ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜNEŞ PANELİ PARAMETRELERİNİNONLİNE ÖLÇÜMÜ VE UZAKTAN İZLENMESİ

Yakup KIR

ELEKTRİK – ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2022

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Yakup KIR tarafından hazırlanan **"Güneş Paneli Parametrelerinin Online Ölçümü ve Uzaktan İzlenmesi"** adlı tez çalışması 26.01.2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman **:** Doç. Dr. Fatih KORKMAZ

Jüri Üyeleri **:**

Başkan **:** Doç. Dr. Nihat DALDAL
Elektrik – Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye **:** Doç. Dr. Fatih KORKMAZ
Elektrik – Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye **:** Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TEKE
Elektrik – Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ
Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum "**Güneş Paneli Parametrelerinin Online Ölçümü ve Uzaktan İzlenmesi**" konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan "Bilimsel İntihal Tespit Programı"yla tarandığını, "intihal içermediğini" beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (26/01/2022).

Yakup KIR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GÜNEŞ PANELİ PARAMETRELERİNİN ONLİNE ÖLÇÜMÜ VE UZAKTAN İZLENMESİ

Yakup KIR

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik – Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fatih KORKMAZ

Enerji, yaşantımızın her alanında bulunmaktadır. Enerji birbirinden farklı kaynaklardan üretilmektedir. Bu kaynaklar; yenilebilir ve yenilemeyen enerji kaynaklarıdır. Enerjiye olan ihtiyacın sürekli yükselmesi ile yenilenemeyen enerji kaynakları azalmaktadır ve enerji ihtiyacını karşılayamayacak hale gelmiştir. Yenilenemeyen enerji kaynakları kullanımında, doğaya ciddi zararlar vermektedir. Bu sebeplerden dolayı yenilenebilir enerji kaynakları, enerji kaynakları arasında önemini gün geçtikçe arttırmaktadır. Çeşitli yenilenebilir enerji kaynakları mevcuttur. Bunlardan en kolay ulaşılabilir olanı ise güneş enerjisidir. Güneş enerjisi, potansiyeli, kullanılabilirliği ve verimliliğiyle enerji kaynakları arasında önemlidir. Yaptığımız çalışmanın amacı, enerji verimliliğinin arttırılmasıdır. Güneş enerji santrallerinde, enerji üretimi sırasında ki parametreler hayati öneme sahiptir. Sürekli bu parametrelerin takibinin yapılması gerekmektedir. Santralde sürekli bulunulamayan durumlarda ise uzaktan kontrol ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Gerekli olan ihtiyacın karşılanabilmesi için; ışık şiddeti, akım, gerilim ve güç verilerinin ölçülüp, internet aracılıyla aktarılması sağlanmıştır. E-tablo ve oluşturulan mobil uygulama aracılığıyla, ölçülen parametrelerin takibi istenilen yerden kolaylıkla yapılabilecektir. Böylece güneş enerjisinden maksimum verim elde edilecektir.

2022, 67 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Güneş enerji sistemleri ölçüm ve takip, Fotovoltaik sistemlerde ölçüm ve takip, Yenilenebilir enerji ölçüm, Uzaktan izleme, Güneş paneli

ABSTRACT

Master of Science Thesis

ONLINE MEASUREMENT AND REMOTE MONITORING OF SOLAR PANEL PARAMETERS

Yakup KIR

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Electrical - Electronics Engineering

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Fatih KORKMAZ

Energy is present in every aspect of our lives. Energy is produced from different sources. These resources are; renewable and non-renewable energy sources. As a result of the continuous increase in the energy we need, non-renewable energy resources are decreasing and they have become unable to meet energy needs. The use of non-renewable energy sources causes serious damage to nature. For these reasons, the importance of renewable energy sources among energy sources is increasing day by day. Various renewable energy sources are available. The most accessible of these is solar energy. Solar energy is important among energy sources with its potential, usability and efficiency. The aim of our work is to increase energy efficiency. In solar power plants, the parameters during energy production are of vital importance. It is necessary to constantly monitor these parameters. In cases where there is no constant presence at the plant, the need for remote control arises. In order to meet the necessary need; light intensity, current, voltage and power data were measured and transferred via the internet. Via the spreadsheet and the mobile application created, it will be possible to follow the measured parameters easily from anywhere. Thus, maximum efficiency will be obtained from solar energy.

2022, 67 pages

Keywords: Solar energy systems measurement and tracking, Measurement and tracking in photovoltaic systems, Renewable energy measurement, Remote monitoring, Solar panel

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarımız boyunca engin bilgi ve tecrübeleriyle, verdikleri destek ve gösterdikleri hoşgörüden ötürü değerli danışmanım Doç. Dr. Fatih KORKMAZ'a, yoğun çalışmalarım sırasında sabır gösterdiği ve bana katlandığı için eşim Zehra 'ya sürekli çalışmalarıma izin verdiği için küçük kızlarım Zeynep Nurevşan, Mihrimah Yaren ve Rümeysa'ya, çalışmalarım sırasında ümit verdiği için babam Hicabi ve kardeşim Dursun'a, çalışmalarım sırasında küçük veya büyük yardımını esirgemeyen herkese teşekkür ederim.

Yakup KIR
Çankırı, Ocak 2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **iv**
SİMGELER DİZİNİ ..... **vi**
KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **viii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
2. LİTERATÜR ÖZETİ **3**
2.1 Tezin Amacı **5**
3. MATERYAL VE METOT **6**
3.1 Enerji Kaynakları **6**
3.1.1 Yenilenemez enerji kaynakları **7**
3.1.2 Yenilenebilir enerji kaynakları **8**
3.2 Enerji ve Çevre **11**
3.3 Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli **11**
4. GÜNEŞ ENERJİSİ VE FOTOVOLTAİK PANEL **13**
4.1 Güneş Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları **13**
4.2 Güneş Enerjisi Kullanım Alanları **14**
4.3 Güneşten Elektrik Enerjisi Elde Edilmesi **15**
4.3.1 Doğrusal yoğunlaştırıcılar ile elektrik üretimi **15**
4.3.2 Noktasal yoğunlaştırıcılar ile elektrik üretimi **16**
4.3.3 Parabolik oluk toplaçlar ile elektrik üretimi **17**
4.3.4 Merkezi alıcılı güneş sistemleri ile elektrik üretimi **17**
4.3.5 Basınçlı hava alıcılı kule ile elektrik üretimi **18**
4.3.6 Güneş bacası ile elektrik üretimi **18**
4.3.7 Fotovoltaik sistemler ile elektrik üretimi **19**
4.4 Güneş Enerji Santrali Nedir? **19**
4.5 Güneş Enerji Santrali Çalışma Sistemi **20**

4.5.1 Güneş paneli 21
4.5.2 Şarj regülatörleri 23
4.5.3 Aküler 24
4.5.4 Evirici 25
4.5.5 Sayaçlar 25
4.6 Güneş Santrallerinde Verimlilik ve Verimi Arttırmanın Yolları 26
5. VERİLER VE ÖLÇÜM SİSTEMLERİ 27
5.1 Türkiye ve Enerji 27
5.2 Güneş Enerjisi ve Ölçüm Sistemleri 29
5.2.1 Güneş ölçüm istasyonu ve sensörler 29
6. SİSTEM TASARIMI 31
6.1 Elektronik Kartın Tasarımı 32
6.1.1 Regülatör bölümü 34
6.1.2 Mikroişlemci bölümü 34
6.1.3 Veri algılama bölümü 35
6.1.4 Veri görüntüleme bölümü 38
6.1.5 Veri gönderme bölümü 38
6.2 Verilerin Google e-Tabloya Gönderilmesi 38
6.3 Mikroişlemciye Yüklenecek Programın Oluşturulması 40
6.4 Android Uygulamanın Oluşturulması 40
6.4.1 App inverter programının tanıtılması 41
7. SONUÇ VE ÖNERİLER 46
KAYNAKLAR 47
EKLER 50
ÖZGEÇMİŞ 66

SİMGELER DİZİNİ

'	Dakika
"	Saniye
%	Yüzde
m^2	Metrekare
ºC	Santigrat Derece

KISALTMALAR DİZİNİ

CIS	Copper Indium
GEPA	Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
GES	Güneş Enerji Santrali
gr	Gram
kWh	Kilo Watt Saat
LDR	Light Dependent Resistor
mA	Mili Amper
mm	Milimetre
MPPT	Maximum Power Point Tracking kg
MTEP	Milyon Ton Eşdeğer Petrol
PV	Fotovoltaik
PWM	Pulse Width Modulation
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
V	Volt
W	Watt
WI-FI	Wireless Fidelity

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Enerji kaynaklarının sınıflandırılması....6
Şekil 4.1 Doğrusal yoğunlaştırıcılar ile elektrik üretimi....15
Şekil 4.2 Noktasal yoğunlaştırıcılar ile elektrik üretimi....16
Şekil 4.3 Parabolik oluk toplaç güneş santrali....17
Şekil 4.4 Güneş bacası ile elektrik üretimi....18
Şekil 4.5 Fotovoltaik güneş enerji santrali....19
Şekil 4.6 Şebekeye bağlı fotovoltaik güneş enerji santrali....20
Şekil 4.7 Şebekeye bağlantısız fotovoltaik güneş enerji santrali....21
Şekil 4.8 Fotovoltaik Panel Elektrik Yapısı....21
Şekil 4.9 MPPT güç grafiği....21
Şekil 5.1 Güneş enerjisi potansiyel atlası....29
Şekil 5.2 Güneş ölçüm istasyonu şematik gösterimi....30
Şekil 6.1 Elektronik kartın devre şeması....32
Şekil 6.2 Devrenin blok diyagramı....33
Şekil 6.3 Elektronik kartın baskı devresi....33
Şekil 6.4 Elektronik kartın üstten görüntüsü....34
Şekil 6.5 Regülatör bölümü şeması....34
Şekil 6.6 ESP32 bacak bağlantı şeması....35
Şekil 6.7 ACS711LC akım sensörü bağlantı şeması....36
Şekil 6.8 LV25P gerilim sensörü....37
Şekil 6.9 Google e-tablo görüntüsü....40
Şekil 6.10 Mobil uygulamanın blok kodları....42
Şekil 6.11 Mobil uygulamanın blok kodları....43
Şekil 6.12 Programın akış diyagramı....45
Şekil 6.13 Mobil uygulama ekran görüntüsü....45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Türkiye rüzgar enerji potansiyeli 9

1. GİRİŞ

Bir canlının iş yapabilme yeteneğine enerji denir. Son yıllarda enerji kavramını oldukça sık duyuyoruz ve enerji hayatımızda önemli bir yere sahiptir.

Enerji günümüzde bütün dünyanın en önemli sorunlarından birisidir. Enerji ihtiyacı gün geçtikçe birçok nedenden dolayı artmakta ve üretim-tüketim arasındaki fark da gün geçtikçe açılmaktadır. Bu nedenlerin başlıcaları nüfus artışı, teknolojik gelişmeler, sanayileşme ve insanların yaşam konforudur. Bugün, enerji sorunu her ülkenin yaşadığı bağımsız bir sıkıntı olmaktan çıkmış global bir sorun halini almıştır (Sayın 2006a).

Enerji, bazı kaynakların kullanılmasıyla meydana gelmektedir. Enerji kaynakları, yenilenemeyen ve yenilebilir enerji kaynakları olmak üzere iki çeşittir. Yenilenemeyen enerji kaynakları, nükleer ve fosil kaynaklardır. Yenilenebilir enerji kaynakları ise rüzgar, güneş, jeotermal, hidroelektrik, dalga ve biyokütle enerjisidir.

Enerji kaynaklarının kısıtlı, talebin bu kısıtlı olan kaynaklara göre fazla olması, talebi karşılayabilmek için doğru ve etkin bir politikanın uygulanması gerektiğini gösterir. Bu bağlamda enerji ihtiyacı ve karşılanacağı enerji potansiyelinin bilinmesi gerekmektedir. Enerji ihtiyacında ki hızlı artış rezervlerin yetersizliği ile dışa bağımlılığı beraberinde getireceğinden, kaynak çeşitliliğinin sağlanması, yerli kaynaklara yönelme ve ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyelinin etkin kullanımı bu sorunları çözecektir (Cihan 2019).

Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (NREL) tarafından yapılan bir araştırma, kömür santrallerinin 100 GW güneş enerjisi ile değiştirilmesinin her yıl 100 milyon tondan fazla karbondioksit salınımını ortadan kaldırabileceğini göstermektedir (Grover 2007).

Önemli ölçütler bulunması gereken kaynakların tükenmeyen, tekrar kullanılabilen, dönüştürülebilen ve çevreye fosil yakıtlar kadar zararlı etkiler yaratmayacak olmalarıdır. Güneş, rüzgar, atık ve su kaynaklı doğada varlığını sürdürecek ve bunların dönüşümlerini temiz ve sürdürülebilir kılacak olan teknoloji ile yenilenebilir enerji kaynakların süreci

başlamıştır. Hidrolik enerji, biyokütle, jeotermal enerji, hidrojen enerjisi, güneş enerjisi, dalga (gel-git) enerjisi yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. (Doğan 2019a).

Yeryüzündeki ortalama güneş enerjisi kaynağı 36 Milyar Watt'tır (3,6 X 106TW), rüzgâr enerjisi kaynağı 72 TW, jeotermal enerji kaynağı 9,7 TW ve insan gücü kullanımı 15 TW olarak saptanmıştır (Baş 2016).

Güneş santrali, güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürüldüğü yerlerdir. Güneşten elektrik enerjisi üretmek amacıyla fotovoltaik sistemler kullanılmaktadır. Kullanılan sistemler bazı bölümlerden oluşmaktadır. Bunlar; güneş ışınlarını elektrik enerjisine dönüştüren güneş panelleri, enerjinin depolanmasını sağlayan şarj ünitesi, enerjiyi depolayan bataryalardan ve elektrik enerjisini dönüştüren eviriciden oluşmaktadır.

Elde edilen elektrik enerjisi, şarj ünitesi ile akülerin doldurulması sağlanır. Aküler şarj edildikten sonra evirici yardımıyla doğru akım (DA) biçiminden alternatif akım (AA) biçimine çevrilerek kullanılabilirliği arttırılmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Güneş santrallerinde mevsimler, hava durumu ve bunun gibi sebeplere bağlı olarak dönüştürülen enerji miktarı sürekli değişmektedir. Sürekli değişen enerji miktarı ise verimliliği etkilemektedir. Bu yüzden enerji santralinde ki enerji miktarının sürekli takip edilmesi gerekmektedir. Bu alanla ilgili çalışmalar incelenmiştir.

Özellikle son yıllarda Güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etme alanında yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji üretimi çok büyük önem kazanmıştır. Güneş ve rüzgâr yenilenebilir enerji kaynaklarından en yaygın olanlarıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının, mümkün olan en yüksek düzeyde kullanımını bir tercih olmaktan çıkıp bir zorunluluk haline geldiği herkesçe kabul edilen bir gerçektir. Son 25 yılda gerek rüzgâr enerjisi gerekse PV yöntemle elektrik enerjisi elde edilmesi konusunda, gelen talebin de etkisi ile önemli teknolojik gelişmeler yaşanmıştır. Türkiye iklim kuşağı olarak bu kaynaklar yönünden zengin olmasına rağmen, toplam enerji üretimi içerisinde bu kaynaklarla enerji üretimi miktarı dünya ortalamasının çok altındadır. Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır (Özüpak 2016).

Akıllı şebeke kavramı son yıllarda geleneksel elektrik şebekelerine dahil edilen iletişim ve kontrol yeteneklerini tanımlamak için kullanılan yeni ve popüler bir kavramdır. Akıllı şebekelerin, geleneksel elektrik şebekelerine başlıca katkısı enerji ve iletişim işaretlerinin çift yönlü akışını sağlamalarıdır. Akıllı şebekelerinin kontrol ve iletişim yapısı enerji üretim, iletim, dağıtım ve kullanıcı kısmının herhangi birisinde meydana gelen değişikliklere hemen tepki verebilmelerini mümkün kılmaktadır. Bu yetenek, yapılarındaki sensör ağları ve tüm şebekeyi gözlemleyebiliyor olmalarındandır (Kabalcı 2017).

İzleme Sistemi, Güneş enerji santralinizin hayatı boyunca olmazsa olmazı parçasıdır. Çatınıza kuracağınız GES için izleme konusunu kesinlikle istemeli, hatta sensör (ışınım, sıcaklık,rüzgâr) verileri ile desteklemelisiniz. Böylece Güneş enerji santralinizin genel sağlığı hakkında her zaman bilgi sahibi olabilirsiniz (Keremcili 2021).

Akım, gerilim, sıcaklık, ışık şiddeti, basınç gibi değişkenlerinin sürekli olarak ölçülmesine, ölçülen değerlerin bir ara yüz üzerinden kayıtlı kullanıcılar tarafından izlenebilmesine olanak sağlayan bir sistem hazırlanmıştır. Sistem tüm verileri kontrol ederken aynı zamanda kayıt işlemi yapıp bu verileri grafiksel olarak gerektiğinde kullanıcılara sunabilmekte, internet bağlantısı olan her yerden kontrol edilebilmekte ve gözlemlenebilmektedir (Yıldız 2011).

