 185, 300, 235);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (160, 185, 300, 235);
  myGLCD.print("geri", 195, 200);

  myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (160, 65, 300, 115);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (160, 65, 300, 115);
  myGLCD.print("kaydet", 180, 80);
 // myGLCD.setBackColor (0, 0, 0);

    Time t = rtc.time(); //ZAMANI OKU
  snprintf(st_yil, sizeof(st_yil), "%04d",t.yr);
   snprintf(st_ay, sizeof(st_ay), "%02d",t.mon);
     snprintf(st_gun, sizeof(st_gun), "%02d",t.date);
       snprintf(st_saat, sizeof(st_saat), "%02d",t.hr);
         snprintf(st_dk, sizeof(st_dk), "%02d",t.min);
           snprintf(st_sn, sizeof(st_sn), "%02d",t.sec);
```

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılımın Devamı

```
//ZAMANI SAYISAL İFADELERE ÇEVİR
          int_yil = (st_yil[0]-48)*1000+(st_yil[1]-48)*100+(st_yil[2]-48)*10+(st_yil[3]-
48);
           int_ay = (st_ay[0]-48)*10+(st_ay[1]-48);
           int_gun = (st_gun[0]-48)*10+(st_gun[1]-48);
           int_saat = (st_saat[0]-48)*10+(st_saat[1]-48);
           int_dk = (st_dk[0]-48)*10+(st_dk[1]-48);
           int_sn = (st_sn[0]-48)*10+(st_sn[1]-48);
           zaman_araligi= EEPROM.read(address);
             myGLCD.print("    ", 55, 215);
}
void tarih_set(){ // ZAMANI GÖSTER
    myGLCD.setBackColor (0, 0, 255);
     myGLCD.print("ZAMAN", 35, 190); myGLCD.printNumI(zaman_araligi, 55, 215);
    if (tarih_sayfa==0){   myGLCD.print("YIL", 40, 70); myGLCD.printNumI(int_yil,
40, 90);     }
     if (tarih_sayfa==1){  myGLCD.print("AY", 40, 70);myGLCD.printNumI(int_ay,
40, 90); }
       if (tarih_sayfa==2){  myGLCD.print("GUN", 40,
70);myGLCD.printNumI(int_gun, 40, 90); }
        if (tarih_sayfa==3){  myGLCD.print("SAAT", 40,
70);myGLCD.printNumI(int_saat, 40, 90); }
          if (tarih_sayfa==4){  myGLCD.print("DAKIKA", 40,
70);myGLCD.printNumI(int_dk, 40, 90); }
            if (tarih_sayfa==5){   myGLCD.print("SANIYE", 40,
70);myGLCD.printNumI(int_sn, 40, 90); }
   if (myTouch.dataAvailable())
   {
     myTouch.read();
     x=myTouch.getX();
     y=myTouch.getY();

     if ((y>=5) && (y<=65))  // ARTTIRMA BUTONUNA BASINCA DEĞERİ
ARTTIR
     {
      if ((x>=10) && (x<=75))
      {
        waitForIt(10, 5, 75, 55);
    if (tarih_sayfa==0){  int_yil++; }
      if (tarih_sayfa==1){ int_ay++;  }
        if (tarih_sayfa==2){ int_gun++; }
          if (tarih_sayfa==3){ int_saat++;  }
            if (tarih_sayfa==4){ int_dk++;  }
         if (tarih_sayfa==5){   int_sn++;     }
          myGLCD.print("      ", 40, 90);
      }
```

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılımın Devamı

```
 if ((x>=85) && (x<=150))  // AZALTMA BUTONUNA BASINCA ALTTAKİ
DEĞERİ AZART
       {
         waitForIt(85, 5, 150, 55);

         if (tarih_sayfa==0){  int_yil--; }
       if (tarih_sayfa==1){ int_ay--;  }
         if (tarih_sayfa==2){ int_gun--; }
           if (tarih_sayfa==3){ int_saat--;  }
             if (tarih_sayfa==4){ int_dk--;  }
          if (tarih_sayfa==5){   int_sn--;     }
            myGLCD.print("      ", 40, 90);

