



**T.C.**  
**GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**Bilgisayar Mühendisliği Bölümü**

GTÜ BİL MUH BİL 496  
SOLAR PANEL POSITIONING

DENİZ BABAT  
131044013

Danışman  
Dr. Gökhan Kaya

Ocak, 2019  
Gebze, KOCAELİ



**T.C.**  
**GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**Bilgisayar Mühendisliği Bölümü**

GTÜ BİL MUH BİL 496  
SOLAR PANEL POSITIONING

DENİZ BABAT  
131044013

Danışman  
Dr. Gökhan Kaya

Ocak, 2019  
Gebze, KOCAELİ



Bu çalışma 4/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bilgisayar Mühendisliği Bölümünde Lisans Bitirme Projesi olarak kabul edilmiştir.

Bitirme Projesi Jürisi

Danışman Adı	Dr. Gökhan KAYA	
Üniversite	Gebze Teknik Üniversitesi	
Fakülte	Mühendislik Fakültesi	

Danışman Adı	Prof. Dr. Mehmet GÖKTÜRK	
Üniversite	Gebze Teknik Üniversitesi	
Fakülte	Mühendislik Fakültesi	

## **ÖNSÖZ**

Bu raporun ilk taslaklarının hazırlanmasında emeği geçenlere, raporun son halini almasında yol gösterici olan Sayın Dr. Gökha Kaya hocama ve bu çalışmayı destekleyen Gebze Teknik Üniversitesi'ne içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca eğitimim süresince bana her konuda tam destek veren aileme ve bana hayatlarıyla örnek olan tüm hocalarıma saygı ve sevgilerimi sunarım.

**Ocak,2019**

**Deniz**

**BABAT**

## Contents

ÖNSÖZ.....	ii
ŞEKİL LİSTESİ .....	iv
KISALTMA LİSTESİ.....	v
ÖZET.....	1
1 GİRİŞ .....	3
2 ARKA PLAN.....	4
2.1 DONANIM MODÜLÜ .....	6
2.2 ÖLÜ HÜCRE TESPİTİ .....	8
2.3 ARAYÜZ.....	9
2.4 MODÜLLER ARASI HABERLEŞME .....	11
3 YÖNTEM .....	12
4 DENEYİMLER.....	14
4.1 GÜNEŞ PANELLERİ .....	14
4.1.1 V-I Karakteristiği .....	14
4.1.2 Open Circuit Voltage (Voc) .....	15
4.1.3 Maximum Power Point (Pm / Wp) .....	15
4.1.4 Güneş Paneli Verimliliği.....	15
4.1.5 Güneş Pili Sayısı .....	15
4.2 ÖLÜ HÜCRE MATRİKSİ .....	17
5 SONUÇLAR.....	19
KAYNAKLAR.....	20

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Tasarlanan Çift Eksenli Fotovoltaik.....	4
Şekil 2: Arazyüz tasarımı .....	5
Şekil 3: Donanım Devresi.....	6
Şekil 4: Sistem devresinin kontrol akış şeması .....	7
Şekil 5: Sistem devresinin voltaj ve amper bilgisinin akışı.....	8
Şekil 6: Sistemde kullanılan ölü hücre tespiti için kurulan devre sistemi.....	8
Şekil 7: Numaralandırılmış Arayüz.....	9
Şekil 8: sistem bilgisi için haberleşme şeması .....	11
Şekil 9: sistemi kontrol etmek için haberleşme şeması.....	11
Şekil 10: Aktif ve pasif güneş sistemleri .....	13
Şekil 11: kullanılan Güneş paneli sistemi.....	13
Şekil 12: Ölü Hücre Matrixi.....	17
Şekil 13: Arayüz matriksi.....	18

## KISALTMA LİSTESİ

**LDR** : Light Dependet Resistance(Işık sensörü)

**vb.** : ve benzeri

**Voc** : Açık Devre Voltajı

**Pm/Wp** : Maksimum Güç Noktası





## ÖZET

Bu çalışmada, günümüzde sürekli olarak artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek, güneş panelleri kullanılarak maksimum düzeyde güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretilmek ve panel içinde ölen herhangi bir hücreyi tespit etmek ve panel maliyetini en aza indirmektir. Kullanılan metod, servo motorlar kullanılarak otomatik veya manuel olarak panellerin üstüne oturtulduğu yüzey alanın güneş doğru döndürülmesi ve maksimum enerjinin elde edilmesidir. Elde edilen voltaj ve amper anlık olarak yazılan arayüzde bir grafikte gösterilmektedir. Ölen her hücre için arayüze gönderilen bir sinyal aracılığıyla anlık hücre durumu tespit edilir ve ölen yaşayan hücrelerin hepsi arayüzde gösterilir. Yapılan donanım her an için güneş takip ediyor, güneş açısı, üretilen voltaj, amper bilgisini arayüze gönderildi ve ölen ve yaşayan bütün celleri arayüzden takip edilebilir. Bu teknik güneşten enerji en verimli şekilde enerji üretilmesi, takip edilmesi ve panel bakımının en aza indirilmesi için etkili bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Bu projede panel bakımın en aza indirilmesi için bir devre sistemi önerilmiştir.

## **SUMMARY**

In this study, to meet the ever increasing energy need, to produce electricity from solar energy at maximum level by using solar panels and to detect any cell that dies within the panel and to minimize panel costs. The method used is to rotate the surface area where the panels are placed on top of the panels automatically or manually by using servo motors and achieve maximum energy. The resulting voltage and amperes are displayed in a graph in the instant written interface. The instantaneous cell status is detected by a signal sent to the interface for each dying cell, and all of the dead living cells are shown in the interface. The hardware is followed by the sun at any moment, the sun angle, the voltage produced, the amperage information sent to the interface and all the dead and living cell can be monitored from the interface. This technique has been shown to be an effective method for generating energy from the sun in the most efficient way and for minimizing panel maintenance. In this project, a circuit system has been proposed to minimize panel maintenance.