Veri depolama; genel olarak santralde bulunan ve enerji üretimine doğrudan etki yapan evirici, ışınım sensörü ve sıcaklık sensöründen, belirlenmiş zaman aralıkları ile verilerin okunarak işin amacına uygun şekilde düzenlenmiş veri tabanına kaydedilmesi şeklinde tanımlanabilir. Sahadan verilerin okunmasından ve depolanmasından sonraki aşamada izlenebilirliğinin sağlanabilmesi için web tabanlı bir uygulamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu uygulama sayesinde fotovoltaik santrali oluşturan ve enerji üretimine doğrudan etki eden bileşenler kendi öz parametreleri vasıtasıyla detaylı olarak izlenebilmektedir (Ersoy 2013).

Güç kalitesinin analizi amacıyla, fotovoltaik sistem tarafından sağlanan AA, yük akımı, gerilim ve diğer parametrelerin frekans, gerilim, kırpışma, güç katsayısı, aktif, reaktif ve görünür güçler ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bütün bu parametreler, şebeke beslemesi koşullarında da ölçülmüş ve fotovoltaik sistem parametreleri ile karşılaştırılmıştır (Gençoğlu 2015).

Toplam ve UV ışınım verileri dakikalık olarak milivolt (mV) cinsinden ölçülmüştür. Bu veriler 12 bit analog-digital (A/D) çevirici kullanılarak depolanmıştır. Bu ölçümlerin bilgisayara kaydedilmesi ve analiz edilmesi amacıyla bir dizi bilgisayar programı geliştirilmiştir (Şahan 1996).

Anlık ve uzun vadeli verilen takip edilebilmesi, analizlerin yapılabilmesi ve sistemler üzerinde meydana gelebilecek arızaların kısa sürede saptanabilmesi için kullanıcı dostu bir arayüz oluşturulmuştur. Ayrıca sunucuda saklanan veriler üzerinde analiz işlemleri gerçekleştirilerek panellerden kısa ve uzun vadede üretilebilecek enerji miktarlarının kestirimi yapabilecek altyapı hazırlanmıştır (İnner 2017).

Fotovoltaik panellerden elde edilen enerji, panellerin kurulduğu coğrafi konuma, mevsimsel değişimlere ve çevre koşullarına göre sürekli olarak değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla fotovoltaik panellerden maksimum güç elde edilmesi amacıyla panellerin optimum eğim açısının aylık, mevsimsel ve yıllık olarak değiştirilmesi gerekir. Bu çalışmada, farklı açılarda yerleştirilen FV paneller ile Bilecik ilinde güneş enerjisinden elde edilecek maksimum gücün hangi eğim açılarında gerçekleştiğinin tespiti için verilerin toplanması, kayıt altına alınması ve analiz çalışmaları Raspberry Pi üzerine kurulu web sunucu aracılığı ile gerçekleştirilmiştir (Parmaksız vd.2016).

2.1 Tezin Amacı

Sistemin sürekli olarak kontrol edilmesi en yüksek verimin alınması açısından önemlidir. Bu yüzden güneş enerji santralindeki parametreler sürekli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Çalışmanın amacı; güneş enerjisinin verimliliğinin artırılması amacıyla enerji takibinin kontrolünün, santralde bulunmadan, istenilen yerden kolaylıkla yapılabilmesinin sağlanmasıdır. Uzaktan verilerin takip edilebilmesi için tasarlanan cihazda; ışık şiddeti, güç, akım ve gerilim değerlerinin ölçülüp, kullanılabilecek formata mikroişlemci aracılığıyla dönüştürüldükten sonra internet vasıtasıyla google e-tablo ya gönderilmesi sağlanmıştır. Gönderilen değerler e- tabloya kaydedilmiştir. Verilerin analizi yapılabilmektedir. Aynı zamanda grafik şeklinde görüntülenebilmektedir. Android tabanlı tasarlanan uygulama sayesinde internet bağlantısının bulunduğu herhangi bir yerden takip edilebilmektedir.

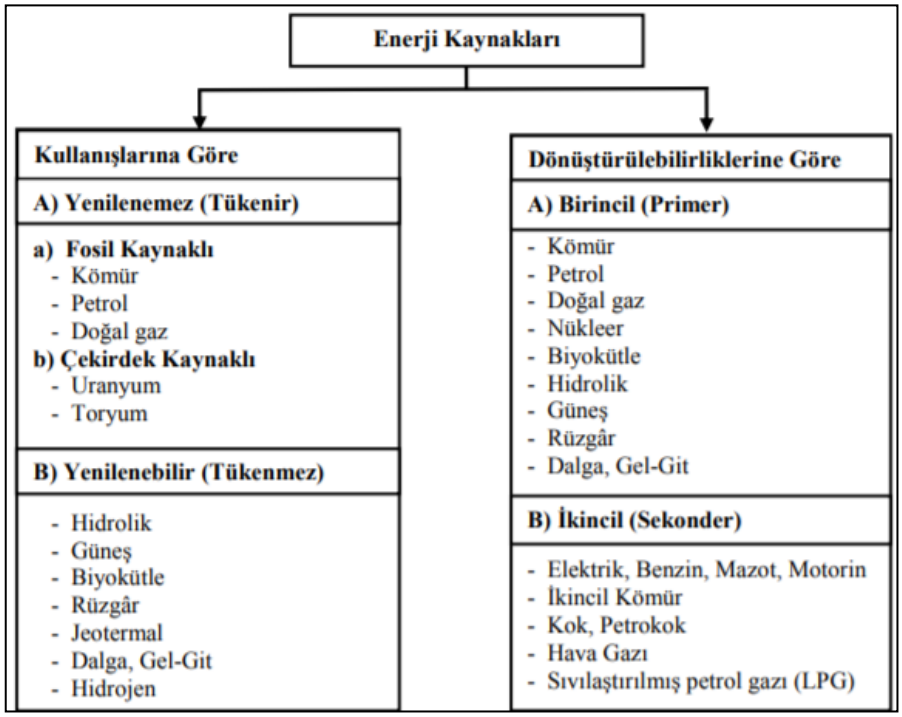
3. MATERYAL VE METOT

Enerji, fizikte temel önemdedir. Pek çok biçime girebilmesinden dolayı enerjinin kapsamlı bir tanımını yapmak imkânsızdır ama en yaygın tanım şudur: Enerji, bir sistemin iş yapma kapasitesidir (Vikipedi2021b).Enerji tek başına bir nesne değildir. Bir sistemin ya da nesnenin özelliğidir diyebiliriz.

Enerji bir yerden başka bir yere aktarılabilir. Ya da bir enerji çeşidi başka bir enerji çeşidine dönüştürülebilir. Enerji hiçbir zaman kaybolmaz, başka bir enerjiye dönüşür.

3.1 Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları, herhangi bir yöntem kullanılarak enerji üretmek amacıyla kullanılan kaynaklardır. Enerji kaynakları yenilenemez ve yenilebilir enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Enerji kaynaklarının sınıflandırılması

3.1.1 Yenilenemez enerji kaynakları

Yenilenemez enerji kaynakları, sürekliliği olan bir kaynak değildir. Bir gün tükenebileceği öngörülen kaynaklardır. Kaynakların ihtiyaçları karşılaması amacıyla sürekli yeni rezervler bulunsa da bütün kaynakların bir gün biteceği gerçeğini unutturmamalıdır. Yenilemez enerji kaynakları fosil atıklar dediğimiz hayvan ve bitki artıklarının yıllarca toprak altında süren kimyasal dönüşümler sonucu elde edilirler. Hem temin edilmesi sırasında hem de enerjiye dönüşümü sırasında doğaya ciddi zararlar vermektedir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarından yaygın olarak kullanılanlar; kömür, petrol, doğalgaz ve radyoaktif maddelerden oluşan nükleer kaynaklardır.

Kömür: Kömür fosil yakıtlar arasındadır. İnsanoğlu bu kaynaklardan ilk önce kömürden yararlanmaya başlamıştır (İnan 2001). Kömürden elektrik enerjisi termik santraller kullanılarak üretilmektedir. Ülkemizde kömür yoğun olarak enerji kaynakları arasında kullanılmaktadır.

Petrol: Petrolün kullanım alanı kömüre göre çok daha geniş olduğu için, enerji kaynakları arasında ki önemi de diğerlerine göre daha fazladır. Petrol de fosil yakıtlar arasındadır. İhtiyaç çok fazla olduğundan, petrolün çıkarılması da çok fazla olmaktadır. Petrol rezervleri gün geçtikçe azalmaktadır. Bu yüzden ülkeler petrol yerine kullanılabilecek diğer enerji kaynaklarına yönelmektedirler.

Doğalgaz: Daha çok ısınma amacıyla kullanılsa da özellikle ülkemizde elektrik enerjisi üretmek amacıyla kullanılmaktadır.

Nükleer Kaynaklar: Radyoaktif maddeler kullanılarak elektrik enerjisi üretilmektedir. Güvenlik konusunda ciddi sorunlar olsa da enerji verimliliği çok yüksek olduğundan gelişmiş ülkeler tarafından oldukça çok kullanılmaktadır.

3.1.2 Yenilenebilir enerji kaynakları

Fosil kaynakların rezervlerinin sınırlı olması, çevreye ve insan sağlığına zararları (küresel ısınma, asit yağmurları vb.) ve özellikle 1973'te yaşanan petrol krizi gibi sebeplerden dolayı ülkeler bu kaynaklara alternatif olabilecek temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili çalışmalara başlamışlardır (Sayın 2006b).

Doğadan sürekli olarak elde edilen, devamlılığı olan enerji çeşididir. Tükenmeyen (yenilenebilir) enerji kaynağı olarak da bilinir. Yenilenemez enerji kaynaklarına göre doğadan temini ve enerjiye dönüştürülmesi sırasında doğaya zarar vermez. Yenilenebilir enerji kaynaklarının dışa bağımlılığı azaltıp eldeki imkanlarla enerji elde edilmesi ve bunu yaparken çevre kirliliğine neden olmaması kullanım alanlarını artırmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları şunlardır;

- Hidroelektrik Enerjisi
- Rüzgâr Enerjisi
- Jeotermal Enerji
- Güneş Enerjisi
- Okyanus (Dalga) Enerjisi
- Biokütle Enerjisi

Hidroelektrik enerjisi: Yenilenebilir enerji kaynakları arasında hidroelektrik enerji kaynakları en fazla kullanılan enerji kaynağıdır. Suyun akış gücünü elektrik enerjisine dönüştüren bir enerji kaynağıdır. Temiz enerji kaynakları arasındadır. Çalışma şekli ise şu şekildedir; suyun bir havza da biriktirmesiyle suyun akış gücü arttırılır. Su istenilen seviyeye ulaştıktan sonra kapaklar açılır ve su bir kanal aracılığıyla jeneratörlere bağlı olan türbinleri döndürür. Türbinler aracılığıyla jeneratöre güç iletilir. Böylece hareket enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülmüş olmaktadır.

Rüzgâr enerjisi: Rüzgârdan elektrik enerjisi üretmekte temiz enerji dediğimiz kaynaklar arasındadır. Rüzgâr enerjisi, günümüzde çok yoğun kullanılmaya başlanmıştır. Ülkeler arasında rüzgâr türbini üretimi ve kullanılması adına Danimarka öncülük etmekte ve ilk sıradadır.

Rüzgâr kanatları ve kanatlar da bağlı olduğu şaftı döndürür. Dönen şaft bağlı olduğu dişli kutusuna hareketi iletir. Dişli kutusu sayesinde, hareket enerjisi alternatör vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürülmüş olur. Rüzgâr çok hızlı estiği zaman ise rüzgâr türbininin zarar görmesini engelleyecek ve sabit hızda dönmesini sağlayacak fren sistemi mevcuttur. Böylece türbinin aynı hızda dönmesi sağlanmış olur.

Rüzgâr enerjisi günümüzde Dünya'nın elektrik ihtiyacının %2'sini karşılamaktadır. Rüzgâr tribünü teknolojilerinin diğer elektrik üretimi teknikleriyle kıyasla çevreye zararlı etkisi çok azdır (WWF 2021). Türkiye rüzgâr enerji potansiyeli yüksek bir ülkedir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Türkiye rüzgâr enerji potansiyeli

Rüzgâr Sınıfı	Yıllık Güç Yoğunluğu(W/m2)	Yıllık Ortalama Rüzgâr Hızı(m/s)	Toplam Kapasite(MW)
4	400-500	7,0-7,5	29.259,36
5	500-600	7,5-8,0	12.994,32
6	600-800	8,0-9,0	5.399,92
7	>800	>9,0	195,84
TOPLAM KAPASİTE			47.849,44

Jeotermal enerji: Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde jeotermal enerji temiz enerji kaynaklarındandır. Yerkürenin içerisindeki magma tabakasında bulunan ısı enerjisinden faydalanılır. Isı enerjisi yeraltındaki suyu ısıtır. Sıcak su kendiliğinden yada sondaj çalışma ile yeryüzüne çıkartılır. Yer altından çıkan sıcak su, buhar haline dönüştürülerek, kanal vasıtasıyla türbininin dönmesi sağlanır. Hareket eden türbinler bağlı oldukları jeneratörler ile elektrik enerjisi üretilir. Jeotermal Enerji Santral Yatırımcıları Derneği araştırmalarına göre ülkemizde 2017 yılındaki toplam enerji üretiminin %2,1'lik kısmının (25 MW'de 1,086 MW'in) jeotermal enerjiden karşılandığı belirtilmektedir (Kocakuşak 2018).

Güneş enerjisi: Güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları arasındadır. Güneş enerjisi temiz bir enerji kaynağı olup, doğaya ve çevreye hiçbir zararı yoktur. Güneşten kullanılabileceğimiz enerji miktarı ihtiyacımız olan enerjiden kat ve kat fazladır. Fakat bunun çok az bir kısmını elektrik enerjisine dönüştürebiliyoruz.

En fazla enerji üretimini sağlayan güneşin bir saniyede ürettiği enerji miktarı insanlığın şimdiye kadar kullandığı enerji miktarından fazladır. Dünya güneşten gelen enerjinin sadece milyarda birini almaktadır. Bu enerji 15 dakika depo edilirse toplam dünya nüfusunun yıllık enerji ihtiyacı karşılanabilmektedir (Uçar ve Kokulu 2018).

Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için kullanılan iki yöntem mevcuttur. Bunlar;

- Güneş ışığını bir merkezde toplayıp bazı sıvıların buhara dönüştürülerek bir alternatörün döndürülmesiyle
- Bazı yarı iletkenler (foto piller) vasıtasıyla

Sürdürülebilir enerji kaynakları içinde bulunan güneş enerjisi, ülkemizin de gün geçtikçe daha çok kullandığı bir enerji kaynağıdır.

Okyanus (Dalga) enerjisi: Deniz ve okyanus yüzeylerinin hareketleri sonucu otaya çıkan enerji dalga enerjisidir. Dalga hareketleri rüzgârın etkisiyle oluşmaktadır. Dalga enerjisinin verimi oldukça yüksektir.

Biyokütle enerjisi: Bir türe veya çeşitli türlerden oluşan topluluğa ait yaşayan organizmaların belirli bir zaman diliminde sahip olduğu kütle, biyokütle enerjisi olarak tanımlanabilir. Biyokütle organik karbon olarak da kabul edilir. Biyokütle materyalleri işlenerek katı, sıvı ve gaz yakıtlarına dönüştürülebilirler. Bunun sonucunda biyodizel, biyoetanol, pirolitik gaz gibi ana ürünler oluştururken gübre, hidrojen gibi yan ürünler de oluştururlar.

Türkiye'nin biyokütle atık potansiyelinin yaklaşık 8,6 milyon ton eşdeğer petrol (MTEP) ve üretilebilecek biyogaz miktarının 1,5-2 MTEP olduğu tahmin edilmektedir (ETKB2021a).

3.2 Enerji ve Çevre

Günümüzde teknolojinin hızla ilerlemesi, üretim- tüketim oranının artması, enerjinin hayatımızın her noktasına girmesine neden olmuştur. Bu durumda enerjiye olan ihtiyacın her geçen gün artmasına ve daha fazla enerji kaynağı ihtiyacına yol açmıştır. Enerji kaynaklarına olan fazla talep, daha çok enerji kaynağı arayışı ise doğaya ciddi zararlar vermektedir. Sanayileşmenin hızla artması doğaya daha fazla zarar vermeye sebep olmuştur. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kontrolsüz kullanımı rezervlerinin hızla tükenmesine yol açmıştır. Gelecekte yenilenemeyen enerji kaynaklarının bitmesi öngörülmektedir. Bu durumda temiz enerji dediğimiz yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırmaya gitmiştir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanılmasının sonucunda çevreyi tehdit etmesi ve insan sağlığına zarar verebileceğinin anlaşılması üzerine, dünyanın bol ve zarar vermeyen enerjiye olan ihtiyacı artmıştır.

Enerji politikalarının belirlenmesinde enerji ve çevre faktörünün birlikte ele alınması gerekmektedir (Kadıoğlu 1996).

3.3 Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli

Ülkemizin coğrafi konumundan dolayı yenilenebilir enerji kaynağı potansiyeli oldukça yüksektir. Ülkemizdeki yenilenebilir enerji kaynakları çeşitliliği fazladır. Zengin kaynaklara sahip bir ülkeyiz. Çeşitli ve zengin yenilenebilir kaynaklarımız mevcutken bunları kullanma oranımız çok düşüktür. Kullandığımız enerjinin çok küçük bir kısmını bu kaynaklardan elde etmekteyiz. Bu durumun temel sebebi ise maliyettir. Enerji üretiminde dışa bağımlılığı azaltmanın tek yolu yinelenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artmasına ve verimli bir şekilde kullanılmasına bağlıdır.

