T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PIC KONTROLLÜ SOLAR AYDINLATMA SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI

SADIK ADANUR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2014

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PIC KONTROLLÜ SOLAR AYDINLATMA SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI

SADIK ADANUR

Bu tez,
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2014

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Sadık ADANUR tarafından hazırlanan "PIC Kontrollü Solar Aydınlatma Sistemi Tasarımı ve Uygulaması" adlı bu tez, jürimiz tarafından 02.10.2014 tarihinde oy birliği ile Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Ahmet Serdar YILMAZ (DANIŞMAN) …….
Elektrik-Elektronik Müh.
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç.Dr. Mustafa ŞEKKELİ (ÜYE) ……..
Elektrik-Elektronik Müh.
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç.Dr. İbrahim Taner OKUMUŞ (ÜYE) …….
Bilgisayar Müh.
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Hakkı ALMA …….

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Sadık ADANUR

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

PIC KONTROLLÜ SOLAR AYDINLATMA SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

SADIK ADANUR

ÖZET

Güneş enerjisinden elektrik üretiminin günümüzde günlük hayattaki kullanımı artmaktadır. Fotovoltaik pilleri, başlangıçta uzay ve askeri alanlarda kullanılan yüksek ve pahalı bir teknoloji iken, günümüzde evlerde, iş yerlerinde, yazlıklarda ve kırsal alanda kullanımı artmaya başlamıştır. Fotovoltaik hücrelerin maliyetlerinin düşmesi ve yüksek verimli hücrelerin üretilmeye başlaması bunu tetiklemiştir.

Bu tez çalışmasında evlerde ve işyerlerinde kullanımı olabilecek bir solar aydınlatma sistemi üzerinde çalışılmış ve PIC ile gerekli kontrol uygulaması gerçekleştirilmiştir. PIC, son yıllarda kullanımı artan, programlanabilir bir mikrodenetleyici olarak mühendislik uygulamalarında karşımıza çıkmaktadır. Her türlü otomasyon uygulamalarında kullanılmakta ve çevresel büyüklükler ile elektriksel büyüklüklerin bir PIC denetleyici üzerinde işlenmesi mümkün olabilmektedir.

Önerilen bu tez çalışmasında küçük güçlü solar panel ile bir kuru tip akü ve bir aydınlatma cihazı kullanılmıştır. Prototipi yapılan sistemde, havanın aydınlık karanlık durumuna göre lambanın açılıp kapanması, akünün şarj durumuna göre şarj edilip edilmeyeceği ve eğer güneş enerjisi aküyü şarj etmeyecek durumda ise aydınlatma cihazının normal şebeke gerilimi tarafından besleneceği tasarlanmıştır.

Bu çalışmada günümüzde güneş enerjisi ve normal şebeke gerilimden beslenen cihazların elektrik kesintisine maruz kalmamaları için kaynak değiştirme yani geçiş için (transferi) güç kontaktörleri kullanılmakta olup prototipi geliştirilen sistemde ise geçişi (transferi) daha hızlı yapan PIC denetleyicisi tarafından yapmaktadır.

Anahtar Kelimeler: PIC, PIC-C, Güneş Enerjisi

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Ekim/ 2014

Danışman: Doç. Dr. Ahmet Serdar YILMAZ
Sayfa sayısı: 37

PIC CONTROLLED SOLAR LIGHTING SYSTEM DESIGN AND IMPLEMENTATION
(M.Sc. THESIS)

SADIK ADANUR

ABSTRACT

Electricity generation from solar energy is now increasingly being used in daily life. Photovoltaic cells used in military and space field were initially high and expensive technology ,but today with the reduction of cost and production of highly efficient photovoltaic cells you can see them in home ,at the workplaces ,in cottages and even in rural areas.

The study of this thesis is basically on solar lighting system controled by PIC normally for homes or workplaces use. PIC is increasingly used in recent years as a programmable microcontroller encountered in engineering applications . It is used in all kinds of automation applications also processing of electrical and environmental quantities are possible using a PIC micro controller.

In this proposed study a powerful solar panel with a small dry battery and lighting device were used. In this prototype it is designed when it is dark or light lighning system changes its on-off position , wheter it gets charged related to charge state of battery,if there is no charging condition lightning system can be powered from grid.

Nowadays as in this on-grid solar system to avoid power-cut contactors are used for transition between power supply. On the other hand In an enhanced system transition has become faster due to PIC controller.