       }
       if ((x>=160) && (x<=225))  // TARİH DEĞİŞKENİNİ DEĞİŞTİR SAĞA
       {
         waitForIt(160, 5, 225, 55);
         tarih_sayfa=tarih_sayfa-1;
         myGLCD.print("      ",40, 70);
            myGLCD.print("      ",40, 90);
         if (tarih_sayfa==-1)tarih_sayfa=5;

       }
       if ((x>=235) && (x<=300))  // TARİH DEĞİŞKENİNİ DEĞİŞTİR SOLA
       {
         waitForIt(235, 5, 300, 55);
         tarih_sayfa=tarih_sayfa+1;
         myGLCD.print("      ", 40, 70);
            myGLCD.print("      ",40, 90);
         if (tarih_sayfa==6)tarih_sayfa=0;
       }
      }


    if ((y>=70) && (y<=120))  // KAYDET TUŞUNA BASTIYSAK YENİ TARİHİ
KAYDET
      {
       if ((x>=160) && (x<=300))
       {
         waitForIt(160, 65, 300, 115);
         //  rtc.writeProtect(false);
        //   rtc.halt(false);
           double yil_gun_say,ay_gun_say,gun_say;
           if (int_ay==1)ay_gun_say=0;
             if (int_ay==2)ay_gun_say=31;
               if (int_ay==3)ay_gun_say=59;
                 if (int_ay==4)ay_gun_say=90;
```

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılımın Devamı

```
              if (int_ay==5)ay_gun_say=120;
                if (int_ay==6)ay_gun_say=151;
                  if (int_ay==7)ay_gun_say=181;
                    if (int_ay==8)ay_gun_say=212;
                      if (int_ay==9)ay_gun_say=243;
                        if (int_ay==10)ay_gun_say=273;
                          if (int_ay==11)ay_gun_say=304;
                            if (int_ay==12)ay_gun_say=334;
                            yil_gun_say=(int_yil % 1000)*365  + ((int_yil % 1000)-((int_yil %
1000)%4))/4;
                            if ((((int_yil % 1000)%4)==0) && (int_ay<3)){yil_gun_say++;}
         int tarih=(yil_gun_say + ay_gun_say+int_gun );
         tarih=tarih%7;
if (tarih==0){ Time t( int_yil, int_ay, int_gun, int_saat, int_dk, int_sn,Time::kSaturday
);rtc.time(t);}
if (tarih==1){Time t( int_yil, int_ay, int_gun, int_saat, int_dk, int_sn,
Time::kSunday);rtc.time(t);}
if (tarih==2){Time t( int_yil, int_ay, int_gun, int_saat, int_dk, int_sn,
Time::kMonday);rtc.time(t);}
if (tarih==3){Time t( int_yil, int_ay, int_gun, int_saat, int_dk, int_sn,
Time::kTuesday);rtc.time(t);}
if (tarih==4){Time t( int_yil, int_ay, int_gun, int_saat, int_dk, int_sn,
Time::kWednesday);rtc.time(t);}
if (tarih==5){Time t( int_yil, int_ay, int_gun, int_saat, int_dk, int_sn,
Time::kThursday);rtc.time(t);}
if (tarih==6){Time t( int_yil, int_ay, int_gun, int_saat, int_dk, int_sn,
Time::kFriday);rtc.time(t);}
       }
      }
       if ((y>=125) && (y<=175))  // KAYIT SÜRESİNİ ARTTIR
      {
       if ((x>=10) && (x<=75))  // Button: 1
       {
         waitForIt(10, 125, 75, 175);
         zaman_araligi++;
         myGLCD.print("    ", 55, 215);
       }
       if ((x>=85) && (x<=150))   // KAYIT SÜRESİNİ AZALT
       {
         waitForIt(85, 125, 150, 175);
         zaman_araligi--;
             myGLCD.print("    ", 55, 215);
       }
       if ((x>=160) && (x<=300))  // KAYIT SÜRESİNİ KAYDET
       {
         waitForIt(160, 125, 300, 175);
```

EK-5 Tez İçin Geliştirilen Yazılımın Devamı