Ülkemiz, yenilenebilir enerji kaynakları bakımından Dünya'da önemli bir sırada yer almaktadır. Ülkemiz, jeotermal potansiyeliyle Avrupa'da birinci, Dünya'da yedincidir (Bobat ve Özdemir 2016).

Ülkemizde enerji kaynağı olarak kömür ve doğalgaz sonra yenilenebilir enerji kaynakları gelmektedir. Ülkemizde kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları arasında, rüzgâr, hidrolik enerji, güneş enerjisi, jeotermal ve biyokütle ve bulunmaktadır.

Ülkemiz de en çok kullanılan yinelenebilir enerji kaynağı hidrolik enerjidir. Ülkemiz birinci jeolojik zamanda oluştuğu için engebe ve yükseltiler fazladır. Akarsu kaynaklarımızda sayısının fazla olması, hidrolik enerji kaynağı potansiyelini arttırmaktadır. Güneş sonsuz bir enerji kaynağı olup temiz bir enerji kaynağıdır. Ülkemizde yıllık güneşlenme süresi fazladır. Türkiye geniş yüzölçümü ve iklim koşulları sebebiyle rüzgâr potansiyeli yüksek bir ülkedir. Ülkemizde rüzgâr enerji santrallerinin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemiz aktif faylar bakımından oldukça zengindir. Bu yüzden dolayı oldukça fazla sıcak su kaynağımız mevcuttur. Bu kaynaklar genellikle sağlık ve termal amaçlı kullanılmaktadır.

Ülkemizde biyokütle enerji potansiyeli de yükseltir. Fakat küçük bir kısmını enerjiye çevirebiliyoruz. Gelişmiş ülkelere kıyasla ürettiğimiz enerji miktarı çok azdır. Biyokütle enerji kaynağının da gerekli şekilde kullanılması gerekmektedir.

4. GÜNEŞ ENERJİSİ VE FOTOVOLTAİK PANEL

Güneş enerjisinin çeşitli kullanım alanları vardır. Konut, sanayi, tarım, ısıl enerji uygulamaları ve elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Coğrafi konumu bakımından ülkemiz, güneş enerjisi kullanmaya uygundur (Aydar 2010). Güney Doğu Anadolu Bölgesi, ülkemizin en çok güneş alan bölgesi olup sonrasında Akdeniz Bölgesi gelmektedir (Atmaca 2014).

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ısıma enerjisidir. Fakat bu enerjinin küçük bir kısmı dünyaya ulaşabilmektedir. Güneş enerjisinin küçük bir kısmı dünyaya ulaşabilse dahi, o küçük miktar bile tüm dünyanın ihtiyacı olan enerjiden çok daha fazladır.

4.1 Güneş Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları

Güneş enerjisi temiz enerji kaynakları arasında daha kullanışlı ve verimliliği yüksek bir enerji kaynağıdır. Son zamanlarda her ülke güneş enerji santrallerinin sayısını arttırmaktadır. Verimliliği ve enerji miktarını arttırmak amacıyla çeşitli araştırmalar ve projeler yürütmektedir. Ülkelerin dünya üzerinde konumları göz önüne alındığında, güneşlenme süresi ile doğru orantılı olarak elde ettikleri enerji miktarı değişiklik gösterilmektedir. Yapılan çalışmalar ülke ekonomilerinin yanı sıra dünya içinde önemlidir. Her enerji kaynağının olduğu gibi güneş enerjisinin de avantajları ve dezavantajları mevcuttur.

Güneş enerjisinin avantajları;

- Bir merkezden enerji üretimi yerine birden fazla yerde dağıtılmış enerji üretimi sistemi uygulanmaktadır.
- Enerji birden fazla yerde üretildiğinden, enerjinin dağıtım maliyeti olmamaktadır.
- Ulaşılması zor yerlerde elektrik şebekesi bulunmamaktadır. Elektriksel şebekesi bulunmayan yerlerde elektrik enerjisinde yararlanmayı mümkün kılmaktadır.

- Uzun ömürlüdür ve verimi yüksektir.
- Sadece kurulum maliyeti vardır. Onun dışında bit maliyeti yoktur.
- Enerji üretimi sırasında çevreye zarar vermemektedir. Sağlık açısında bir risk oluşturmamaktadır.
- Bilinçsiz kullanılması da önemli bir sorundur.

Güneş enerjisinin dezavantajları;

- Güneş in konumuna göre, enerji üretiminde değişiklikler olmaktadır. Bu yüzden bazı zamanlar yeterli verimi sağlayamamaktadır.
- Mevsimlere göre enerji üretiminde çok büyük farklılıklar olmaktadır.
- Geceleri enerji üretilememektedir.
- En yüksek verimin alınabilmesi için, etrafında güneş ışınlarını engelleyecek bir şey olmamalıdır.

4.2 Güneş Enerjisi Kullanım Alanları

Güneş enerjisi birçok alanda kullanılmaktadır. Bunlar;

- **Isıtma İşlemleri:** İçbükey yansıtıcılar yardımıyla güneş ışınlarının bir noktada yoğunlaştırılarak kullanılması işlemidir. Güneş ışınlarının bir noktada yoğunlaşması ısıyı yükseltmektedir. Yükselen ısı, ısıtma işlemlerinde kullanılmaktadır.
- **Soğutma İşlemleri:** Özellikle yaz aylarında soğutma işlemleri çok maliyetli olmaktadır. Maliyeti düşürmek için bu sistemler kullanılmaktadır. Bir tarafın ısıtılarak diğer tarafın soğuması mantığıyla çalışmaktadır.
- **Sıcak Su Elde Etme:** Evlerin çatısına kurularak, günlük sıcak su ihtiyacının karşılanması için kullanılmaktadır. Güneş enerjisinde aldıkları ısıyı küçük borular içinden geçen suya aktarırlar. Isınan su bir tankta depo edilir ve istenildiği zaman kullanılır.

- **Aydınlatma:** Gün ışığının yansıtıcı yüzeylerle bir alanda toplanması ve gerekli ekipmanlarla istenilen yere gönderilmesiyle iç mekân aydınlatması sağlanan sistemlerdir.
- **Elektrik Üretme:** Güneş enerjisinden termal ya da fotovoltaik pil ile elektrik enerjisi üretme yöntemidir. Elektrik enerjisi üretilen kaynakların azalması ve tükenmesi ile güneşten elektrik enerjisi üretimi önemini arttırmıştır.

4.3 Güneşten Elektrik Enerjisi Elde Edilmesi

Güneş enerjisi kullanılarak elektrik enerjisi elde etmek amacıyla birbirinden farklı yöntem ve teknikler bulunmaktadır. Fotovoltaik sistemler en çok bilinen yöntemdir fakat fotovoltaik piller dışında da birçok yöntem mevcuttur. Güneş enerjisinde elektrik elde etme yöntemleri şunlardır;

- Termal yöntemler kullanılarak elektrik üretilmesi,
- Fotovoltaik sistemler ile elektrik üretilmesi.

4.3.1 Doğrusal yoğunlaştırıcılar ile elektrik üretimi



Şekil 4.1 Doğrusal yoğunlaştırıcılar ile elektrik üretimi

Yansıtıcı yüzeyler, parabolik oluklar ve doğrusal yoğunlaştırıcı sistemlerden oluşur (Şekil 4.1). Temel çalışma mantığı ise, parabolik oluğun iç kısmındaki yansıtıcılar yardımıyla güneş ışığı odaklanarak, siyah boruya yansıtır. Böylece yüksek sıcaklık elde edilir. Bu sistemler güneş hareketlerini takip ederek, güneş ışığının verimli bir şekilde kullanılmasını sağlar. Enerji santraline gönderilen ısı elektrik enerjisine dönüştürülür. Bu sistemlerde sıcaklıklar 300-350 Santigrat dereceye kadar çıkabilmektedir.

4.3.2 Noktasal yoğunlaştırıcılar ile elektrik üretimi

Güneşi iki eksenli olarak takip eden, bir noktada yoğunlaştırma işlemi yapan sistemlerdir. Böylece yoğunlaşan güneş ışınları ile elde edilen yüksek sıcaklık ile enerji üretilir. Bu sistemler parabolik çanak ve merkezi alıcıdan oluşmaktadır.

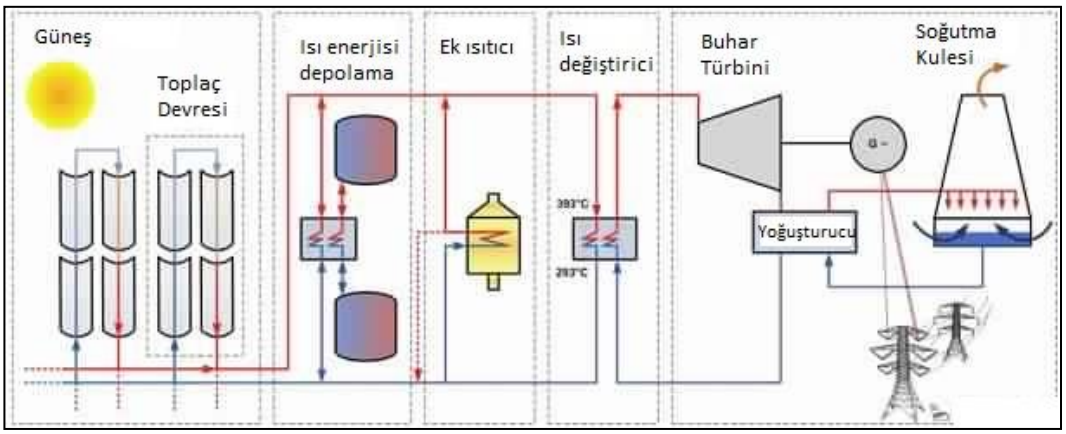


Şekil 4.2 Noktasal yoğunlaştırıcılar ile elektrik üretimi

Çanağın iç kısımları, güneş ışınlarını bir noktada toplayabilmek amacıyla yansıtıcı aynalarla kaplanmıştır. Yansıtıcı aynalar yardımıyla bir noktada toplanan ışıklar stirling motorun üzerine aktarılır. Motor, ısı enerjisini mekanik enerjiye çevirir. Elektrik enerjisi mekanik enerjiden elde edilmiş olur (Şekil 4.2).

4.3.3 Parabolik oluk toplaçlar ile elektrik üretimi

Güneş enerjisinin kullanılarak, elektrik enerjisi elde etmek için en çok kullanılan sistemlerin içerisinde yer almaktadır. Bu santrallerde yoğunlaştırma yöntemi yardımıyla 300-400 arasında bir sıcaklık elde edilir. Isı transferi için ısıl yağ kullanılır.



Şekil 4.3 Parabolik oluk toplaç güneş santrali

Sistemin genel çalışması şu şekildedir; Güneşten gelerek boru üzerine yoğunlaştırılan ışınlar ile boru içerisindeki çalışma sıvısı ısıtılır. Çalışma sıvısının ısısı bakır boru yardımıyla dışarı alınır ve kapalı bir ortamda suyun ısıtılması için kullanılır. Isıtılan sudan elde edilen buhar, buhar kazanında depo edilir. Buradan bir buhar türbini ile sürülen jeneratör sisteminden geçirilerek elektrik enerjisi üretilir (Şekil 4.3)(EMO 2021).

4.3.4 Merkezi alıcılı güneş sistemleri ile elektrik üretimi

Güneş enerjisinde elektrik üretmenin bir başka yolu ise merkezi alıcılı güneş sistemleridir. Bu sistemlerde heliostat adı verilen aynalar kullanılır.

Kuleye yansıtılan güneş ışınları alının ısıtılması ile buhar oluşur. Oluşan buhar jeneratörler ile elektrik enerjisi üretilir. Sıcaklık 800 dereceye kadar çıkabilmektedir.

4.3.5 Basınçlı hava alıcılı kule ile elektrik üretimi

Hava basıncının arttırılması kompresör yardımıyla yapılır. Bir cam kubbe ile alıcının yüzeyi örtülür. Böylece sistem yalıtılmış olur. Alıcının içindeki havanın sıcaklığı 1100 dereceye kadar çıkarılır. Gaz türbini ısınan hava ile çalışır. Gaz türbini ile elektrik enerjisi elde edilir (ENERJİBES 2021).

4.3.6 Güneş bacası ile elektrik üretimi

Güneş ışığının toplanarak elektrik enerjisi elde etmek için yapılan tasarımlardır. Bu sistemlerde, bir toplama ünitesi bulunur. Toplama ünitesinin ortasında 1000 metre yüksekliğe kadar uzanabilen kule vardır. Güneş ışınları zeminin altındaki havayı ısıtır (Şekil 4.4).

Hava ısınır ve bacaya kadar yükselir. Isınan hava bacanın içinden hızlı bir şekilde geçer ve rüzgâr jeneratörlerini çalıştırır. Çalışan rüzgâr jeneratörleri elektrik enerjisi üretilmesini sağlar.



Şekil 4.4 Güneş bacası ile elektrik üretimi

4.3.7 Fotovoltaik sistemler ile elektrik üretimi

“PV” photovoltaic kelimesinin kısaltmasıdır. “Photo” ışık ve “Voltaic” elektrik anlamına gelir. Fotovoltaik terimi; güneş ışığının güneş hücreleri tarafından elektrik enerjisine dönüştürülme süresi için kullanılır (Altın 2005).

4.4 Güneş Enerji Santrali Nedir?

Güneş enerjisi yeşil enerji dediğimiz temiz enerji kaynaklarındandır. Güneş enerji santrallerinde en çok kullanılan yöntem güneş panelleri yardımıyla elektrik üretmektir. GES, güneş enerji santralinin kısaltılmış halidir.

Güneş panelleri çeşitli boyutlarda olabilmektedir ve güneş enerji santralinde büyük güneş panelleri kullanılır (Şekil 4.5). Bu pillerin ana maddesi, galyum arsenit ve kristal silisyumdur. Kullanılan güneş panellerine fotovoltaik panelde denilmektedir.



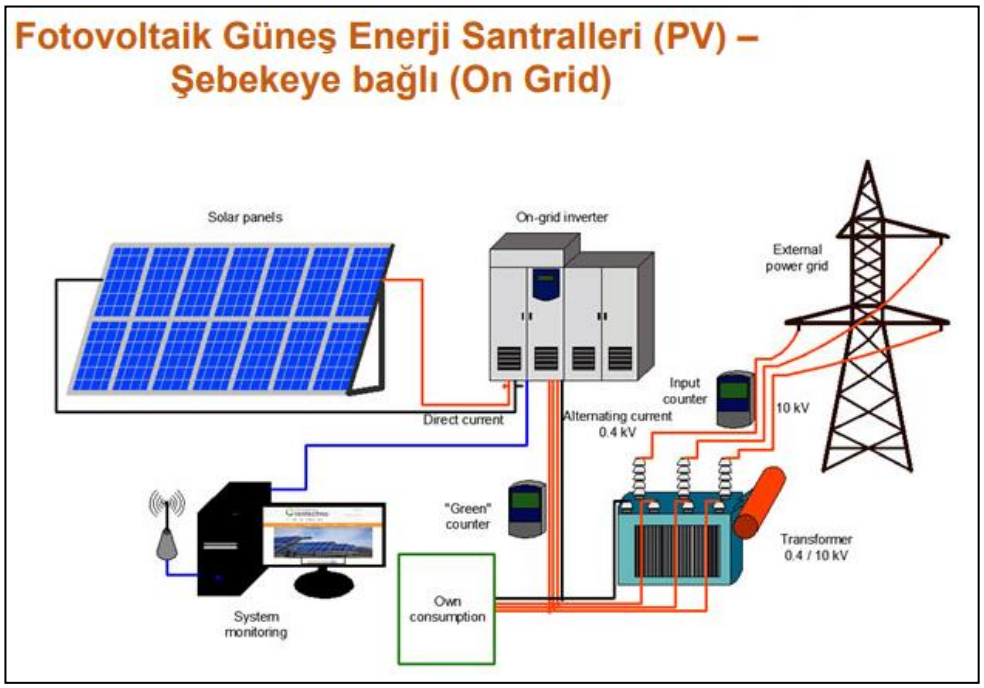
Şekil 4.5 Fotovoltaik güneş enerji santrali

4.5 Güneş Enerji Santrali Çalışma Sistemi

Güneş panelleri doğru akım kaynaklarıdır. Sadece doğru akım üretirler. Üretilen elektrik enerjisi şarj regülatörleri ile aküler doldurulur. Aküler şarj edildikten sonra evirici yardımıyla doğru akım (DA) biçiminden alternatif akım (AA) biçimine dönüştürülür. Böylelikle daha fazla alanda kullanılabilecek bir enerji elde edilmiş olur. Güneş enerji santrali şebekeye bağlandığında, sayaçlar aracılığıyla şebekeye verilen elektrik enerjisinin miktarı ölçülmektedir (Şekil 4.6). Enerji santrali şebekeye bağlanmadıysa sayaç kullanılması gerekmemektedir (Şekil 4.7).