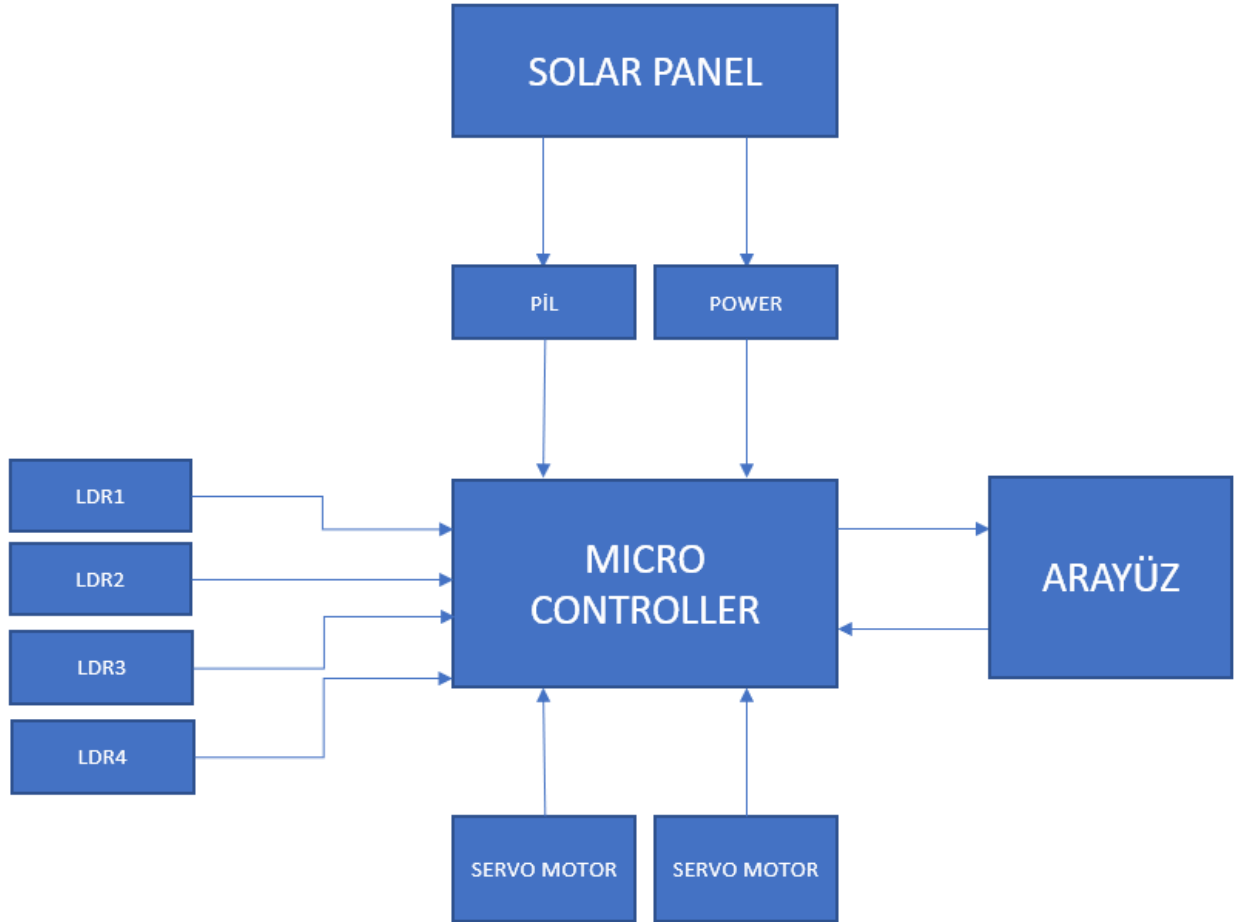
# 1 GİRİŞ

Almanya'nın kurulu fotovoltaik (FV) güç santrali kapasitesi 2015 yılı itibariyle ülkemizden yaklaşık 150 kat daha fazladır ve FV santrallerden yılda elde ettiği 38.432 GWh'lık enerji elektrik tüketiminin %5,4'ünü karşılamaktadır. Aynı dönemde ülkemizde FV santrallerden 194,1 GWh elektrik enerjisi elde edilmiş ve tüketimimizin sadece %0,07'sini karşılamıştır. Eğer Almanya'daki FV santraller ülkemizde kurulu olmuş olsa idi, ülkemizin Almanya'dan yaklaşık 1,5 kat daha fazla güneş enerjisi potansiyeli olduğunu kabul edersek elektrik tüketimimizin yaklaşık %21,6'sını karşılayabilirdi. Görüleceği üzere FV güç santrallerinin ülkemizde ciddi bir enerji potansiyeli vardır ve bunun sonucu olarak son yıllarda ülkemizde Güneş Enerjisi Santrali (GES) kurulumu ivme kazanmıştır. Maksimum faydayı sağlayabilmek için bu santrallerin mümkün olan en yüksek verimde çalışacak şekilde ve performansı etkileyen faktörler dikkate alınarak tasarlanması gereklidir.[1] Güneş panelleri havanın bulutlu olduğu günlerde bile enerji üretme kabiliyetine sahiptir. Hatta evdeki ampulden enerji üretilir ve sürekli yanan ampulden tekrar elektrik enerjisi üretebilirsiniz. Tüm bu imkanlar ve büyük çapta talep edilen enerji ihtiyacı varken diğer ülkelerden bu kadar önem verilerek yatırım yapılırken güneş panelleri kurulmalı ve panellerin maksimum enerji üretilmesi için gereken çalışma yapılmalıdır. Bu projede bu vizyon takip edilerek, prototip amaçlı ama gerçeği ile birebir olan bir sistem kuruldu. Bu sistem de ayrıca panel bakımına önem verildi. Böylece panelde oluşacak bozulmalar tespit edilecek. Kısmen ölen hücreler tespit edilecek ve bir panelin sadece ölen hücreleri değiştirilmesi sağlanacak. Bu özelliğin kazandırılması ile bir panelin ömrünün 20 yıldan daha fazla bir sürede aynı verimlilikle enerji üretilmesi sağlanacaktır. Böylece üretim maksimum, bakım ise minimum düzeyde tutulması sağlanacaktır. Doanıza kazandırılan iki eksenli hareket sayesinde ülkede güneş enerjisinden üretilen enerjinin yüzde 20 düzeylerine çıkarılması mümkündür. Projede tasarlanan doanınızda panel otomatik olarak güneşe yönelmesi ve açısını güneşten gelen ışığa dik olacak şekilde ayarlamaya çalışır. Böylece tek eksenli bir panele göre yüzde üretilen elektrik enerjisinde %35 ile %55'e varan artışlar görülebilmektedir.

## 2 ARKA PLAN

Bu çalışmada tasarlanan çift eksenli fotovoltaik sistemin en önemli özelliği, güneş panellerini taşıyan sistemi hareket ettirerek güneşe yönelmelerini sağlamasıdır. Böylece sistem elektrik üretimini maksimuma getirmektedir. Tasarımı ve arayüzü yapılan sistemin bu yeteneği sayesinde güneş ışınlarından maksimum düzeyde yararlanılmakta ve güneş enerjisi verimli bir şekilde kullanılmaktadır.