```
  EEPROM.write(address, zaman_araligi);
      value = EEPROM.read(address)+1;
       }
     }
      if ((y>=185) && (y<=235))  // ANA EKRANA DÖN
     {
       if ((x>=160) && (x<=300))  // Button: GERİ
       {
         waitForIt(160, 185, 300, 235);
         sayfa=1;
           myGLCD.setBackColor (0, 0, 0);
         startup();
     }}
    }
}
// Draw a red frame while a button is touched
void waitForIt(int x1, int y1, int x2, int y2)
{
  myGLCD.setColor(255, 0, 0);
  myGLCD.drawRoundRect (x1, y1, x2, y2);
  while (myTouch.dataAvailable())
    myTouch.read();
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (x1, y1, x2, y2);
}
```

EK-6 Peaktech 3315 Ölçü Aleti Teknik Bilgileri.

3. Messfunktionen- und bereiche

3.1. Gleichspannungsmessungen

Bereich	Auflösung	Genauigkeit	Überspannungs-schutz
400 mV	100 µV	±0,8% + 3 St.	1000 V DC/AC
4 V	1 mV	±0,8% + 1 St.	
40 V	10 mV		
400 V	100 mV		
1000 V	1 V	±1,0% + 3 St.	

Eingangswiderstand: ≈ 10MΩ

3.2. Wechselspannungsmessungen

Bereich	Auflösung	Genauigkeit	Überspannungs-schutz
4 V	1 mV	±1,0% + 5 St.	1000 V DC/AC
40 V	10 mV		
400 V	100 mV		
1000 V	1 V	±1,2% + 5 St.	

Eingangswiderstand: ≈ 10MΩ

Zeigt den effektiven Wert der Sinuswelle an
Frequenz: 40Hz – 400Hz

3.3. Gleichstrommessungen

Bereich	Auflösung	Genauigkeit	Überspannungs-schutz
400 µA	100 nA	±1,0% + 2 St.	0,5 A/1000 V Sicherung 6 x 32 mm
4000 µA	1 µA		
40 mA	10 µA	±1,2% + 3 St.	
400 mA	100 µA		
10 A	10 mA	±1,5% + 5 St.	10A/1000 V Sicherung 10 x 38 mm

10A-Bereich:
Für dauerhafte Messungen ≈ 10 Sekunden und Intervall-Messungen nicht weniger als 15 Minuten.

3.4. Wechselstrommessungen

Bereich	Auflösung	Genauigkeit	Überspannungs-schutz
400 µA	100 nA	±1,5% + 5 St.	0,5 A/1000 V Sicherung 6 x 32 mm
4000 µA	1 µA		
40 mA	10 µA	±2,0% + 5 St.	
400 mA	100 µA		
10 A	10 mA	±2,5% + 5 St.	10A/1000 V Sicherung 10 x 38 mm

400µA ~ 400mA – Bereich:
Zeigt den effektiven Wert der Sinuswelle an
10A-Bereich:
Für dauerhafte Messungen ≈ 10 Sekunden und Intervall-Messungen nicht weniger als 15 Minuten.
Frequenz: 40Hz – 400Hz

3.5. Widerstandsmessung

Bereich	Auflösung	Genauigkeit	Überspannungs-schutz
400 Ω	0,1 Ω	±1,2% + 2 St.	1000 V Spitze
4 kΩ	1 Ω	±1,0% + 2 St.	
40 kΩ	10 Ω		
400 kΩ	100 Ω		
4 MΩ	1 kΩ	±1,2% + 2 St.	
40 MΩ	10 kΩ	±1,5% + 2 St.	

400 Ω - 40 MΩ - Bereich:
Leerlaufspannung: ca. 3 V

ManualsLib.com

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gürkan SOYER

Doğum Yeri ve Tarihi : Hatay 1986

Yabancı Dili : İngilizce

E-Posta : soyer_gurkan@hotmail.com

Öğrenim Durumu

Derece	Bölüm	Üniversite/Lise	Mezuniyet Yılı
Lise	Elektrik	Antakya Teknik Lisesi	2003
Üniversite	Elektrik Öğretmenliği	Marmara Üniversitesi	2009

İş Deneyimi

Yıl	Kurum	Görevi
2011/2013	Şenköy Çok Programlı Anadolu Lisesi/MARDİN	Teknik Öğretmen
2013/2016	İSOV-Dinçkök Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi/İSTANBUL	Teknik Öğretmen
2016/…..	Çengelköy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi/İSTANBUL	Teknik Öğretmen