Güneş Enerji Santrallerini (GES) oluşturan birimler şunlardır;

- Güneş paneli
- Şarj Regülatörü
- Akü
- Evirici (İnverter)
- Sayaç



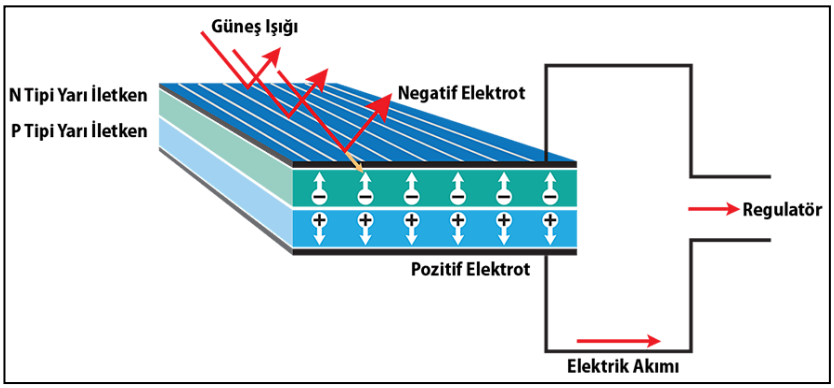
Şekil 4.6 Şebekeye bağlı fotovoltaik güneş enerji santrali



Şekil 4.7 Şebekeye bağlantısız fotovoltaik güneş enerji santrali

4.5.1 Güneş paneli

Üzerine düşen güneş ışınlarını elektrik enerjisine çevrilmesini sağlayan yarı iletken yapılardır. Yarı iletken yapıların yüzeylerine gelen ışınlar, atomların son yörüngesindeki elektronları harekete geçirir. Elektronlar harekete geçerek, elektrik akımını ortaya çıkarırlar. Bitkilerin güneş ışınları ile fotosentez yapması ile fotovoltaik panelin çalışma mantığı birbirine benzemektedir. Kullanım alanlarına göre fotovoltaik piller çeşitli boyutlarda ve biçimlerde üretilmektedir. Paneller doğru akım elektrik enerjisi üretirler. 0,2 mm – 0,4 mm aralığında değişen kalınlığa sahiptirler. Gerekli olan elektrik enerjisine göre güneş panelleri paralel ya da seri bağlanabilmektedirler.



Şekil 4.8 Fotovoltaik panel elektrik yapısı

Silisyum, güneş pili yapımında kullanılan başlıca malzemedir. Silisyum yarı iletken bir malzemedir ve ham maddesi ise silikat yani kumdur. Yeryüzünde büyük miktarlarda kum bulunmasından dolayı ham madde sıkıntısı bulunmamaktadır (Çolak 1997).

Fotovoltaik etki; güneş ışınımına maruz kalan iki farklı malzemenin ortak fonksiyonunun (elektronikte p ve n tipi katkılı malzemelerin yan yana getirilmesi sonucu arada kalan tampon bölge) arasında oluşan elektriksel potansiyeldir. Bu etki Fransız fizikçi Becquerel tarafından 1839'da bulunmuştur (Şekil 4.8) (Patel 1999).

Koyu renkte olması ışığı daha kolay toplayabilmesini sağlamaktadır. Dayanıklıdır ve üzerinde cam bulunur. Paneller, çıkışlarında yük yoksa enerji harcamazlar.

Fotovoltaik piller üretim şekillerine göre çeşitli gruplara ayrılırlar. Bunlar;

Monokristalin güneş pilleri: Monokristal hücrelerden oluşmaktadır. Yüksek verimli pillerdir. Siyah ya da koyu mavi renktedir. Uzun ömürlü olmasının yanında diğer çeşitlere göre daha pahalıdır (Oktik2001).

Polikristalin güneş pilleri: Monokristalin pillere göre verimliliği biraz daha düşüktür. Ancak maliyenin daha düşük olması ve kolay temin edilmesi, fotovoltaik piller arasında en çok tercih edilen olmuştur. Yüzeyi mavi renktedir.

Amorf (İnce Tabaka) güneş pilleri: Kristal yapıda olmayan, esnek yapıda güneş pillerindendir. Verimlilikleri düşüktür fakat fiyatları uygundur. Evlerin çatılarında kullanımı yaygındır. Renkleri koyu kırmızı ya da koyu kahverengidir. Maliyetinin düşük olması, geniş yüzeylerin kaplanacağı projelerde tercih edilmesidir. Bu pillerin yapımında absorban özelliği göz önüne alınır. Absorban özelliği iyi olan maddelerin kalınlığı az olacağından daha az malzeme kullanılır ve montaj kolaylığı sağlar (Durgut 2014).

CIS güneş pilleri: Verimlilikleri düşüktür fakat bulutlu havalarda, güneş ışığının tam alınamadığı zamanlarda enerji üretimi diğerlerine oranla daha iyidir. Bu sebeple tercih edilirler.

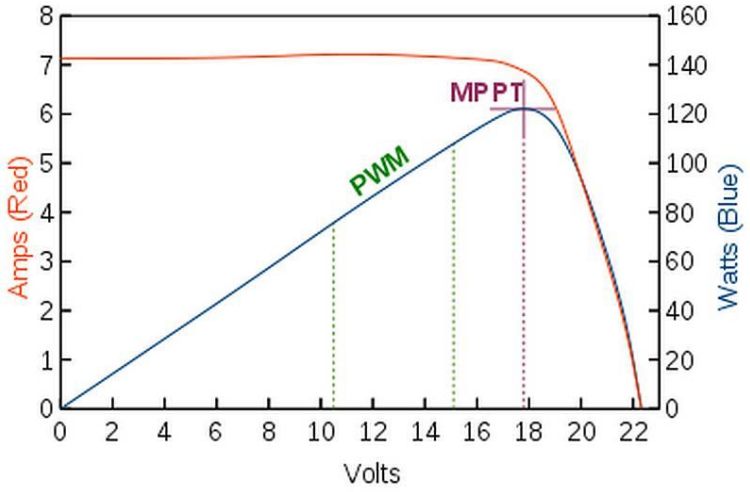
4.5.2 Şarj regülatörleri

Sistemin ana bileşenlerinden bir tanesidir. Üretilen enerji sürekli depo edilmesi gerektiğinden dolayı şarj regülatörleri sürekli aktif durumdadır. Şarj regülatörlerinin bozuk olması akülere ciddi zararlar verebilir. Akülerin zarar görmesi yüksek maliyetlere sebep olabilir. Şarj regülatörlerinin amacı akülerin şarj olmasını ve aşırı deşarj olmasını engellemektedir. Aküler şarj olduktan sonra akımı keserek, akülerin fazla şarja maruz kalmasını engeller. Akünün şarjı ve deşarjı sırasında akım ve gerilim değerlerinin istenilen seviyede tutulması sağlar. Böylece akülerin zarar görmesini engeller. Aynı zamandan akü ömrünün uzaması sağlanır. Kullanım amaçlarına göre çeşitleri mevcuttur. Bunlar;

Basit şarj regülatörleri: En eski şarj regülatörleridir. Şarjı başlatmak ya da durdurmak için röle ve transistor kullanılmaktadır. Çalışma mantığı ise şu şekildedir; sistem akü şarj olana kadar akım verir, Akü şarj olduktan sonra röle ve transistor yardımıyla akım kesilir. Böylece akülerin aşırı şarj olması engellenmiş olur. Bu regülatör çeşidi günümüzde çok kullanılmamaktadır.

PWM şarj regülatörleri: Günümüzde güneş enerjisi ile elektrik elde eden sistemlerde en çok tercih edilen regülatör çeşididir. PWM Pulse Width Modulation kelimelerinin baş harflerinin yan yana getirilmesiyle oluşmuştur. Türkçe anlamı ise darbe genişlik modülasyonudur. Çalışma sistemi ise şu şekildedir; akünün şarj durumu sürekli kontrol edilir. Akünün şarj durumuna göre aküye gönderilen gerilim süresinin ve sıklığının ayarlanmasıyla şarj işlemi gerçekleştirilir. PWM biraz daha karmaşık bir sistemdir. Fakat akülerin kullanım ömürlerini arttırmaktadır.

MPPT şarj regülatörleri: MPPT, İngilizce Maximum Power Point Tracking kelimelerinin baş harflerinde oluşmuştur. Türkçe anlamı ise maksimum güç noktası izlemedir (Şekil 4.9). Güneş panellerinden üretilen enerjiyi kullanılabilecek en uygun hale getirerek akülerin kullanım ömürlerini arttırmaktadır. Santrale sağladığı avantajlara bakıldığında, maliyeti dikkate alınmamaktadır. Akülere daha yüksek güç ile şarj etmektedir. Böylece şarj süresi daha da kısalmaktadır. Daha çok büyük güneş enerji santrallerinde kullanılmaktadır. Diğer regülatörlere göre verimi daha yüksektir. Fakat diğerlerine göre daha pahalıdır.



Şekil 4.9 MPPT güç grafiği (https://www.gemitrafik.com/gunes-paneli-mppt-nedir/)

4.5.3 Aküler

Elektrik enerjisini depo eden ve istenilen zaman kullanılabilmesini sağlayan elemanlardır. Kullanım yerlerine ve amaçlarına göre çeşitleri mevcuttur.

OPzS akü: Şarjlı kuru akü çeşitlerindendir. Düşük enerji maliyetlidir ve sabit tesis akülerdendir.

Jel Akü: Teknolojik gelişmelere bağlı olarak, kurşun aküler yerini jel akülere bırakmıştır. Titreşime ve yüksek sıcaklığa dayanabilmesi yenilebilir enerji santrallerinde tercih

edilmesini sağlamıştır. Diğer önemli bir özelliği ise derin deşarj dediğimiz akü tamamen deşarj edildiğinde tekrar şarj edilmesi aküye hiçbir zarar vermemektedir. Sürekli şarj ve deşarj olması akünün ömrünü azaltmamaktadır. Bu yüzden çok tercih edilmektedir.

Kuru Akü: Bakım gerektirmeyen akülerdir. Kullanım süresinde hiçbir bakıma ihtiyaç duymazlar. Kuru aküler daha güvenlidir ve uzun ömürlüdürler. Performansı ve uygun fiyatlarıyla yaygın bir kullanıma sahiptir.

4.5.4 Evirici

Fotovoltaik panellerin ürettiği elektrik enerjisi doğru akımdır. Çoğu cihaz alternatif akımla çalışmaktadır ve bu yüzden üretilen enerjinin alternatif akıma dönüştürülmesi gerekmektedir. Enerjinin dönüştürülmesi işlemini yapan eviriciler şebekeden bağımsız sistemler için düşük gerilimli (12-48V), şebeke bağlantılı sistemlerde yüksek gerilimli (110V ve üstü) olarak kullanılmalıdır (Pearsall and Hill 2001).

Temel amacı, çıkıştaki alternatif gerilim üzerindeki dalgalanmaları, kesintileri ve dengesizlikleri önlemektir. Doğru akımı alternatif akıma dönüştürürken aynı zamanda frekans ve gerilim değerlerini de ayarlayabiliriz. Redresör dediğimiz doğrultmaçların tam tersi şeklinde çalışırlar.

DA gerilimin AA gerilime çevirme işlemi sürekli açıp kapatılan anahtarlama elemanları ve transformatör kullanılarak yapılır. Eviriciler çıkış dalga şekillerine göre, tam sinüs dalgalı, kare dalgalı ve modifiyeli sinüs dalgalı olmak üzere 3 çeşittir.

4.5.5 Sayaçlar

Binamızın girişinde bulunan elektrik sayacı, tükettiğimiz elektrik enerjisi miktarını ölçer ve ay sonuna kadar kullandığımız elektrik enerjisinin faturalandırılması sağlanır. Evimizde kullandığımız elektrik sayaçları tek yönlü ölçüm yapmaktadır. Eğer kurduğumuz santral şebekeye bağlanmayacaksa sayaca ihtiyaç yoktur. Evimize bir güneş

enerji santrali kurduğumuzda, hem güneş enerjisinden hem de şebekeden elektrik enerjisi kullanacaksak tek yönlü sayaç kullanamayız. Çift yönlü ölçüm yapabilen elektrik sayaçlarına ihtiyacımız vardır. Santralde üretilen enerjinin yetmediği durumlarda şebekeden kullandığımız enerjiyi ölçen ve aynı zamanda santraldeki enerjinin yeterli olması durumunda şebekeye gönderilen enerji miktarının kaydedilmesini sağlar.

4.6 Güneş Santrallerinde Verimlilik ve Verimi Arttırmanın Yolları

Güneş santrallerinin verimi; kullanılan hücreye ve kalitesine, sistemde kullanılan diğer ekipmanların kalitesine bağlı olarak değişmektedir. Güneş santralleri kurulduğu bölgeye göre de verimlilikleri değişmektedir. Çünkü güneşlenme süresi verimliliği etkileyen en önemli etkenlerdendir. Güneşin hareketlerine göre, meteorolojik durumlara göre değişmektedir. Güneş ışınlarının geliş açısı enerji üretiminde önemli bir faktördür. Güneş ışınlarının dik açıyla gelmesi daha yüksek verimlilik sağlamaktadır. Güneş ışınlarının sürekli dik gelmesi için, güneşin hareketlerini takip edebilen elektromekanik sistemler bulunmaktadır. Sürekli güneşin hareketlerine göre güneş panelinin konumu değiştirerek güneş ışınlarının sürekli dik açıyla gelmesi sağlanır. Amaç güneşten en yüksek verimi sağlayabilmektedir. Verimliliği etkileyen diğer bir faktör ise güneş panellerinin temiz olmasıdır. Çünkü üzerinde toz tabakası bulunan güneş paneli güneş ışınlarını verimli bir şekilde kullanamaz. Bu yüzden güneş panellerinin sürekli temizlenmesi gerekir. Temizlik için kullanılan özel fırçalar vardır.

5. VERİLER VE ÖLÇÜM SİSTEMLERİ

5.1 Türkiye ve Enerji

Ülkemiz de enerjiye olan bağımlılık ve ihtiyaç sürekli artış göstermektedir. Enerji üretiminde ülkemizde çeşitli kaynaklar kullanılmaktadır. Veriler göz önüne alındığında, kömür en çok kullanılan kaynaktır ve en az kullanılan kaynak ise jeotermal enerjidir. Ülkemizde son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen önem artış göstermektedir. Kaynaklar arasında yenilenebilir enerji kaynaklarının payı artmaktadır. Fakat yenilenemeyen enerji kaynaklarının payı %67,1 ile hala çok yüksektir. Doğalgaz ve kömür kullanılan yenilenemeyen enerji kaynaklarındandır. Kömür ve doğalgaz santralleri elektik üretim aşamasında doğaya zarar vermektedir. Doğalgaz ülkemizde çıkarılmadığı için yurtdışından alınmaktadır ve bu durum dışa bağımlılığı arttırmaktadır. Aynı zamanda ekonomik olarak da ülkeye zarar vermektedir. Bunlar göz önüne alındığında yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini anlaşılmaktadır.

Türkiye 42– 36 derece Kuzey enleminde yer almaktadır. Yüzeyine düsen güneş enerjisi miktarı 977 x 1012 kWh değerindedir. Teknik potansiyeli 500 MTEP/yıl, ekonomik potansiyeli ise 25 MTEP/ yıl olarak tahmin edilmektedir. Ancak ülkenin sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli, elektrik üretiminde yeterince etkin ve yaygın kullanılmamaktadır (Tuncay 2003).

Türkiye elektrik enerjisi tüketimi 2018 yılında bir önceki yıla göre %2,2 artarak 304,2 milyar kWh, elektrik üretimi ise bir önceki yıla göre %2,2 oranında artarak 304,8 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir (ETKB 2021b).

2018 yılında elektrik üretimimizin, %37,3'ü kömürden, %29,8'i doğal gazdan, %19,8'i hidrolik enerjiden, %6,6'sı rüzgârdan, %2,6’sı güneşten, %2,5'i jeotermal enerji den ve %1,4’ü diğer kaynaklardan elde edilmiştir (ETKB 2021b).

Ülkemizde elektrik enerjisi üretim santrali sayısı, 2019 yılı Eylül ayı sonu itibarıyla 8.069'a (Lisanssız santraller dahil) yükselmiştir. Mevcut santrallerin 669 adedi hidroelektrik, 68 adedi kömür, 262 adedi rüzgâr, 52 adedi jeotermal, 330 adedi doğal gaz, 6.435 adedi güneş, 253 adedi ise diğer kaynaklı santrallerdir (ETKB 2021b).