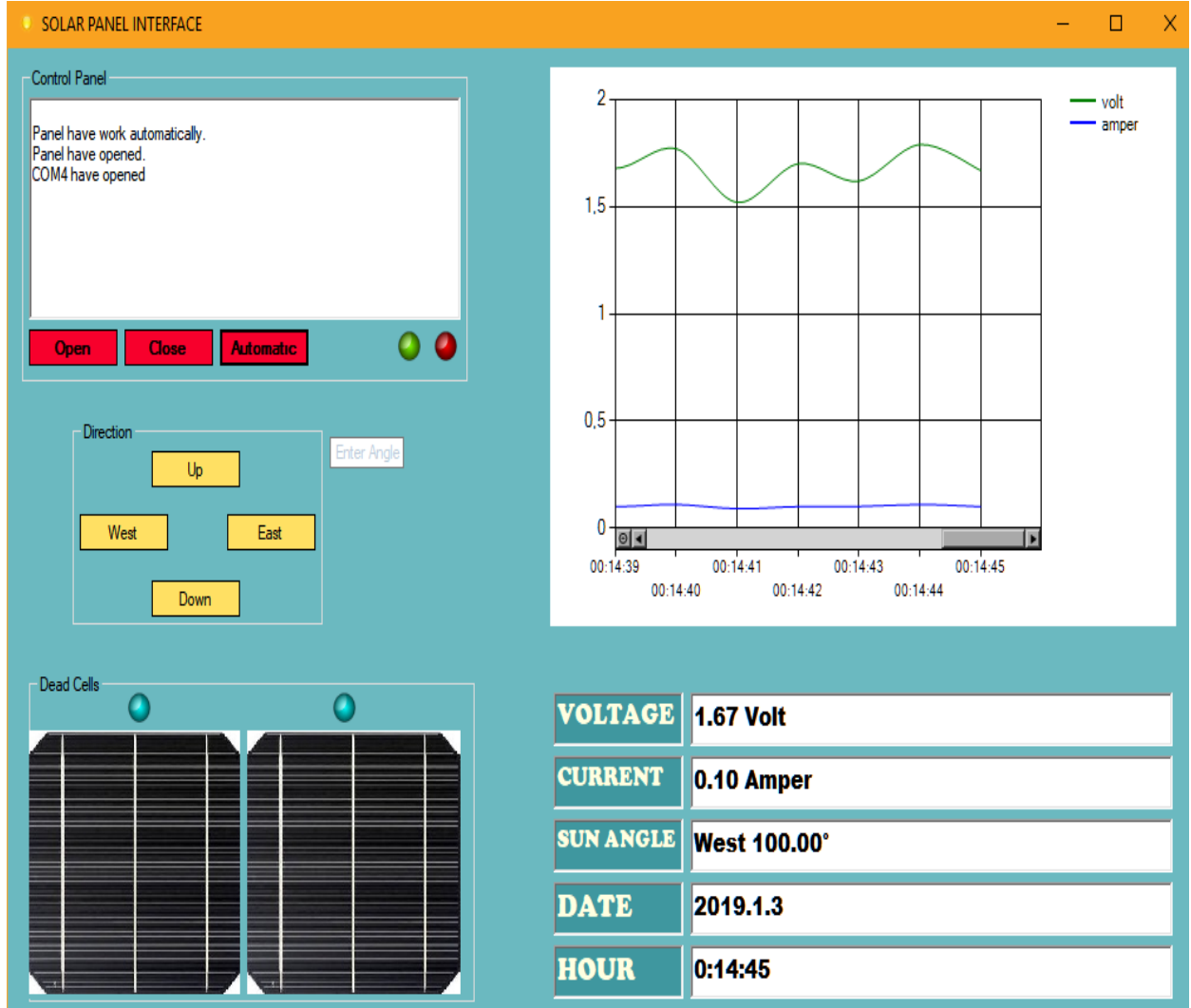
Çift eksenli fotovoltaik sistemin prensip şeması Şekil 1’de verilmiştir. Sistemin güneşi izleyebilmesi için ilk olarak güneşin konumunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu işlemi gerçekleştirebilmek için sistemde güneş algılama elemanları kullanılmaktadır. Sistemin denetim algoritması merkezi kontrol ünitesi vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Fotovoltaik sistemin çift eksenli hareketi ise sistemde bulunan doğu-batı ve kuzey-güney motorları ile sağlanmaktadır.[2]



Şekil 1: Tasarlanan Çift Eksenli Fotovoltaik

Elde edilen enerji pilde depolanmaktadır. Projede iki adet güneş paneli kullanıldığı için sistemin kendini beslemesi mümkün olmamaktadır. Fakat oluşturulacak büyük sistemlerde, sistem kendi motorlarını ürettiği elektririk enerjisi ile besleyebilir. Böylece şebekeden motorlar elektrik enerjisinin alınmasına gerek kalmaz.

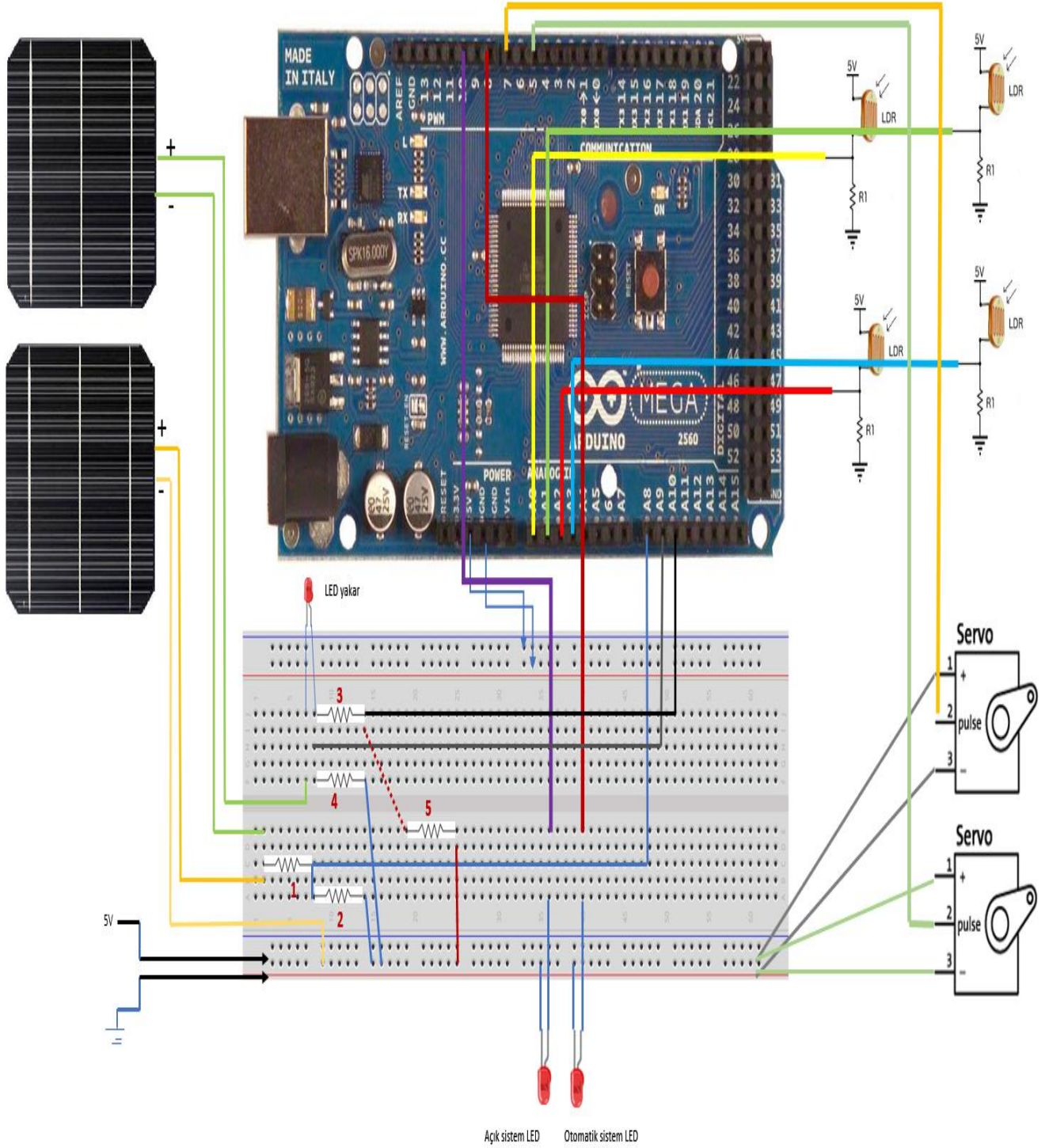
Sistemin kontrol edildiği ve sistemden alınan verilerin grafikte gösterildiği bir arayüz Şekil 2’de verilmiştir. Arayüz sayesinde sisteme istenilen komutlar; otomatik çalışması, yön ve açı değişimi vb. komutlar verelebilmektedir.



Şekil 2: Arazyüz tasarımı

## 2.1 DONANIM MODÜLÜ

Sistem için oluşturulan donanım devresi aşağıdadır.