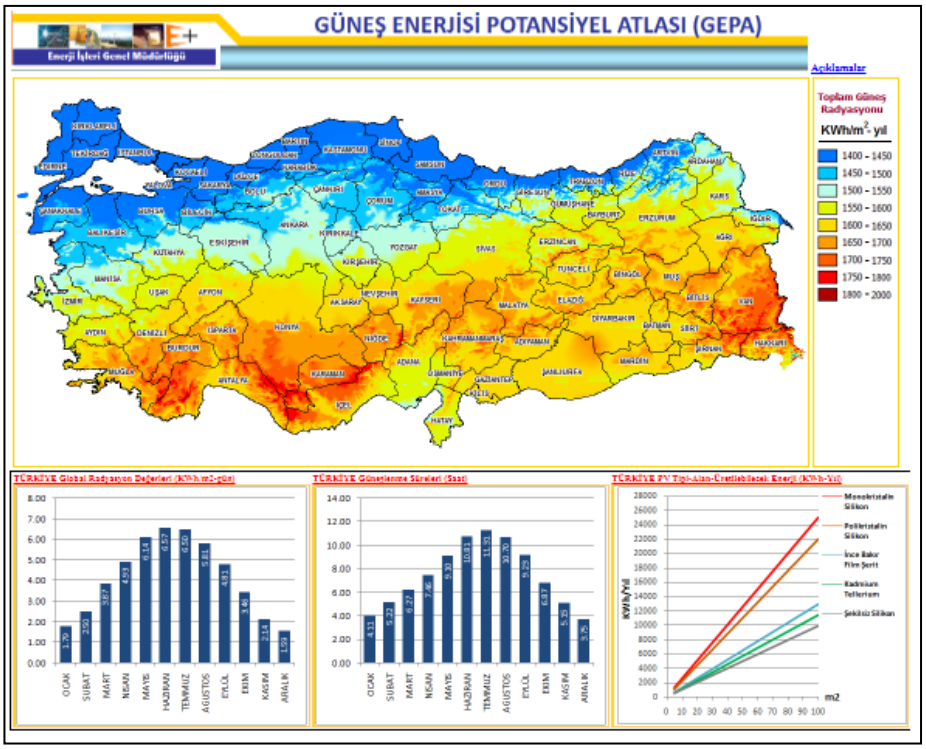
Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA) göre;

Ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi = 2.741,07 saat/yıl
Ortalama günlük toplam güneşlenme süresi = 7,50 saat/gün
Ortalama yıllık toplam ışınım şiddeti = 1.527,46 kwh/m2-yıl
Ortalama günlük toplam ışınım şiddeti = 4,18 kwh/m2-gün(ETKB 2021c)

Ülkemizde ki güneşlenme süreleri dikkate alındığında, güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 5.1). Yeşil enerji denilen temiz enerji kaynakları arasında olan güneş enerjisi; kullanımı, verimliliği ve ulaşılabilirliğinin kolay olması açısından yaygınlaşması kolaydır. Düşük maliyetli oluşu tercih edilme sebeplerinden bir tanesidir.

2030 yılına kadar PV sistemler sayesinde yıllık küresel emisyonlarda 1,6 milyar tonluk azalma olabilir. Bu azalma, kömürle çalışan, ortalama 750 MW kurulu güçte, 450 adet termik santralin salınımına eşdeğerdir. 2005 ile 2030 yılları arasında toplam 9 milyar ton CO2 salınımının engellenmesi sağlanabilir (Uğurel 2009).

PV teknoloji güneş enerjisinin kullanımına imkân kılarak ısı ve elektrik enerjisini kazanımını gerçekleştirmektedir. Zaman içersin de gelişimini sürdürerek daha az maliyetle daha çok verimli olma yolunda ilerlemektedir. İlerleyen gelişmeler içerisinde Türkiye kendi sahip olduğu güneş enerjisi potansiyelini enerji açığı olan bir ülke olarak takip etmekte, yasal mevzuatların da ki düzenlemeler ile diğer ülkelerle beraber sürece ortak olmaktadır (Doğan 2019b).

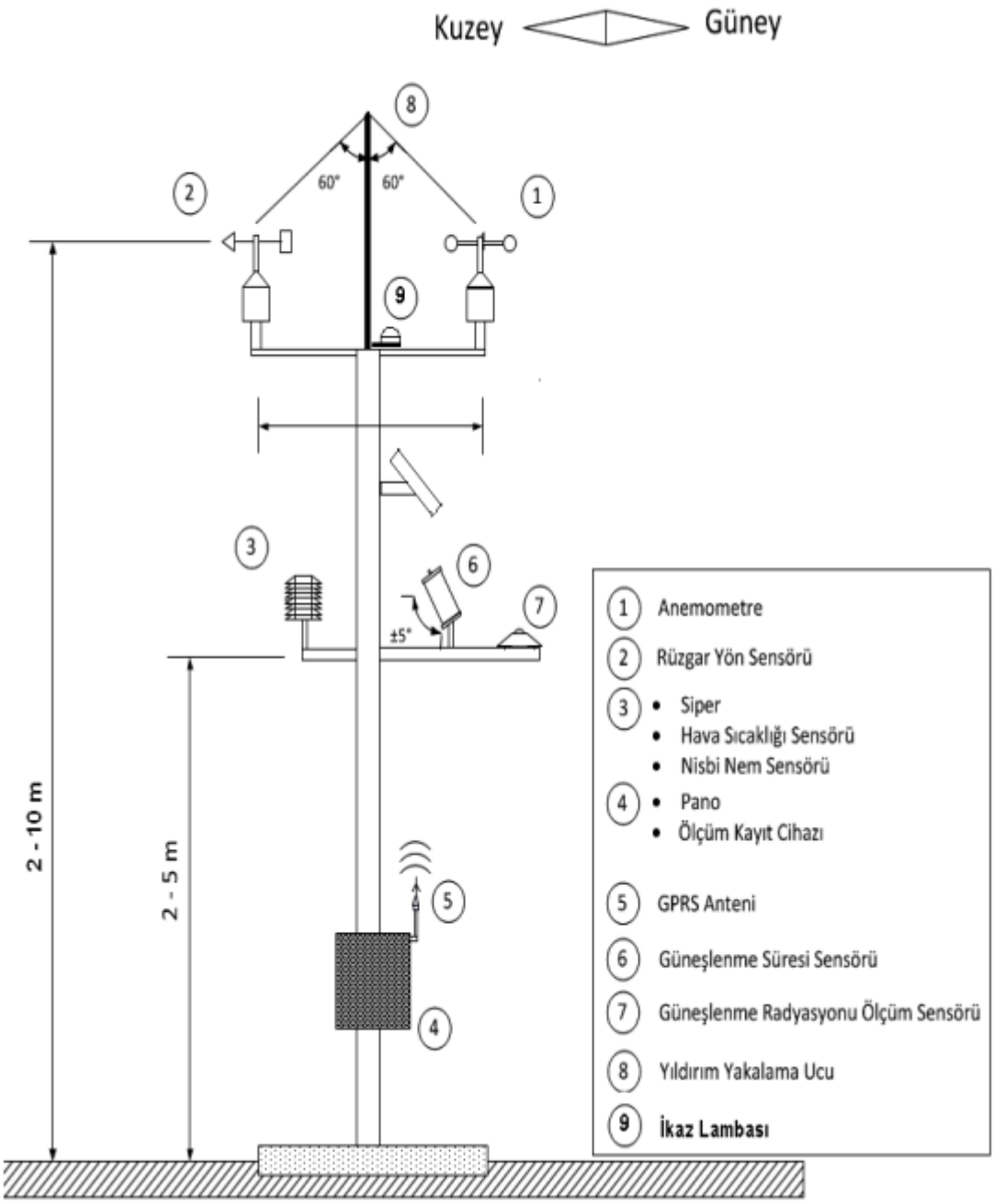


Şekil 5.1 Güneş enerjisi potansiyel atlası (https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/)

5.2 Güneş Enerjisi ve Ölçüm Sistemleri

5.2.1 Güneş ölçüm istasyonu ve sensörler

Güneş enerji santralinde kazanım analizinin yapılabilmesi için santralde ölçüm yapmak önem taşımaktadır. Ölçümlerin kaliteli bir şekilde yapılabilmesi için kullanılan cihazlar, ölçüm istasyonunda ki konumları gibi etkenler önemlidir. Yapılan ölçümlerin sağlıklı bir şekilde yapılması verimlilik açısından önemlidir. Ölçüm istasyonunun yerleşim planı ve gerekli olan cihazlar aşağıdaki gibi olmalıdır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 Güneş ölçüm istasyonu şematik gösterimi (Resmî Gazete 2012)

Piranometre (pyranometer): Düzlem üzerine düşen ışın miktarının ölçülmesi için kullanılır. Orta kalite, iyi kalite ve yüksek kalite olmak üzere, Dünya meteoroloji örgütü tarafından 3 sınıfa ayrılmıştır. ISO ise buna benzer bir sınıflama yapmıştır. Bunlar birinci sınıf, ikinci sınıf ve üçüncü sınıftır. Güneşten elde edilecek enerjinin ışık şiddeti ile doğru orantılı olduğu için kullanılacak piranometre önemlidir. Türkiye'de kurulacak bir güneş

enerji santrali için lisans başvurusu sırasında yapılacak ölçümlerde birinci sınıf piranometre kullanılması gerekmektedir.

Güneşlenme Süresi Sensörü: Düzlem üzerine düşen radyasyonun belli bir değerin(120W/m2) üzerine çıktığı anlarda zaman cinsinden kaydedilmesini sağlayan sensördür. Ölçümün sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için eksenle sensör arasındaki açı önemlidir. Açı bulunulan yerin koordinatlarına göre değişmekte olup, Türkiye için bu değer yaklaşık olarak 5 derecedir.

Sıcaklık Sensörü: Kullanım amacı, ortamdaki sıcaklığın kaydedilmesidir. Ortamdaki güneş ışığından etkilenmemesi için, özel yapılmış plastik radyasyon kalkanı ile birlikte kullanılır. Kalkanın içerisine yerleştirilir.

Bağıl Nem Sensörü: Bulunduğu ortamdaki bağıl nem oranının tespit edilmesi amacıyla kullanılır. %0 - %100 oranları arasında çalışır.

Anemometre: Sahadaki rüzgâr hızını ölçmek amacıyla kullanılır.

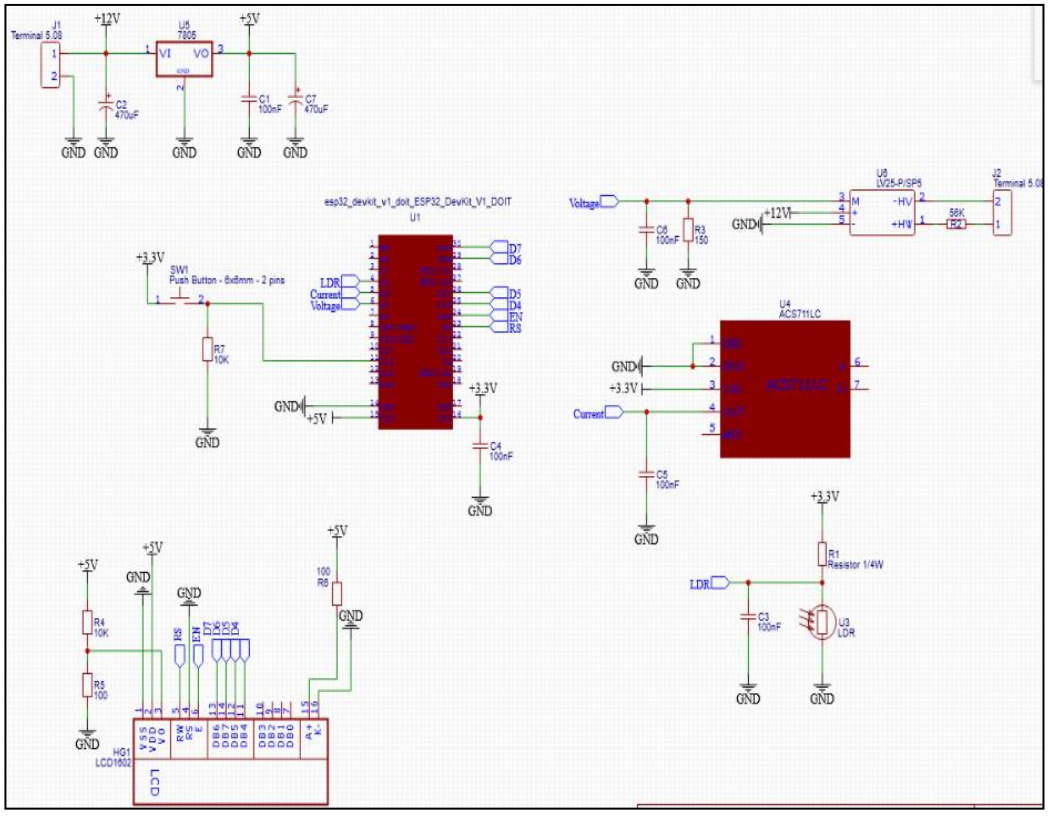
Rüzgâr Yön Ölçer: Projenin uygulandığı alanda esen rüzgarların yönünün tespit edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. 0-360 derece aralığında çalışabilir olmalıdır. Montajı yapılırken, yön ölçer bağlantı kolu batı yönünde sabitlenmeli, üzerindeki Kuzey işareti ise tam kuzey yönü göstermelidir.

Veri Kaydedici: Ölçümlerin kayıt altına alınmasını sağlayan, santralin bulunduğu alana erişimin olmadığı durumlarda ise ölçüm değerlerinin internet aracılığıyla istenilen yere iletilmesini sağlayan cihazdır. İstasyonda yer alan tüm sensörlerden saniyelik veriler toplanarak 10 dakikalık (ya da opsiyonel olarak daha kısa aralıklarla) ortalamaları, standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri kayıt altına alınır. Bir günlük ölçüm süresi sonunda 144 satır veri kaydı yapılır (Kökey 2013).

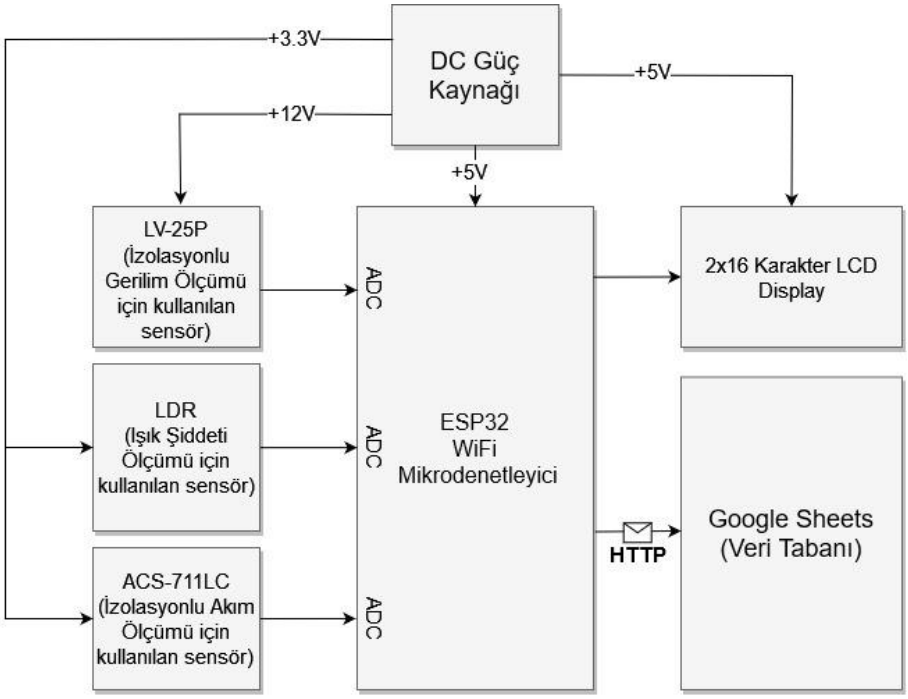
6. SİSTEM TASARIMI

6.1 Elektronik Kartın Tasarımı

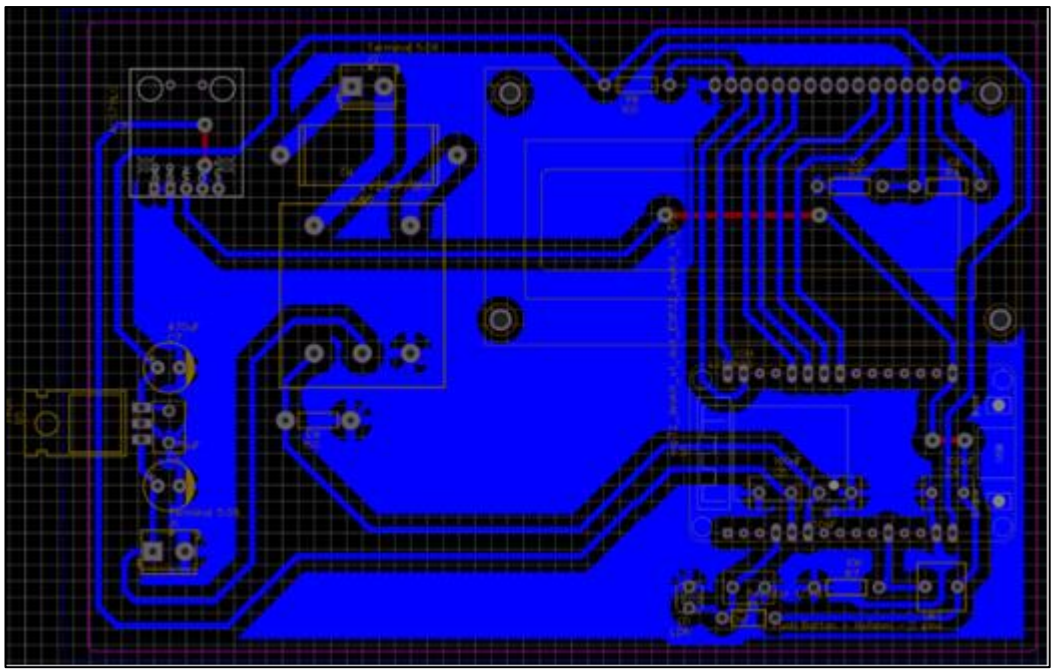
Güneş panelindeki değerlerin ölçülüp, dönüştürülüp, gönderilmesi için elektronik bir kontrol kartına ihtiyaç vardır. Kartın tasarımı için EasyEDA adlı çizim programı kullanılmıştır (Şekil 6.1). Tasarlanan devrenin blok diyagramı aşağıda verilmiştir (Şekil 6.2). Tasarımın, EasyEDA programı ile baskı devresi hazırlanmıştır (Şekil 6.3). Tasarlanan baskı devre, pcb kart haline dönüştürülmesi için birkaç işlemden geçirilmiştir. Hazırlanan pcb kartın üzerine gerekli malzemeler yerleştirilip, lehimleme işleminden sonra kart hazır hale gelmiştir (Şekil 6.4).



Şekil 6.1 Elektronik kartın devre şeması



Şekil 6.2 Devrenin blok diyagramı



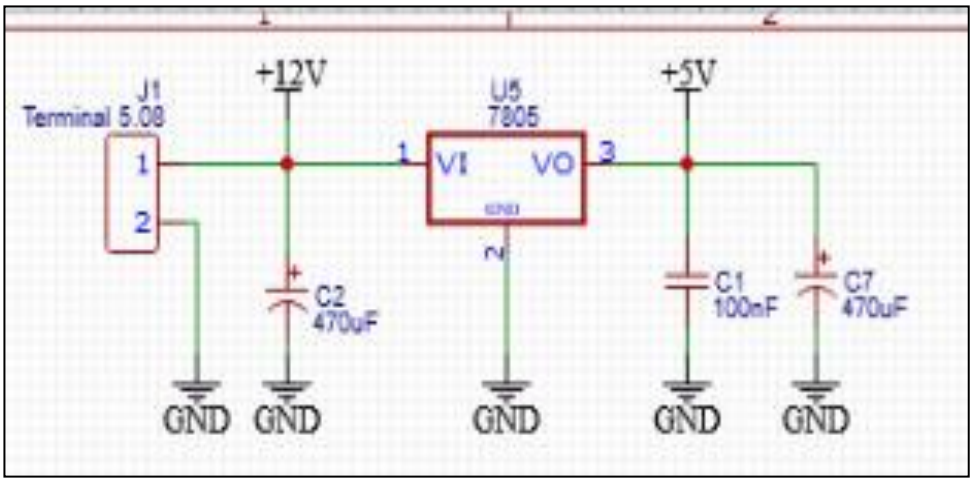
Şekil 6.3 Elektronik kartın baskı devresi



Şekil 6.4 Elektronik kartın üstten görüntüsü

6.1.1 Regülatör bölümü

Devrenin giriş gerilimi için 12V bir kaynak kullanılmaktadır. Devrenin çalışabilmesi için gerekli olan gerilim 5V'tur. Gerilim seviyesini istenilen değere getirebilmek amacıyla gerilim regülatörü devresi tasarlanmıştır (Şekil 6.5). Regülatör tasarımında, 7805 voltaj regülatörü ve çeşitli kondansatörler kullanılarak gerilim 5V seviyesine getirilmiştir.



Şekil 6.5 Regülatör bölümü şeması

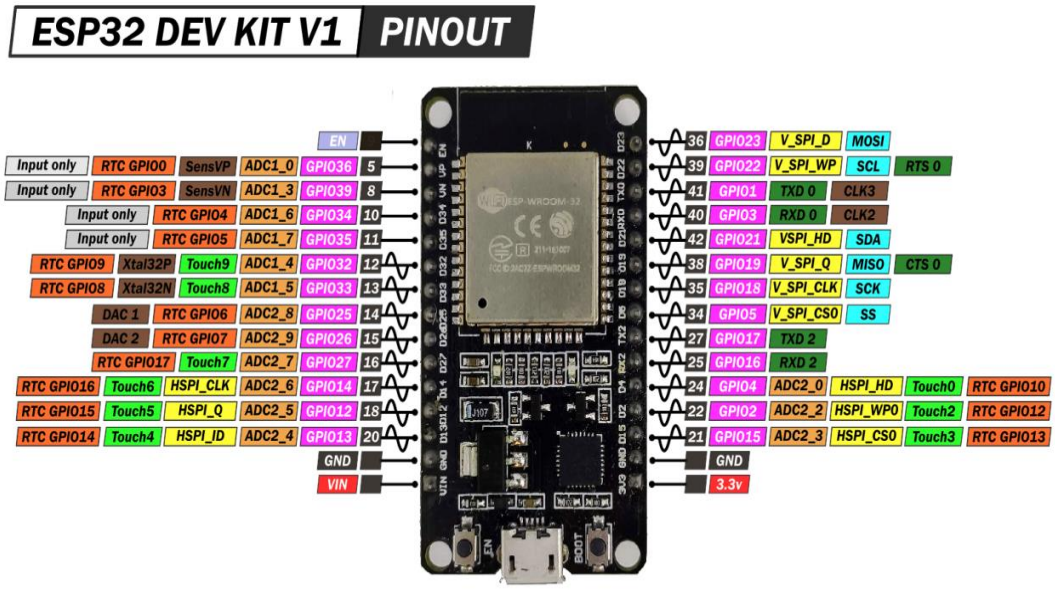
6.1.2 Mikroişlemci bölümü

Verilerin işlenmesi için ESP32 mikroişlemcisi bulunan ESP32 adında geliştirme kartı kullanılmıştır. Espressif adında bir firma üretmiştir. Aynı zamanda ESP32 WI-FI

özelliğine de sahiptir. TCP/IP katmanları internete bağlı sistemlerin birbirleriyle haberleşmesini sağlayan protokoller bulunmaktadır (Şekil 6.6).

ESP32Mikrodenetleyicisinin Özellikleri;

- 802.11 b / g / n desteği
- 802.11n desteği (2.4 GHz-2.5GHz), 150 Mbps'ye kadar
- Çalışma Sıcaklığı: - 40 C,+85 C
- Otomatik sinyal seviyesi ölçümü, WPA, WPA2, WPA2-Enterprise, WPS
- Çalışma Besleme Gerilimi: 2,7 V—3,6 V.



Şekil 6.6 ESP32 bacak bağlantı şeması

6.1.3 Veri algılama bölümü

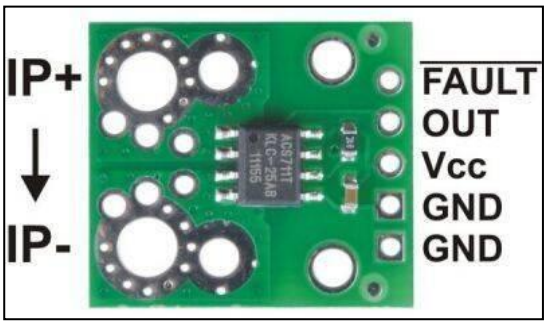
Güneş panelinden elde edilecek olan enerjinin sağlanmasında önemli olan bazı değerlerin ölçülmesi gerekmektedir. Değerlerin ölçülmesi için gerekli sensörler kullanılmıştır. Bunlar;

LDR: Bir foto dirençtir. Light Depent Resistor kelimesinin baş harflerinin birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Pasif bir elemandır fakat bu devrede sensör olarak kullanılmıştır. Genellikle yarı iletken kadmiyum sülfür (CdS) kullanılır. Işık şiddetinin ölçülebilmesi için kullanılmıştır. Karanlıkta yüksek direnç, aydınlıkta düşük direnç gösteren devre elemanıdır. Üzerine düşen ışık şiddeti ile ters orantılı direnç değeri değişen devre elemanıdır. En yaygın olarak aydınlatma sistemlerinde, ışık şiddetine göre lambaların otomatik olarak açılıp kapanması için kullanılmaktadır.

ACS711LC akım sensörü: Güneş panelinden geçen akımı belirlemek amacıyla ACS711LC adında adında bir sensör kullanılmıştır (Şekil 6.7). Sensörün ölçebileceği maksimum akım 25 A'dir. Çift yönlü akım ölçümü yapabilmektedir. +25V - -25V manyetik etkiye bağlı lineer akım sensörüdür. İstenildiği zaman kullanılmak üzere kart üzerinde pinler bulunmaktadır. Filtre yapılması istenildiğinde 100kHz bant genişliğine kadar düşürülebilir.

Özellikleri;

- Çalışma sıcaklığı aralığı: -40 °C- 150 °C
- Akım hassasiyeti: 0.055V/A (Vcc=3.3V)
- Minimum Çalışma Voltajı: 3V
- Maksimum Çalışma Voltajı: 5.5V
- Çalışma Akımı: 6mA



Şekil 6.2 ACS711LC akım sensörü bağlantı şeması

LV25P gerilim sensörü: Güneş panelinden üretilen elektrik enerjisinin değerinin ölçülmesi için kullanılmıştır. Sensörün çalışması hall etkisine dayalıdır (Şekil 6.8). Hall etkisi, manyetik alan içerisinden bulunan ve üzerinden geçen akımın miktarına göre bir iletkenini üzerinde gerilim oluşmasına denir. LV25P gerilim sensörü bu prensibe dayalı şekilde çalışmaktadır.

LV25P gerilim sensörü kullanılmasının avantajları;

- Kapalı döngü akım dönüştürücü
- Mükemmel doğruluk
- Düşük termal sapma
- Düşük tepki süresi
- Yüksek bant genişliği
- Dış müdahaleye karşı yüksek dayanıklılık



Şekil 6.3 LV25Pgerilim sensörü

LV25P gerilim sensörü özellikleri;

- Çalışma Gerilimi: 12-15 V
- Giriş Akımı: 14 A.
- Çıkış Akımı: 25 mA.
- Çalışma Sıcaklığı: 0 °C- 70 °C
- Boyutları: 26 mm x 29,2 mm x 16,45 mm

6.1.4 Veri görüntüleme bölümü

Santralde bulunulduğu zamanlarda değerlerin cihazdan görüntülenebilmesi için bir lcd ekran kullanılmıştır. Kullanılan lcd panel 16 sütun ve 2 satırdan meydana gelmektedir. Verilerin takibi lcd ekrandan rahatlıkla yapılabilmektedir. Arka led aydınlatması bulunan ve yeşil zemin üzerine siyah yazı rengine sahiptir.

LCD Özellikleri;

- +5V ile çalışmaktadır.
- Arka aydınlatma özelliğine sahiptir.
- LCD arka fon ışığı olmadan 4mA akım çekmektedir.
- Boyutları 80x36x9.4mm'dir
- Çalışma sıcaklığı -20 ile +70 derece arasıdır.

6.1.5 Veri gönderme bölümü

Ölçülen parametrelerin uzaktan izlenebilmesi için verilerin istenilen yere aktarılması gerekmektedir. Kullandığımız kartta ESP32 mikroişlemcisi bulunmaktadır ve WI-FI aracılığıyla veriler aktarılmaktadır.

ESP32 mikro denetleyicisinin en önemli özelliği WIFI özelliğinin bulunmasıdır. WPA/WPA2 protokollerini destekleyen WİFİ özelliği bulunmaktadır. Çalışma frekansı 2.4 GHz' dir. 802.11b/g/n standartlarını sağlar.

Modülün merkezinde, yongaların ESP32 serisine ait olan ESP32-D0WD yongası bulunur. Gömülü çip ölçeklenebilir ve uyarlanabilir olacak şekilde tasarlanmıştır. Bireysel olarak kontrol edilebilen iki CPU çekirdeği vardır ve CPU saat frekansı 80 MHz ile 240 MHz arasında ayarlanabilir. Dilerseniz CPU'yu kapatabilir ve çevre birimlerini eşiklerin değişmesi veya geçmesi için sürekli olarak izlemek adına düşük güçlü yardımcı işlemciden yararlanabilirsiniz. ESP32, kapasitif dokunmatik sensörler, Hall sensörleri,

SD kart arayüzü, Ethernet, yüksek hızlı SPI, UART, I²S ve I²C'den oluşan zengin bir çevre birimi setine sahiptir.

Bluetooth, Bluetooth LE ve WI-FI entegrasyonu, geniş bir uygulama yelpazesinin hedef alınabilmesini ve modülün her yönden gelmesini sağlar: WI-FI kullanımı, geniş bir fiziksel menzile izin verir ve bir WI-FI üzerinden internete doğrudan bağlantı sağlar. WI-FI yönlendirici, Bluetooth kullanırken, kullanıcının telefona rahatça bağlanmasına veya algılanması için düşük enerjili işaretler yayınlamasına olanak tanır. ESP32 çipinin uyku akımı 5 AA'dan düşüktür ve bu durum pille çalışan ve giyilebilir elektronik uygulamalar için uygundur. Modül, en geniş fiziksel menzili sağlamak için antende 150 Mbps'ye kadar veri hızını ve antende 20 dBm çıkış gücünü destekler. Bu şekilde modül, endüstri lideri özellikler, elektronik entegrasyon, aralık, güç tüketimi ve bağlantı için en iyi performansı sunar.

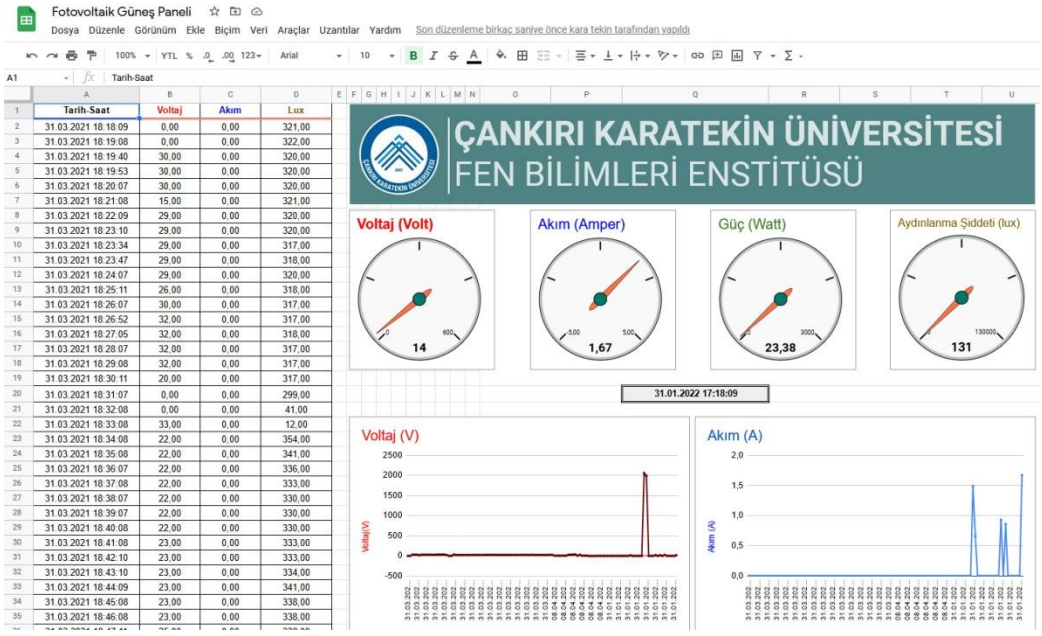
ESP32 için seçilen işletim sistemi LwIP'li freeRTOS'tur; Donanım ivmesi ile TLS 1.2 de yerleşiktir. Havadan güvenli (şifreli) (OTA) yükseltme de desteklenir, böylece kullanıcılar ürünlerini piyasaya sürdükten sonra bile minimum maliyet ve eforla yükseltebilirler (EMPASTORE 2021a).

6.2 Verilerin Google e-Tabloya Gönderilmesi

Veriler elde edilip işlendikten sonra kablosuz ağ aracılığıyla ESP32 üzerinden google E-tabloya gönderilmiştir. Google hesabı olan herkes e-tabloyu kullanabilmektedir. Google e-tablo oluşturulduktan sonra isim verme işlemi google hesabı açıldıktan sonra yapılabilmektedir.

Tasarlanan cihazdan veri alınabilmesi için e-tabloyu cihazımıza bağlanması gerekmektedir. Bunun için google script oluşturulup, tablo web de yayınlanmalıdır. Böylelikle tablo netten ulaşılabilir hale gelecektir. Google e-tablo için URL oluşacaktır. Arduino İDE derleyicisi ile oluşturulan koda URL kopyalanarak e-tablo verileri alabilecek hale gelmiştir. Veriler e-tablo da incelenebilir, analizi yapılabilir. E-tablodaki

değerlerin analizinin kolaylaştırılması, anlaşılabilirliğinin arttırılması amacıyla çeşitli görseller eklenmiştir (Şekil 6.9).



Şekil 6.9 Google e-tablo görüntüsü

6.3 Mikroişlemciye Yüklenecek Programın Oluşturulması

Arduino IDE kullanılarak gerekli olan program oluşturulmuştur. Program oluşturulmadan önce gerekli olan arduino kütüphaneleri eklenmiştir. Programın gerekli yerine hazırlanan kod eklenmiştir. Programın akış diyagramı aşağıda verilmiştir (Şekil 6.10). Arduino IDE ile oluşturulan program EK1'de verilmiştir.