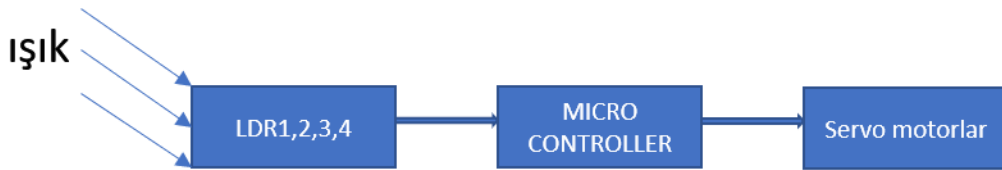
Şekil 3: Donanım Devresi

**Yukarıda oluşturulan devrede kullanılan devre elemanları aşağıda bulunmaktadır.**

- 1) Arduino Mega
- 2) Bread board
- 3) 2 x adet Polykristal Silikon Güneş Pili
- 4) 4 x adet LDR ışık sensörü
- 5) Arduino MEGA mikro kontrollör
- 6) 3 x adet LED lamba
- 7) 2 x adet servo motor
- 8) Jumper
- 9) Dirençler

Yukarıda verilen parçalardan oluşan devremiz karmaşık gözüküyor olabilir. Fakat devreyi anlattıktan sonra anlaşılacağını düşünüyorum.

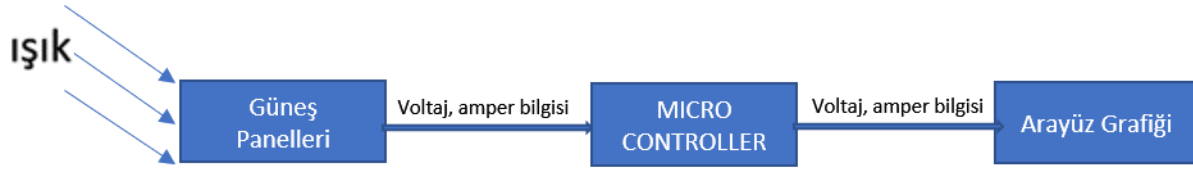
Devrede Eğer bir şema üzerinde anlatacak olursak aşağıdaki gibi olur. Güneş'ten yada ışık kaynağında gelen ışık LDR sensörlerini uyarır. LDR sensörlerinden alınan değerler geliştirilen algoritma aracılığıyla, ışığın geldiği yön ve açı hesaplanır. Hesaplanan bu açı ve yön bilgisi servo motorlara gönderilir. Servo motorlar aldıkları bu açı bilgisi ile platformu ışığa doğru çevirir. Böylece elde edilecek enerji maksimum düzeye ulaşır. Aşağıda şekil 4'te akış şeması çizilmiştir.



**Şekil 4: Sistem devresinin kontrol akış şeması**

Panellerden alınan voltaj ve amper bilgisi micro kontrollör üzerinden arayüze gönderilerek burada grafikte amper ve voltaj bilgisi çizilir. Aşağıda şekil 5'te bir akışı gösteren bir şema çizilmiştir.



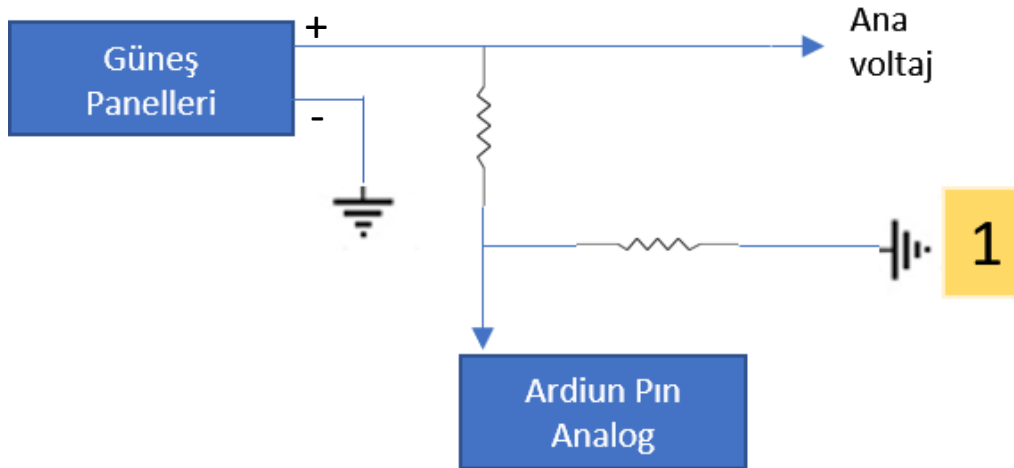


**Şekil 5: Sistem devresinin voltaj ve amper bilgisinin akışı**

Yukarıda anlatılan şemalar sistemin nasıl çalıştığını özetlemektedir. Devrede kullanılan dirençler maksimum optimizasyon sağlamadığı için voltaj ve amper kayıpları yaşanmaktadır. Fakat bu değerler hem küçük olduğu için hemde proje prototip niteliği taşıdığı için bu kayıplar ihmal edilmiştir. Panelleriden elde edilen voltaj değeri teoride 12 Volt olması gerekirken, uygulamada fener ışığında elde edilen maksimum voltaj değeri 8.11 volt olarak ölçülmüştür. Bu değer güneş ışığında yaklaşık olarak 10 volt değerine ulaşması beklenmektedir. Enerji verimliliğinin düşmesinin diğer bir sebebi ise ölü hücre tespitini sağlamak için küçük değerler de olsa bile panellerden ayrı ayrı voltaj değerinin okunmasıdır. Bu da doğal olarak voltaj ve akımın bölünmesi ve sonuç olarak elde edilecek gücün düşmesine neden olmuştur.[5,6,7,8]

## 2.2 ÖLÜ HÜCRE TESPİTİ

Ölü hücre tespiti yapmak tamamen panelinde oluşan hasarlar yüzünde artan maliyeti en aza için düşünülen bir fikir ve gerçekleştirilen bir çalışmadır. Ölü hücreleri tespit etmek için her bir hücreye bağlanan çok büyük dirençler sayesinde alınan küçük akımların sürekli olarak kontrol edilmesi ile hücrenin enerji ürettiği ürettiği bilgisini kontrol eden bir mekanizmadır. Bu mekanizma da arayüzde gösterilen hücre matrisinde hücrelerin canlı olma durumları simüle edilmiştir. Aşağıda şekil 6'da bir akış Şeması çizilmiştir.

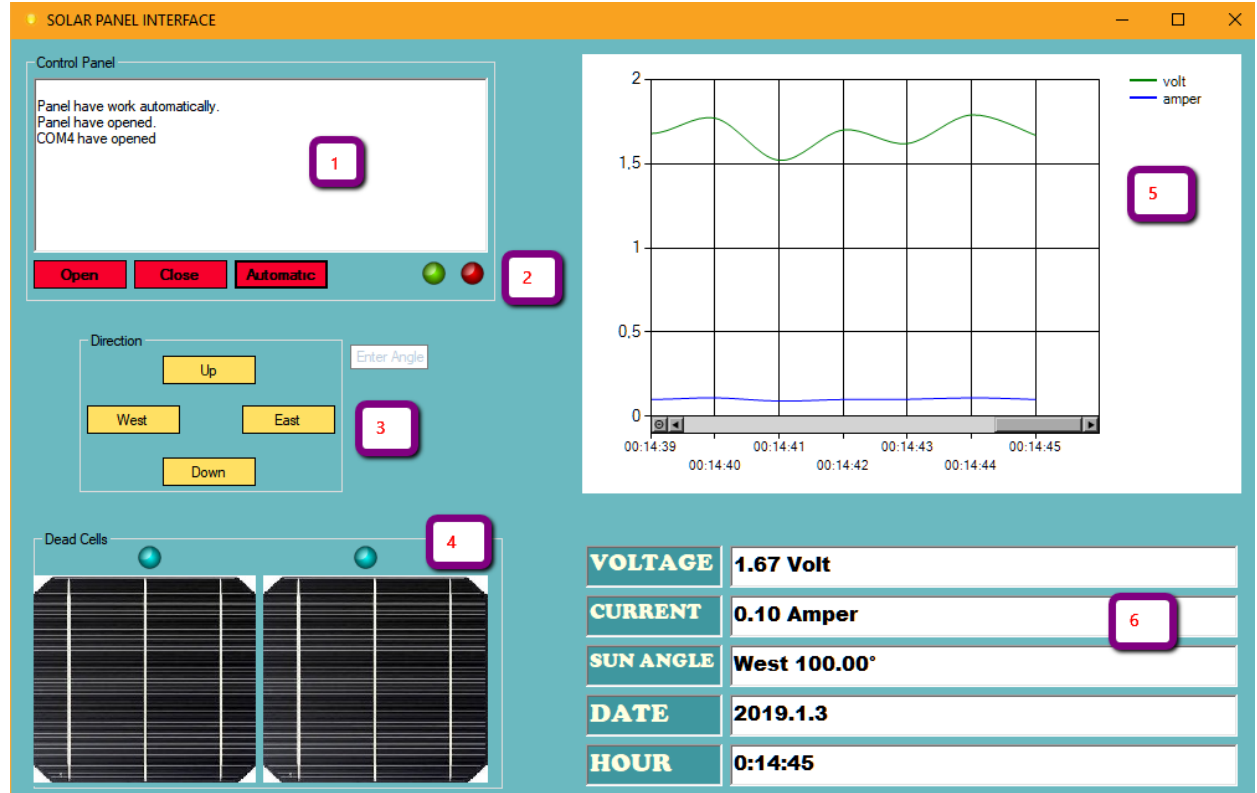


**Şekil 6: Sistemde kullanılan ölü hücre tespiti için kurulan devre sistemi**

Yukarıda şekil 6’da sari 1 olarak numaralandırılmış topraklamanın amacı, güneş panelinde hücre öldükten sonra bile mikrokontroller’in analog sinyal girişinde rastgele değer okunmaktadır. Buna elektronik dilinde parazit adı verilir. Bu parazitin engellemek için, hücre öldükten sonra kontrol girişine akım gitmeyeceği için pin topraklama sayesinde sıfırlanır. Bundan sonra analog pinden sürekli olarak sıfır değeri okunur. Böylece ölü hücre tespiti sağlanmış olur. Şekil 3’te donanım devresinde kullanılan 2 ve 5 numaralı dirençler bu amaç ile kullanılmıştır.[8]

## 2.3 ARAYÜZ

Arayüzde geliştirmenin temel amacı sistemden üretilen voltaj, akımın ve panel bakımını takip edilmesi ve istatistikler yapılabilmesi için tasarlanmış ve yapılmıştır.



Şekil 7: Numaralandırılmış Arayüz

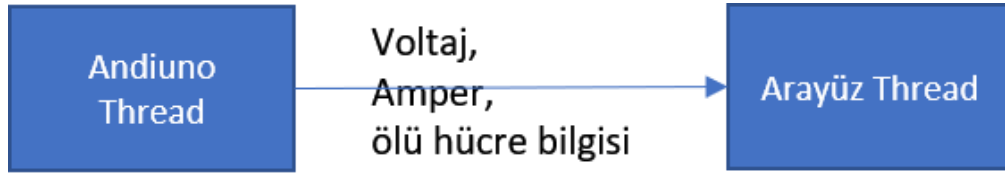
Yukarıdaki şekil 5’te numaralandırılmış kısımların açıklamaları aşağıdadır.

1. 1 numaralı kısım kontrol ekranıdır. Bu ekranda donanım sistemine gönderilen alınan ve uygulanan komutlar gösterilmektedir. Böylece donanımın en son hangi aksiyonu alındığı görülebilir.
2. 2 numaralı kısımda paneli açma, kapatma ve otomatik çalışma komutları gönderilebilir. Açma, kapama ve otomatik çalışma modları için 2 numaralı kısımda LED bildirimleri de mevcuttur.
3. 3 numaralı kısımda panel manuel olarak yön ve açı sağlanır. “Enter Angle” EditBox’a istenilen açı değeri girilir ve panel istenilen açı ve yön sağlanır.
4. 4 numaralı kısımda ölü ya da yaşayan hücrelerin bilgisi gösterilmektedir. Eğer hücre yaşıyorsa LED’i yanacaktır. Eğer hücre ölü ise LED’i sönük olacaktır.
5. 5 numaralı kısımda güneş paneli hücrelerinde alınan toplam voltaj ve amper bilgisi grafikte çizilir. Grafikte akışkandır. Eğer en baştan alınan voltaj ve amper bilgisi görülmesi istenirse grafiğe iki defa tıklanması yeterdir, tekrar geri dönmek için yine iki defa tıklanmalıdır.
6. 6 numaralı kısımda anlık voltaj, amper ve güneş açısı bilgisi gösterilmektedir. Ek olarak tarih ve saat bilgiside bu panelde görülmektedir.

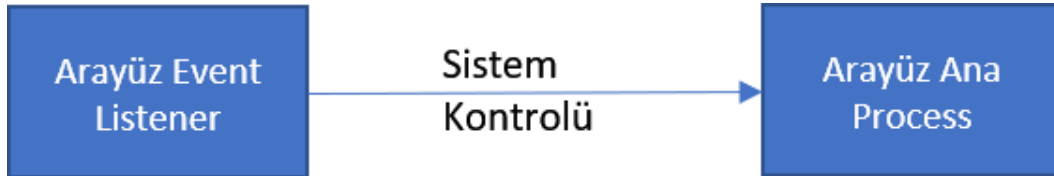
Arayüz, C# dilinde yazılmıştır. [9,10,11]

## 2.4 MODÜLLER ARASI HABERLEŞME

Doanım ve arayüz arasında haberleşme serial port üzerinde gerçekleşmektedir. Haberleşme Ardiuno da yazılan bir thread ve C#'ta yazılan diğer thread üzerinde her saniye için veri akışı sağlanarak haberleşme sağlanmaktadır. Fakat komutlar Buton eventlistener'lar ile Ardunio da ana process arasında gerçekleşir. Aşağıda şekil 8 ve 9'da haberleşme şemaları gösterilmiştir.[12]



Şekil 8: sistem bilgisi için haberleşme şeması



Şekil 9: sistemi kontrol etmek için haberleşme şeması

### 3 YÖNTEM

Güneş panellerinden elektrik enerjisinin üretilmesi farklı sistemler kullanılmaktadır. Bunlar pasif ve aktif sistemler olarak ikiye ayrılmaktadır.