6.4 Android Uygulamanın Oluşturulması

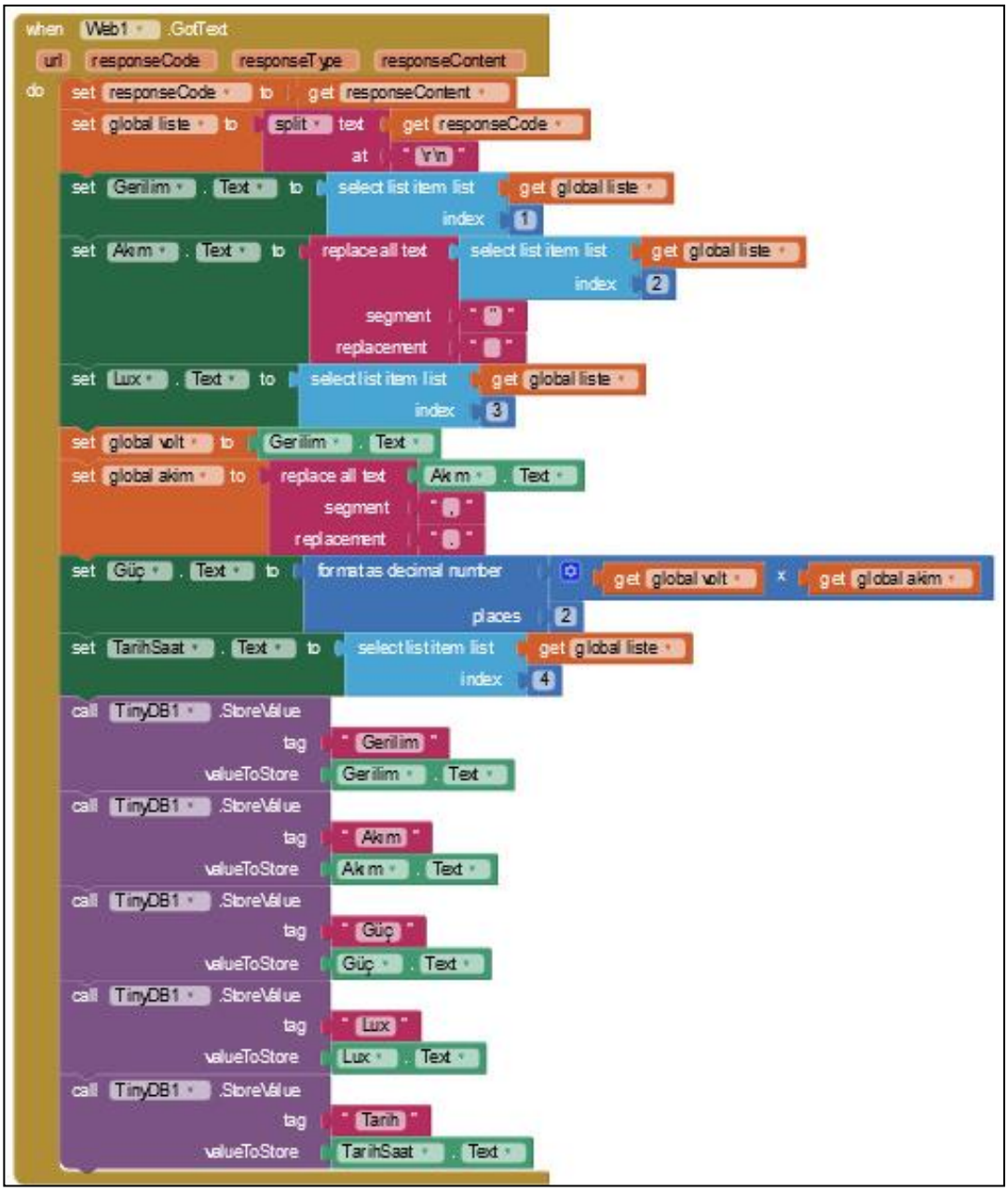
Teknolojik gelişmelere bağlı olarak cep telefonu kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. İnternet kullanımının da artması üzerine akıllı cep telefonlarından cihazların kontrol edilmesi çok tercih edilmektedir. Cihazların kontrol edilebilmesi için gerekli olan uygulamanın ilgili telefona yüklenmesi gerekmektedir.

Tasarlanan mobil uygulamanın oluşturulması için App Inverter programı kullanılmıştır. App Inverter, Google tarafından sunulmaktadır ve ücretsizdir. ESP32 tarafından gönderilen değerler e-tabloya işlendikten sonra android uygulama sayesinden telefondan görüntülenebilmektedir.

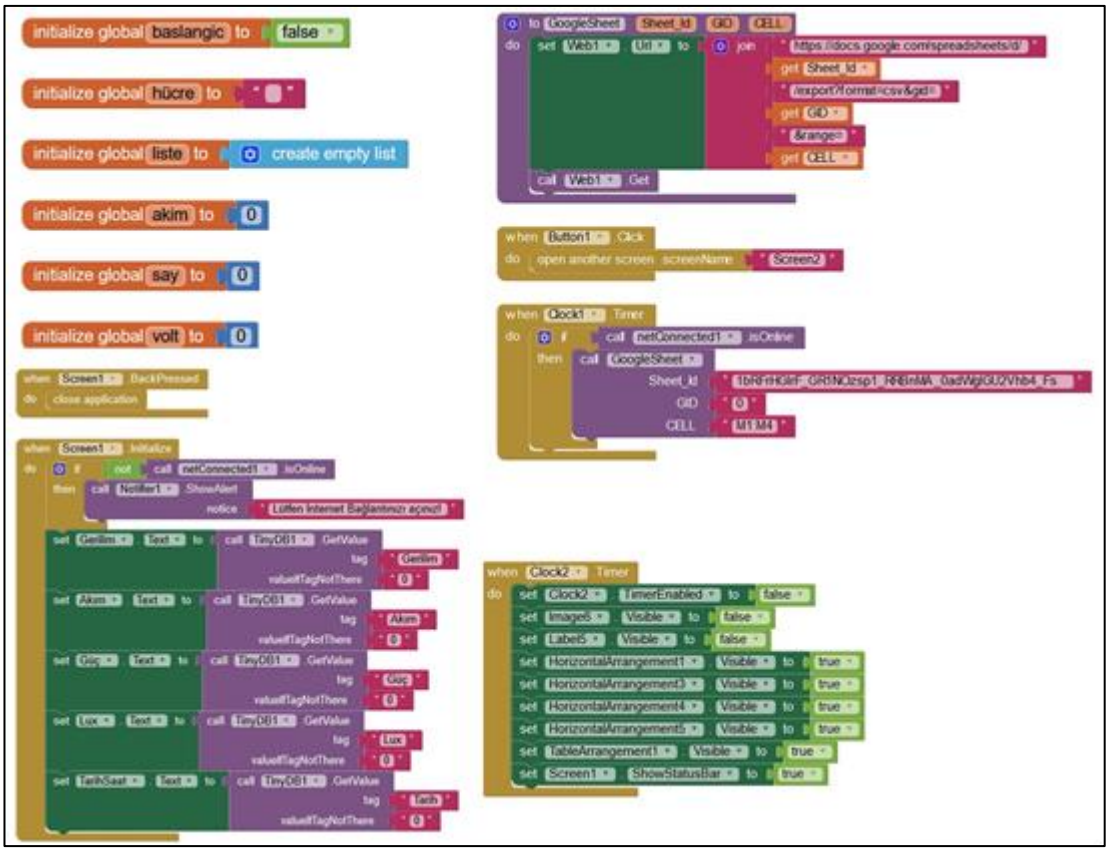
6.4.1 App inverter programının tanıtılması

App inverter programı google tarafından yapımına başlanmıştır. Sonrasında Massachusetts Institute of Technology (MIT) in geliştirdiği uygulama geliştiricidir. Uygulama tasarlamaya yeni başlayanlar için android destekli blok kodlama tekniğiyle uygulama tasarlamasına için vermektedir (Şekil 6.11). Yapboz şeklindeki yapısı sayesinde kolaylıkla uygulama yapılabilmektedir. İki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm, görselliğin oluşturulduğu bölümdür. İkinci bölümse ise bloklarla kodlama yapılmaktadır. Profesyonel uygulamalar için uygun değildir fakat çeşitli uygulamalar yapılabilir.

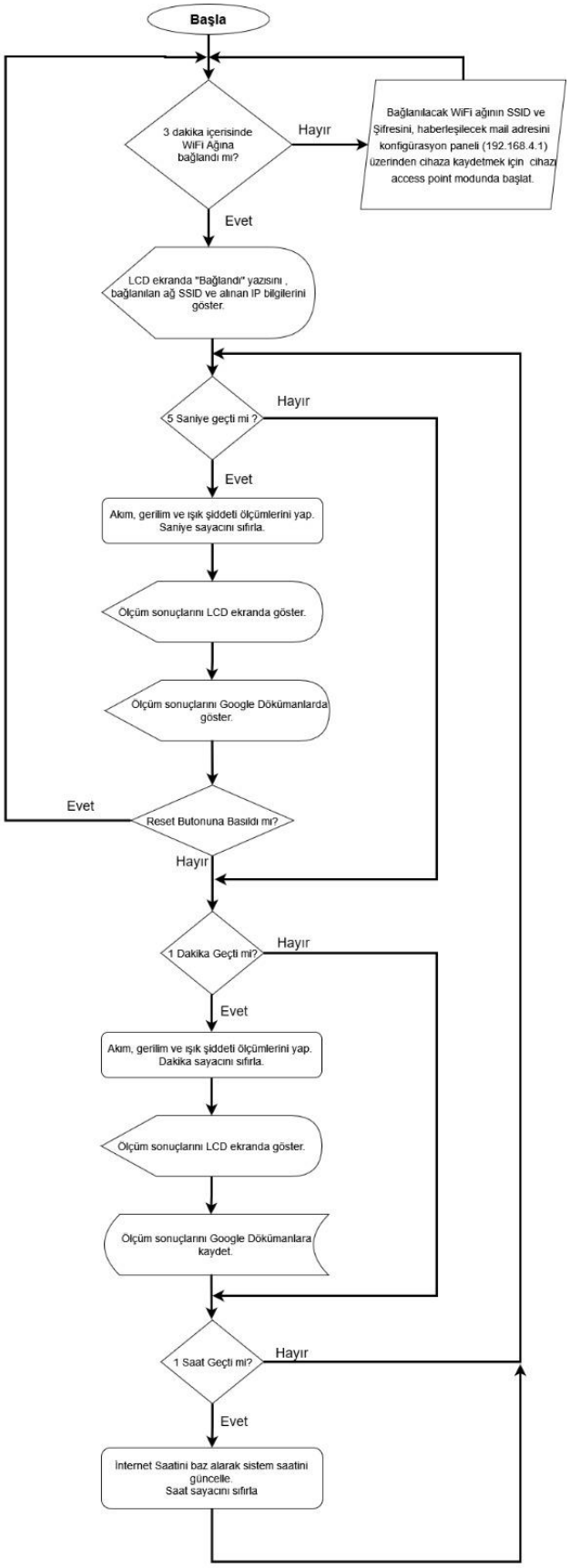
Google hesabıyla http://ai2.appinventor.mit.edu/ adresine giriş yapılıp, açılan sayfa da gerekli işlemler yapılarak uygulama oluşturulmuştur (Vikipedi2021a).



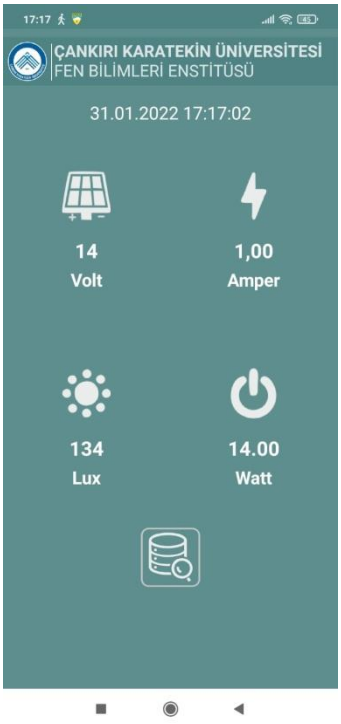
Şekil 6.4 Mobil uygulamanın blok kodları



Şekil 6.5 Mobil uygulamanın blok kodları



Şekil 6.12 Programın akış diyagramı



Şekil 6.6 Mobil uygulama ekran görüntüsü

Güneş enerjisi parametrelerinin online uzaktan ölçümünü yapan cihazımız 12V 500mA bir adaptör ile çalışmaktadır. Ölçülen güneş panelinin aydınlık, değeri paneller üzerinde bulunan akım ve gerilim değerlerini 10 saniyede google e-tabloya aktarmaktadır. Programımızın izlenimi sadece google e-tablo üzerinden olmayıp tüm değerleri izleyebileceğimiz bir android destekli telefonlara uyumlu mobil uygulaması mevcuttur. Aynı zamanda cihazın üzerinde bulunan LCD ekrandan da panelin aydınlık değeri, akım ve gerilimine de kolayca ulaşılabilmektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yenilebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisinin önemli bir yeri bulunmaktadır. Verimli kullanıldığında istenilen enerji kolaylıkla elde edilebilmektedir. Fotovoltaik paneller, güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirmek için en çok kullanılan yöntemdir. Güneş santrallerinde mevsimler, hava durumu ve bunun gibi sebeplere bağlı olarak dönüştürülen enerji miktarı sürekli değişmektedir. Parametrelerin anlık olarak izlenebilmesi verimlilik açısından çok önemlidir. Güneş enerji santralinde sürekli değişen değerlerin kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu durum ise enerji santralinde sürekli bulunulması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu zorunluluğu hem ortadan kaldırmak hem de parametreleri takibini gerçekleştirebilmek amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Uzaktan verilerin takip edilebilmesi için tasarlanan cihazda, ışık şiddeti, güç, akım ve gerilim değerlerinin ölçülüp, internet vasıtasıyla google e-tablo ya gönderilmiştir. Mobil uygulama sayesinde veriler cep telefonundan görüntülenebilmektedir. Böylelikle güneş enerji santralindeki değerler uzaktan izlenebilmektedir.

Yapılan bu devrenin geliştirilmesi adına paneller arası ışık şiddeti, akım veya gerilimi karşılaştırma yapılarak negatif yönlü eksiklikleri giderebilecek şekilde güneş açısı ayarlanarak daha fazla verim sağlanabilir. Tüm bu veriler data logger halinde kayıt altına alınarak mevsimsel veya dönemsel olarak bulunulan yerin güneş potansiyeli farkı izlenebilir. Her bir panele veya grup halinde panellere sensörler yerleştirilerek hata veren veya sistemi negatif yönde etkileyen panel veya panel grupları saptanarak o kısımda düzeltmelere gidilebilir. Tüm bu yapılabileceklerin yanı sıra sistemde yaşanabilecek negatif durumlara karşılık sistem uygulama üzerinden veya cep telefonu hattı üzerinden arama (geri dönüş) hatayı bildiren bir mesaj yollayabilir. Sistemde bulunmamamız halinde giderilen hataların düzeltilmesinde tekrardan sistemden gelen uyarı veya bilgilendirmeler ile hataların giderilip, giderilmediği sorgulanabilir.

KAYNAKLAR

Altın, M. 2005. Research on the architectural use of photovoltaic (PV) components in Turkey from the view point of building shape. Solar TR2016 Solar Conference and Exhibition, s. 37, İzmir.

Atmaca, M. 2014. Güneş enerjili sulamanın tarım sektöründe uygulaması. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 3(2),142-153.

Baş, H. 2016. Fotovoltaik sistemlerin performans değerlendirilmesi. Bitirme Tezi. Karabük Üniversitesi, 1. s, Karabük.

Bobat, A. ve Özdemir, N. 2016. Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikaları, yenilenebilir enerjide yeniden yapılanma. Electronic Journal of Vocational Colleges, 148-158.

Cihan, E. 2019. Yenilebilir enerji ve Türkiye'de güneş enerjisi. Yüksek Lisans Tezi. Hasan Kalyoncu Üniversitesi, 76. s, Gaziantep.

Çolak, M. 1997. Binalarda güneş pili uygulamaları. Güneş Mimarisi ve Güneş Enerjisi Sempozyumu, s. 57, Antalya.

Doğan, M. 2019a. Güneş enerjisi santrallerinin incelenmesi ve verimlilik analizi. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, 1. s, Sakarya.

Doğan, M. 2019b. Güneş enerjisi santrallerinin incelenmesi ve verimlilik analizi. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, 67. s, Sakarya.

Durgut, T. 2014. Güneş panel sistemi için farklı bir method geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, 9. s, Edirne.

EMPASTORE,2021a. Web sitesi. https://www.empastore.com/esp32-wifi-bt-ble-esp32-wroom-32d. Erişim Tarihi: 31.01.2022.

Elektrik Mühendisleri Odası (EMO). 2021. Web Sitesi. https://www.emo.org.tr/ekler/d787c069b9f2868_ek.pdf, Erişim Tarihi: 15.05.2021.

ENERJİBES, 2021. Web sitesi. https://www.enerjibes.com/gunes-enerjisinden-elektrik-uretimi. Erişim Tarihi: 25.05.2021.

Ersoy, B. 2013. Güneş santralleri için gerçek zamanlı uzaktan izleme sistemleri. EMO Dergisi, s.2, Denizli.

Gençoğlu, E. 2015. Güneş Pili ile çalışan su pompalama sisteminin tasarımı ve gerçekleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, s. 7, Elazığ.