#### PASİF SİSTEMLER

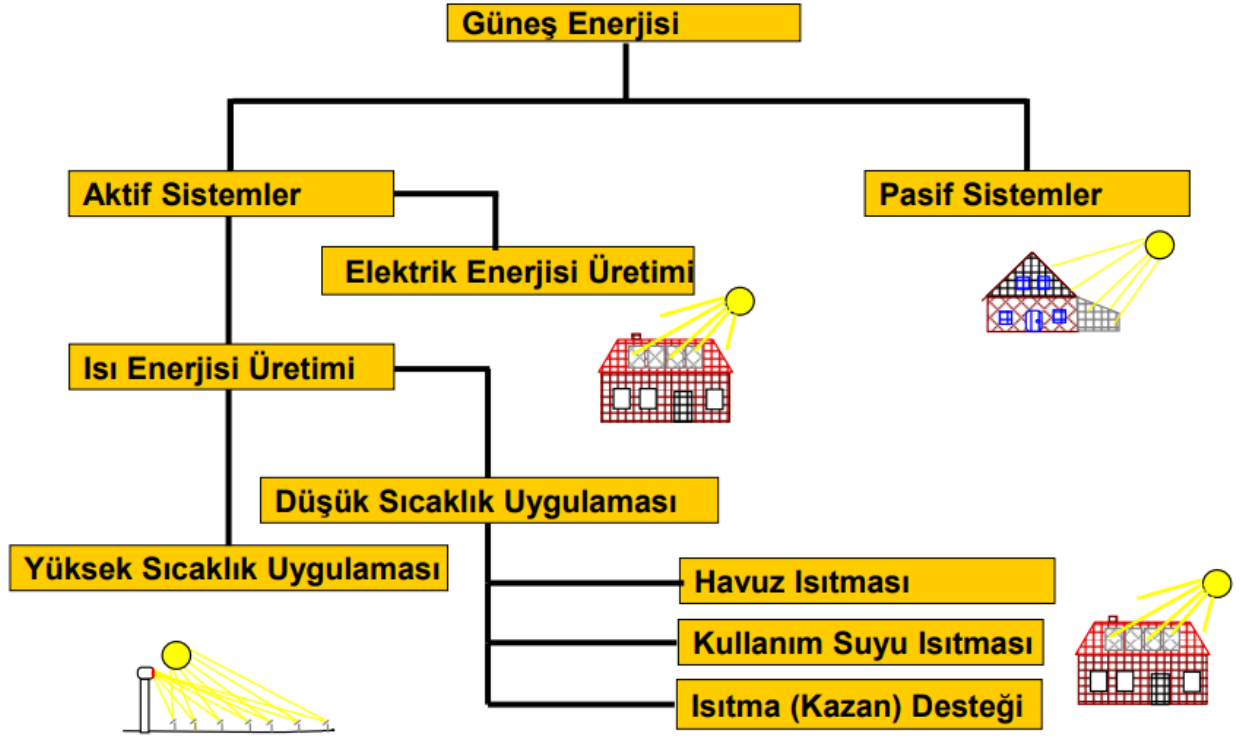
En eski sistemlerden biri olan pasif güneş sistemleri, Binaların kışın ısıtılmasında, yazın ise ısınmayı önleyecek koşulların sağlanmasında kullanılır. Aynı zamanda seraların ısıtılmasında ve zirai ürünlerin kurutulmasında da kullanılmaktadır. Teknikleri ise:

- **Direk Toplayıcı:** Güneş enerjisi kuzey yarım küre için, güneşe bakan yönde düşey bir pencere yardımıyla toplanır.
- **Termal Depolama Duvarları:** Güneşe bakan bir pencerenin arkasında, ısı kolektörü vazifesi gören bir duvar vardır. Çevre şartlarından arınmış şekilde çalışmaktadır. Kışların soğuk geçtiği bölgelerde kullanılır.
- **Güneş Uzayı (Boşluğu):** Pencere ile güney yönündeki duvar arasında bir sera oluşturulur ve ısıtma sağlanır.[3]

#### AKTİF SİSTEMLERİ

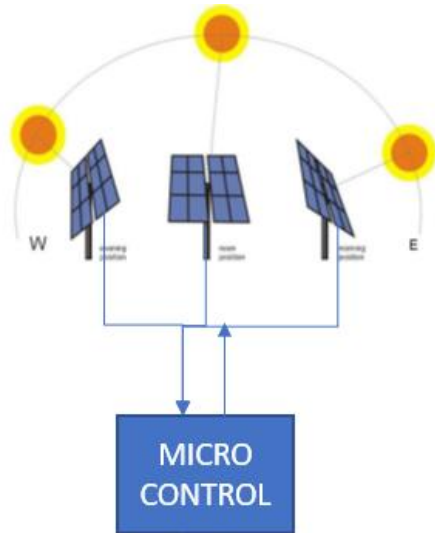
Aktif sistemler, ısıtma, soğutma ve elektrik üretimi gibi amaçlarla bir kaç yüz watttan güneş güç istasyonlarıyla birkaç yüz megawatt'a kadar enerji elde etmeyi sağlar. Aktif termal sistemler, stasyonery veya sun-tracking (güneş tarayıcı) sistemler olabilir. İncelersek:

- **Termal Stasyonery Sistemler:** Güneş enerjisi kolektör ile toplanarak ısıya dönüştürülür. Düşük sıcaklıklarda su ısıtılması, binaların ısıtılması ve soğutulması, dondurulma ve organik maddelerin kurutulması için kullanılır.
- **Termal Güneş Tarayıcı Sistemler:** Sun-tracking denilen bu sistem ile güneş ışınları yakalanarak emilir ve kullanılır.[3]



Şekil 10: Aktif ve pasif güneş sistemleri

Yukarıda belirtilen iki sistem arasında projede seçilen sistem aktif sistemdir. Çünkü aktif sistem sayesinde güneş takip edilir ve sürekli olarak güneş ışınlarının panele dik gelmesini sağlamaktadır. Böylece maksimum enerji üretmekteyiz. Sistem donanımının şekil 10'da şeması çizilen şeması mevcuttur.



Şekil 11: kullanılan Güneş paneli sistemi

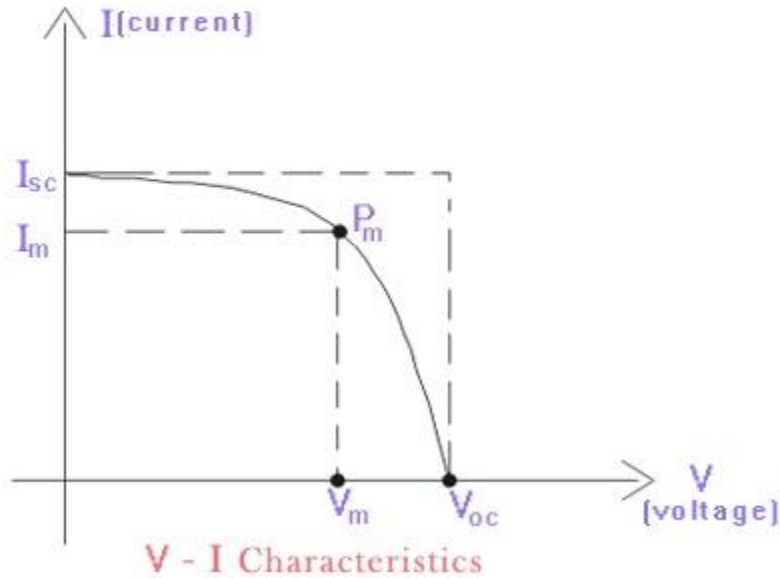
## 4 DENEYİMLER

Güneş paneli sistemi kurulurken kullanılacak olan güneş paneli tipi , bu panellerin birbirine bağlanması için kullanılacak kablo seçimi ve bu panellerin birbirine bağlama şekli oldukça önemlidir. Çünkü sistemden enerji üretmek için, özellikle de maksimum enerji üretmek için temel etkenlerdir. Bunun için bu malzemelerin seçimi oldukça önemlidir.

### 4.1 GÜNEŞ PANELLERİ

Güneş paneli birden çok güneş pilinin seri veya paralel bağlanması ile elde edilen malzemeye denilir. Güneş pili tek başına yeterli miktarda enerji üretemez. Bundan dolayı, güneş pilleri bir birine bağlanarak sistemin çıkış gücü artırılabilir. Güneş panelleri 3 watt ıla 300 watt arasında değişen güçlerde piyasada bulunabilmektedir. Güneş paneli ile güneş enerjisinden elektrik üretilir. Günümüzde ki güneş paneli teknolojisinin hızlı bir şekilde gelişmesi ve kullanımının yaygınlaşmasından dolayı, güneş paneli fiyatları da oldukça uygun seviyelere gelmiştir. Güneş panelleri standart test koşullarında test edilerek bazı değerler elde edilir. Bu değerler güneş panelinin kalitesini belirler. Tüm güneş panelleri 25 C sıcaklık ve 1000 w/m<sup>2</sup> ışık radyasyonunda test edilir. Bu test neticesinde, aşağıda tanımladığımız değerler elde edilir.

#### 4.1.1 V-I Karakteristiği



Yukarıda ki gibi bir grafik çizersek, bu grafik bize güneş panelinin V-I karakteristiğini verecektir. X eksenini voltaj, Y eksenini ise akım değerleri yazılır.

#### 4.1.2 Open Circuit Voltage (Voc)

Voc; Standart test koşulları altında güneş panelinin terminallerinin bir yüke bağlı olmadığı anda, güneş panelinin çıkış voltajına denir. Voc seviyesi ne kadar fazla ise o değer güneş panelinin kalitesinin iyi olduğu anlamına gelir. Ayrıca, Voc (açık devre voltajı) güneş panelinin çalışma sıcaklığına bağlıdır.

#### 4.1.3 Maximum Power Point (Pm / Wp)

Standart test koşullarında bir güneş panelinin taşıdığı maksimum güç miktarıdır. Aynı boyutlarda farklı güneş panellerinden birisinin maksimum güç noktası ne kadar fazla ise o kadar iyi ve kalitelidir. Maksimum güç noktasının diğer ismi ise maksimum tepe noktasıdır ve  $W_m$  veya  $W_p$  olarak gösterilir.

#### 4.1.4 Güneş Paneli Verimliliği

Güneş paneli verimliliği, standart test koşullarında maksimum gücün ( $P_m$ ), giriş gücüne oranı ile ifade edilir. Güneş panelinin giriş gücü 1000 watt/m<sup>2</sup> (güneş radyasyonu değeri) olarak kabul edilir.

#### 4.1.5 Güneş Pili Sayısı

Güneş panelindeki güneş pili sayısı güneş panelinden elde edilmek istenen güce göre değişir. 1980'ler de güneş panelleri 12 V'luk bataryaları şarj etmek için üretilirdi. Ancak, 12 V'luk bir bataryayı şarj etmek için güneş panelinin 12 V'tan daha yüksek bir çıkış voltajına sahip olması gerekir. Bu yüzden günümüzde ( $V_m$ ) 15 V'luk çıkış değerine sahip güneş panelleri standart halini almıştır. 15 V'u elde etmek için kullanılan güneş pili sayısı ise açık devre voltajına (Voc) bağlıdır. Aşağıda sırasıyla farklı teknolojiler ile üretilen güneş pillerinin açık devre voltajlarını (Voc) göstermektedir.



Monokristal Silikon Güneş Pili – Voc: 0.55 to 0.68 V

Polykristal Silikon Güneş Pili – Voc: 0.55 to 0.65 V

Amorphous Silikon Güneş Pili – Voc: 0.7 to 1.1 V

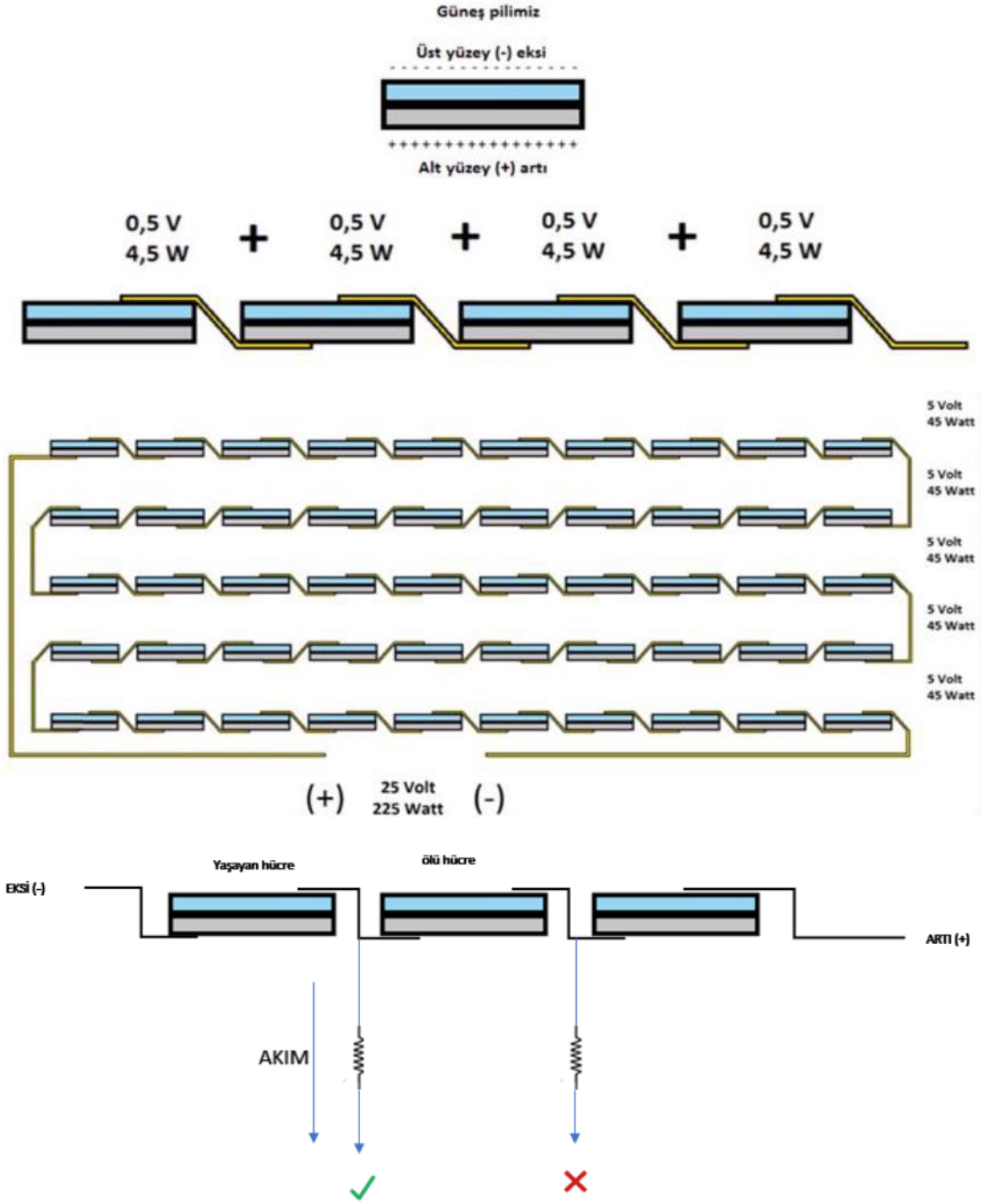
Cadmium Telluride Güneş Pili – Voc: 0.8 to 1.0 V