Grover, S. 2007. Energy, economic, and environmental benefits of the Solar America Initiative No. ADJ-7-77253-01.

İnan, D. 2001. Geçmişten bugüne enerji kullanımı. Temiz Enerji Vakfı Yayınları, s.5, Ankara.

İnner, B. 2017. Güneş panelleri için Bluetooth tabanlı veri izleme sistemi. Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), s. 54, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

Kabalcı, Y. ve Kabalcı, E. 2017. Akıllı şebekeler için kablosuz enerji izleme sistemi tasarımı ve gerçekleştirilmesi. Fen Bilimleri Dergisi, 5(2), 137-145.

Kadıoğlu, S. 1996. Enerji kaynaklarının kullanımı ve çevreye etkileri. TMMOB 1. Enerji Sempozyumu, s. 56-60, Ankara.

Keremcili, 2021. Web sitesi. http://www.keremcilli.com/gunes-enerji-santrallerinde-izlemenin-onemi/. Erişim Tarihi: 17.05.2021.

Kocakuşak, R. 2018. Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin Türkiye'deki önemi ve GES kurulum araştırması. Yüksek Lisans Tezi. Maltepe Üniversitesi, 22. s, İstanbul.

Kökey, İ. 2013. Güneş enerji santrallerinin kurulumunda güneş ölçümünün önemi ve Türkiye'de yasal mevzuat. 8.Ulusal Ölçümbilim Kongresi, s. 32, Kocaeli.

Oktik, Ş. 2001. Güneş-elektrik dönüşümleri fotovoltaik güneş gözeleri ve güç sistemleri. Temiz Enerji Vakfı Yayınları, s.13, Ankara.

Özüpak, Y. 2016. Güneş santrallerinde verim arttırma teknikleri. Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi, s. 1, Malatya.

Parmaksız, H., Karanfil A., Özbay, H. ve Kesler, M. 2016. Farklı eğim açılarındaki fotovoltaik panellerin elektriksel ölçümlerinin Raspberry Pi ile izlenmesi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(2), 711-718.

Patel, R. 1999. Wind and solar power systems. CRC Press, s.54, Florida.

Pearsall, N.M. and Hill, R. 2001. Photovoltaics modules, system and applications, In: Clean Electricity From Photovoltaics, Archer, M.D. and Green, M.A. (eds), Imperial College, pp. 571-612, Sydney.

Resmi Gazete. 2012. Rüzgâr ve güneş enerjisine dayalı lisans başvuruları için yapılacak rüzgâr ve güneş ölçümleri uygulamalarına dair tebliğ, 10 Temmuz 2012 tarihli ve 28349 sayılı Resmî Gazete.

Sayın, S. 2006a. Yenilenebilir enerjinin ülkemiz yapı sektöründe kullanımının önemi ve yapılarda güneş enerjisinden yararlanma olanakları. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, s. 1, Konya.

Sayın, S. 2006b. Yenilenebilir enerjinin ülkemiz yapı sektöründe kullanımının önemi ve yapılarda güneş enerjisinden yararlanma olanakları. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, s. iii, Konya.

Şahan, M. 1996. Toplam ve ultraviole (UV) güneş enerjisi verilerinin ölçülmesi değerlendirilmesi ve değişiminin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, s. 43, Adana.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). 2021a. Web sitesi. https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-biyokutle. Erişim Tarihi: 03.05.2021.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). 2021b. Web sitesi. https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik, Erişim Tarihi: 03.05.2021.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). 2021c. Web sitesi. https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes, Erişim Tarihi: 03.05.2021.

Tuncay, R.N. 2003. Enerji ve doğal kaynaklar raporu. Vizyon 2023 Teknoloji Öngörü Projesi, TÜBİTAK, s. 34, Ankara.

Uçar, S. ve Kokulu N. 2018. Antalya bölgesinde yeni tasarlanacak binalarda güneş panellerinin kullanım potansiyelinin incelenmesi. 4. Ulusal Yapı Kongresi ve Sergisi Yapı Sektöründe Yenilikçi Yaklaşımlar, TMMOB Mimarlar Odası, 2 s., Antalya.

Uğurel, A. 2009. Temiz dünya rehberi. Güneş Enerjisi, s. 22, İstanbul.

VİKİPEDİ, 2021a. Web sitesi. https://tr.wikipedia.org/wiki/App_Inventor. Erişim Tarihi: 25.05.2021.

VİKİPEDİ, 2021b. Web sitesi. https://tr.wikipedia.org/wiki/Enerji. Erişim Tarihi: 25.05.2021.

WORLD WILDLIFE FOUNDATION (WWF). 2021. Web sitesi. https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/iklim_degisikligi_ve_enerji/yenilenebilirnerji_ve_enerjiverimliligi/kisakisayenilenebilirenerjikaynaklari/. Erişim Tarihi: 10.05.2021.

Yıldız, M. 2011. Yenilebilir enerji sistemleri için gerçek zamanlı benzetim ve izleme sistemi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, s. v, Ankara.

EKLER

EK1. Arduino IDE ile oluşturulan programın kodları

```
#include <TimeLib.h>

#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>                // Gerekli dosyalar programa dahil ediliyor.
#include <EasyNTPClient.h>
#include <WiFiUdp.h>
#include <WebServer.h>
#include <ESP32Ping.h>
#include <WiFiManager.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include "ESP32_MailClient.h"
#include "FS.h"
#include "SPIFFS.h"
SMTPData smtpData;
void sendCallback(SendStatus info);
File myFile;
bool shouldSaveConfig = false;
char eMail[40],eMail_Tmp[40];
```

```
String mailMessage;

byte twiceBlocker=0;

WiFiManager wifiManager;

const int rs = 5, en = 18, d4 = 19, d5 = 21, d6 = 23, d7 = 22;

LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

const char* ssid = "Maytere";                    //Kablosuz ağ SSID'si buraya yazılıyor.

const char* password = "10021985Elif";                  // Kablosuz ağ şifresi buraya
yazılıyor.

const char* host = "script.google.com";

const int httpsPort = 443;

WiFiUDP udp;

EasyNTPClient ntpClient(udp, "pool.ntp.org", (3 * 60 * 60)); // IST = GMT + 3:00

time_t UnixTarihSaat;

WiFiClientSecure client;

IPAddress gateway;

String GAS_ID = "AKfycbwE9uXInWRxnho_PeU4BMtGxEu5nS-
CCa7kmqs8ePDhZ7xdjiM0";  // Replace by your GAS service id

int lastOneSecond = 0;

int lastSecond = 0;

int lastMinute = 0;
```

```
int lastHour = 0;

byte resetSayac=0,dakikaSayac=0,saatSayac=0;

unsigned int ldrLux=0,lem=0, panelVolt;

float akim=0,lemVoltage;

unsigned int dizi[21],tmp,oku,top=0,ortalama;

const int diziboy=21;

void sendCallback(SendStatus msg){

  //Print the current status

Serial.println(msg.info());

//Do something when complete

  if (msg.success()){

Serial.println("----------------");}}

void emailGonder(){

  smtpData.setLogin("smtp.gmail.com", 465, "karatekinfenbilens@gmail.com",
"159357456852");

  smtpData.setSender("Güneş Paneli", "karatekinfenbilens@gmail.com");

smtpData.setSubject("Güneş Paneli Arızası");

smtpData.setMessage("Güneş paneli voltaj üretemiyor!", true);

  String rec=eMail_Tmp;

Serial.print(eMail_Tmp);
```

```
smtpData.addRecipient(rec);

smtpData.setSendCallback(sendCallback);

  //Start sending Email, can be set callback function to track the status

  if (!MailClient.sendMail(smtpData))

Serial.println("Error sending Email, " + MailClient.smtpErrorReason());

  //Clear all data from Email object to free memory

smtpData.empty();  }

void saveConfigCallback () {

Serial.println(F("Should save config"));

  shouldSaveConfig = true;}

void configModeCallback (WiFiManager *myWiFiManager)

{lcd.clear();

lcd.print("SETUP");  }

unsigned int medyan(int analogPin){

for(int i=0;i<diziboy;i++)// ortalama al (dizinin bütün elemanları 10 kez ortalamaları alınarak hesaplanır.

                    {for(int j=0;j<10;j++)  {

top+=analogRead(analogPin);

                                delay(1);   }

dizi[i]=(top/10);
```

```
top=0;}

   for(int k=0;k<diziboy;k++)

{            for(int li=0;li<(diziboy-(k+1));li++)

{  if(dizi[li]>dizi[li+1])

{ tmp=dizi[li+1];

dizi[li+1]=dizi[li];

dizi[li]=tmp;}}}

ortalama=(dizi[8]+dizi[9]+dizi[10]+dizi[11]+dizi[12])/5; // ortadaki 5 dizi elemanının ortalaması alınır ve medyan bulunur.

return ortalama;   }

void olcumleriYap()

{unsigned int ldrRawData = medyan(34);

  float ldrVoltage = (float)ldrRawData*0.000805;

  float resistorVoltage = 3.3 - ldrVoltage;

  float ldrResistance = (ldrVoltage/resistorVoltage) * 10;  // REF_RESISTANCE is 1 kohm

  ldrLux = 833/ldrResistance;

  if(ldrLux>95000)ldrLux=95000;

  int akimRawData= medyan(35);

  akimRawData-=1852;
```

```
  float akimVoltage=akimRawData*0.845;
akim=akimVoltage/55;
lem= medyan(32)-48;
  panelVolt=lem*1.392;
  if(panelVolt==0)
{   if(twiceBlocker==0)
{emailGonder();
        twiceBlocker=1;} }
Serial.println(panelVolt);
Serial.println(akim);
Serial.println(ldrLux);   }
void setup() {
  //ESP.reset();
Serial.begin(9600);
Serial.println();
lcd.begin(16, 2);
  lcd.print("Baglaniyor!...");
  pinMode(14,INPUT);
client.setInsecure();
```

```
wifiManager.setSaveConfigCallback(saveConfigCallback);
wifiManager.setAPCallback(configModeCallback);
wifiManager.setConfigPortalTimeout(180);
  WiFiManagerParameter custom_mail("mail", "E-mail Adresi", eMail, 40);
wifiManager.addParameter(&custom_mail);
  if(!wifiManager.autoConnect("Günes Paneli")) {
Serial.println("failed to connect and hit timeout");
    delay(3000);
    //reset and try again, or maybe put it to deep sleep
ESP.restart();
    delay(5000);}
  if(shouldSaveConfig) {
      String eMail=custom_mail.getValue();
SPIFFS.begin();
      myFile = SPIFFS.open("/EMail.txt", "w");
myFile.seek(0, SeekSet);
myFile.println(eMail);
myFile.close();}
SPIFFS.begin();
```

```
  myFile = SPIFFS.open("/EMail.txt", "r");
myFile.seek(0,SeekSet);
  byte readSayac=0;
  while(myFile.available())
 { char cr=myFile.read();
        if(cr=='\r'){
break; }
else {
eMail_Tmp[readSayac]=cr;
         readSayac++;} }
Serial.print(eMail_Tmp);
  //Program buraya geçtiyse bağlantı sağlanmış demektir.
Serial.println("");                    //Bir alt satıra geçiliyor.
  Serial.println("Bağlantı sağlandı..");     //seri ekrana bağlantının kurulduğu bilgisi gönderiliyor.
Serial.print("Bağlanılan ağ= ");
Serial.println(ssid);                    //Bağlanılmış olan ssid ve alınan IP adresi ekrana yazdırılıyor.
Serial.print("Alınan IP addresi: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
```

```
  gateway = WiFi.gatewayIP();
lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Baglandi!...");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(WiFi.localIP());
  getDate();
  olcumleriYap();
  sendData(panelVolt,akim,ldrLux);
  delay(5000);}
void loop(void){
 if (abs((int)second() - lastOneSecond) >= 1) // 1 saniyede bir gerçekleşen event {
lastOneSecond=(int)second();}
  if (abs((int)hour() - lastHour) >= 1) // 1 saatte bir gerçekleşen event{
    saatSayac++;
    twiceBlocker=0;
    getDate();
    lastHour = (int)hour();}
  if (abs((int)minute() - lastMinute) >= 1) // 1 dakikada bir gerçekleşen event{
   // dakikaSayac++;
   // if(dakikaSayac>=15) // {
```

```
      checkConnection();
      olcumleriYap();
      ekraniGuncelle();
      sendData(panelVolt,akim,ldrLux); //}
   lastMinute=(int)minute();}
 if (abs((int)second() - lastSecond) >= 5) // 5 saniyede bir gerçekleşen event{
   if(digitalRead(14)){
lcd.setCursor(0,0);
lcd.clear();
lcd.print("RESET");
     resetSayac++;
     if(resetSayac==2) {
wifiManager.resetSettings();
ESP.restart();      }}
else resetSayac=0;
   olcumleriYap();
   ekraniGuncelle();
   sendAnlikData(panelVolt,akim,ldrLux);
   lastSecond = (int)second();
```

```
    delay(300);    }  }
void getDate(){
  while(year()<2020){
Serial.println("Tarih hata");
     UnixTarihSaat = ntpClient.getUnixTime();
     setTime(UnixTarihSaat); }}
void checkConnection(){
Serial.print("Modeme Ping atılıyor...");
  bool ret = Ping.ping(gateway);
Serial.println(ret);
  if(!ret)         {
Serial.println("Restart");
ESP.restart();    } }
void sendData(int x, float y,int z)
Serial.print("connecting to ");  {
Serial.println(host);
  if (!client.connect(host, httpsPort)) {
Serial.println("connection failed");
    return;}
```

```
  int ival = (int)y;
  int frac = (abs(y) - abs(ival)) * 100;
  String ondalik;
  String tam;
if(y<0)tam='-';
tam+=abs(ival);
ondalik+=String(frac);
  if (frac < 10) ondalik="00";
  String string_x     =  String(x);
  String string_y     =  tam+','+ondalik;
  String string_z     =  String(z);
  String url = "/macros/s/" + GAS_ID + "/exec?voltaj=" + string_x + "&akim=" + string_y + "&lumen=" + string_z;
Serial.print("requesting URL: ");
Serial.println(url);
client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +
        "Host: " + host + "\r\n" +
        "User-Agent: BuildFailureDetectorESP8266\r\n" + "Connection: close\r\n\r\n");Serial.println("request sent");
  while (client.connected()) {
```

```
  String line = client.readStringUntil('\n');
  if (line == "\r") {
Serial.println("headers received");
break;   }  }
  String line = client.readStringUntil('\n');
  if (line.startsWith("{\"state\":\"success\"")) {
Serial.println("esp8266/Arduino CI successfull!");
  } else {Serial.println("esp8266/Arduino CI has failed");}
Serial.println("reply was:");
Serial.println("==========");
Serial.println(line);
Serial.println("==========");
Serial.println("closing connection");
client.stop();  }
void sendAnlikData(int x, int y,int z){
Serial.print("connecting to ");
Serial.println(host);
  if (!client.connect(host, httpsPort)) {
Serial.println("connection failed");
```

```
    return;}
int ival = (int)y;
  int frac = (abs(y) - abs(ival)) * 100;
  String ondalik;
  String tam;
  if(y<0)tam='-';
tam+=abs(ival);
  ondalik+=String(frac);
  if (frac < 10) ondalik="00";
  String string_x     =  String(x);
  String string_y     =  tam+','+ondalik;
  String string_z     =  String(z);
  String url = "/macros/s/" + GAS_ID + "/exec?anlikvoltaj=" + string_x +
"&anlikakim=" + string_y + "&anliklumen=" + string_z;
Serial.print("requesting URL: ");
Serial.println(url);
  client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +
         "Host: " + host + "\r\n" +
         "User-Agent: BuildFailureDetectorESP8266\r\n" +
         "Connection: close\r\n\r\n");
```

```
Serial.println("request sent");
  while (client.connected()) {
  String line = client.readStringUntil('\n');
  if (line == "\r") {
Serial.println("headers received");
break; }  }
  String line = client.readStringUntil('\n');
  if (line.startsWith("{\"state\":\"success\"")) {
Serial.println("esp8266/Arduino CI successfull!");
  } else {Serial.println("esp8266/Arduino CI has failed");  }
Serial.println("reply was:");
Serial.println("==========");
Serial.println(line);
Serial.println("==========");
Serial.println("closing connection");
client.stop();  }
void ekraniGuncelle(){
float akimDisp;
lcd.clear();
```

```
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(panelVolt);lcd.print(" V");
lcd.setCursor(10,0);
 if(akim<0.1)akimDisp=0.00;
else akimDisp=akim;
lcd.print(akimDisp);lcd.print(" A");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(ldrLux);lcd.print(" lux");
lcd.setCursor(10,1);
 int guc=akimDisp*lemVoltage;
lcd.print(guc);lcd.print(" W");  }
```

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Yakup KIR

Eğitim

Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı	2020-Halen
Lisans	Doğu Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik- Elektronik Mühendisliği Bölümü	2006-2011
Ön Lisans	Selçuk Üniversitesi Ereğli Kemal Akman Meslek Yüksek Okulu Elektrik- Elektronik Bölümü	2003-2006

İş Deneyimi

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2014-Halen	ÖZKIR 1 Mühendislik Ltd. Şti.	Elk-Elt. Müh.

Akademik Aktiviteler

1. Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi 2021, 4(1): 46-52