Copper Indium Gallium Selenide Güneş Pili – Voc: 0.5 to 0.7 V

Gallium Indium Phosphide/ Gallium Arsenide / Gallium Güneş Pili – Voc: 1 to 2.5 V

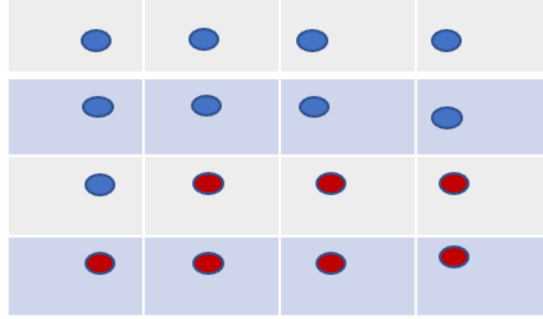
Ayrıca projede kullanılan güneş paneli çeşidi polikristal güneş panelidir. Bu yüzden tek bir hücreden maximum 0.55 ve 0.65 volt üretebiliriz. Sistemimizde 48 tane polikristal küçük güneş paneli hücresi kullanıyoruz. Üretilen Voltaj, 8-9 volt arasında ölçüm yapıldı. Kullanılan panel sayısı iki tane küçük paneldir. Eğer Bir laptop çalıştırılmak istenirse, kayıpların yaşanacağıda göz önüne alınarak minimum 8 tane panel ile dizüstü bilgisayar çalıştırılabilir.

## 4.2 ÖLÜ HÜCRE MATRİKSİ



Şekil 12: Ölü Hücre Matrixi

Şekil 12’de çizildiği gibi her bir hücreden alınacak küçük voltaj bilgisi ile hücrenin yaşıyor yaşamadığını söylebiliriz. Daha sonra bu bilgiyi ekranda, şekil 13’te gösterdiğimiz matrikste simüle edebiliriz.



**Şekil 13: Arayüz matriksi**

Donanım seri bağlı olduğu için, eğer bir tane hücre ölürse otomatik olarak diğer hücrelerde ölü olarak gözükeceklerdir. Fakat paralel bağlama yöntemide kullanılabilir. Bu sistem, büyük sahalar için çok verimli bir sistemdir. Çünkü direk sistemin çalışmadığı noktayı öğrenip hemen müdahale edilebilir. Böylece maliyet ve zamandan oldukça kazanç sağlanır.

## 5 SONUÇLAR

Aktif güneş paneli sistemi kullanılarak gerçekleştirilen bu sistemde enerji üretmede etkili bir yöntem olduğu belirlenmiştir. Elde edilen enerji, beklenenin %75 civarında enerji üretmiştir. Sistem yazılan arayüz ile hem kontrol edilmekte hem de analiz ve değerlendirme için gerekli bilgileri sağlamaktadır. Sistem panellerin maliyetini düşünerek ölen hücreleri tespit ederek hem zaman hem de maliyeti en aza indiriyor. Cihazın otomatik çalışması istenmediği durumlarda makina manuel olarak çalıştırılacak ve keyfe göre yön ve açı komutları yollanabilir. Böylece otomatik sapmalarda manuel olarak düzeltilebilir. Paneller büyük alanlara kurulması neticesinde şebekeden elektrik alınmasına gerek kalınmaz. Tamamen temiz ve yenilenebilir enerji elde edilecektir.

Sonuç olarak, ülkemizin enerji sorunları karşısında güneş enerjisinin etkin bir çözüm olduğu ve ülkemizin zengin bir güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğu düşünülecek olursa, özellikle aktif ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinin kullanımını minimize eden pasif güneş evlerinin tasarımı büyük bir önem taşımaktadır. Bu konuda ayrıntılı çalışmaların yapılması, tasarıma yönelik öneri ve yaklaşımların geliştirilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşımların sonuçları pasif güneş evi olarak tasarlanacak binaların projelerine girdi teşkil edecektir. Güneş enerjisinden pasif yarar sağlayan binaların yapım sektöründe yer alması, ihtiyaç duyulan enerjinin minimum maliyetle sürekli olarak sağlanabilmesine yönelik olarak, günümüz toplumlarının en önemli hedeflerinden biri olan sürdürülebilir çevre anlayışının gerçekleştirilmesine de temel teşkil edecektir.[4]

## KAYNAKLAR

- [1]. BOZTEPE, M. (2019). [online] Emo.org.tr. Available at: [http://www.emo.org.tr/ekler/65eb10e64749410\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/65eb10e64749410_ek.pdf) [Accessed 1 Jan. 2019].
- [2]. Teknik, Y. (2019). [online] Emo.org.tr. Available at: [http://www.emo.org.tr/ekler/da4c331236b6023\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/da4c331236b6023_ek.pdf) [Accessed 2 Jan. 2019].
- [3]. MAKİNA, Ö. (2019). *Güneş Enerji Sistemlerinin Çeşitleri – Termodinamik Fotovoltaik Sistemler*. [online] Gunesenerjisisistemleri.com.tr. Available at: <https://www.gunesenerjisisistemleri.com.tr/gunes-enerji-sistemlerinin-cesitleri/> [Accessed 3 Jan. 2019].
- [4]. Enerji, Y. (2019). *Güneş Enerjisinden Pasif Yararlanma: Güneş Evleri*. [online] Yenienerji. Available at: <http://www.yenienerji.com/bilimsel-bakis/gunes-enerjisinden-pasif-yararlanma-gunes-evleri> [Accessed 3 Jan. 2019].
- [5]. Circuitdigest.com. (2019). *Arduino Digital Ammeter Project with Circuit & Code*. [online] Available at: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/arduino-ammeter> [Accessed 3 Jan. 2019].
- [6]. Brown Dog Gadgets Guides. (2019). *Dual Axis Solar Tracker 2.0*. [online] Available at: <https://browndoggadgets.dozuki.com/Guide/Dual+Axis+Solar+Tracker+2.0/14> [Accessed 3 Jan. 2019].
- [7]. Kumar, A. (2019). *Arduino Digital Ammeter Project with Circuit & Code*. [online] Circuitdigest.com. Available at: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/arduino-ammeter> [Accessed 3 Jan. 2019].
- [8]. YouTube. (2019). *How to use Arduino to read Voltage..* [online] Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=EcUNLAD1CkA> [Accessed 3 Jan. 2019].
- [9]. YouTube. (2019). *c# "REAL" Time Charts Tutorial*. [online] Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=nHyKfCn3zzM> [Accessed 3 Jan. 2019].
- [10]. Social.msdn.microsoft.com. (2019). *Trying to update X-axis - Windows Forms Real Time Chart Plotting*. [online] Available at: <https://social.msdn.microsoft.com/Forums/vstudio/en-US/020c6ab6-2ad5-4379-9875-bd6dd0d85a93/trying-to-update-xaxis-windows-forms-real-time-chart-plotting?forum=winforms> [Accessed 3 Jan. 2019].
- [11]. Marsh, S. (2019). *A Simple Vector-Based LED User Control - CodeProject*. [online] Codeproject.com. Available at: <https://www.codeproject.com/Articles/114122/%2FArticles%2F114122%2FA-Simple-Vector-Based-LED-User-Control> [Accessed 3 Jan. 2019].
- [12]. Arduino.cc. (2019). *Arduino Reference*. [online] Available at: <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/communication/serial/> [Accessed 3 Jan. 2019].