Key words: PIC, PIC-C, Solar Energy

University of Kahramanmaraş Sütçü İmam
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Electric-Electronic Engineering October/ 2014

Supervisor: Assist. Prof. Ahmet Serdar YILMAZ
Page Numbers: 37

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması süresince engin bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım ve çalışmamın her aşamasında sağladığı bilimsel katkılardan dolayı Doç. Dr. A. Serdar YILMAZ'a, her fırsatta bilgi ve birikimlerinden yararlandığım tüm bölüm hocalarıma, tüm çalışmalarım süresince değerli görüş ve fikirlerini benimle paylaşan Arş. Gör. Sami ŞİT'e ve bana her konuda destek olan araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Son olarak, bu günlere gelmemde her türlü maddi ve manevi desteklerini gördüğüm aileme ve eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i

ABSTRACT ii

TEŞEKKÜR iii

İÇİNDEKİLER iv

ŞEKİLLER DİZİNİ vi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vii

1.GİRİŞ…….. 1

1.1.Alternatif Enerji Kaynakları 2

2.GÜNEŞ ENERJİSİ 3

2.1.Güneşin Yapısı 3
2.2.Güneş…… 3
2.3.Çekirdek 4
2.4.Güneş Enerjisinin Kullanılma Alanları 4
2.4.1. Güneşin manyetik alanı 5
2.4.2. Düşük sıcaklık uygulamaları 5
2.4.3. Orta sıcaklık uygulamaları 5
2.4.4. Yüksek sıcaklık uygulamaları 5

3.GÜNEŞ PİLLERİ 6

3.1.Güneş Pillerinin Yapısı 7
3.2.Güneş Pilindeki Kayıplar 8
3.2.1. Işıksal kayıplar 8
3.2.2. Elektriksel kayıplar 9
3.2.3. Akım kayıpları 9
3.2.4. Açık devre gerilimi 9
3.2.5. Direnç kayıpları 10
3.2.6. Verim kaybı süreçleri 10

4.FOTOVOLTAİK MODÜL 11

5.PIC KONTROLLÜ SOLAR AYDINLATMA SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI … 13

5.1.Araştırmanın Önemi ve Amacı 13
5.2.Önceki Çalışmalar 13
5.3.PIC Kontrollü Solar Aydınlatma Sisteminin Temel Çalışma Diyagramı 15
5.4.Sistemin Akış Diyagramı 15

Sayfa No

5.4.1. PIC kontrollü solar aydınlatma sistemin çalışma metodu 16
5.5.PIC Kontrollü Solar Aydınlatma Sistemini Oluşturan Materyaller 17
5.5.1. PV, fotovoltaik panel ve diziler 18
5.5.2. Şarj regülatörü/kontrol ünitesi 20
5.5.3. Akü(Batarya) 21
5.5.4. İnvertör (DA - AA evirici) 23
5.5.5. PIC denetleyici 25
5.5.5.1.PIC16F877A 'nın özellikleri 25
5.5.5.2 PIC kontrollü solar aydınlatma sistemine ait devrenin elektronik devresi 27
5.5.6. Yük 28
5.6.16F877A PIC Ait C Kodları 28
5.7.16F877A PIC 'e Ait Devre Kart Basım Şeması 30
5.8.PIC Kontrollü Solar Aydınlatma Sisteminin Temel Çalışma Prensibi 31
5.9.PIC Kontrollü Solar Aydınlatma Sistemine Ait Görüntüler 32
5.10.PIC kontrollü Solar Aydınlatma Sisteminin Maliyet Hesabı 33

6.SONUÇ VE ÖNERİLER 34

KAYNAKLAR 36

ÖZGEÇMİŞ 37

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Güneş pillerinin yapısı ve çalışmasına ait şematik bir görüntü 6
Şekil 5.1. İlk fotovoltaik sistemin genel yapısı 14
Şekil 5.2. Güneş pilinin AC bir sisteme uygulanış diyagramı 14
Şekil 5.3. PIC kontrollü solar aydınlatma sistemin temel çalışma prensibinin diyagramı .. 15
Şekil 5.4. PIC kontrollü solar aydınlatma sisteminin çalışma akışı 15
Şekil 5.5. PIC kontrollü solar aydınlatma sisteminde kullanılan materyaller 16
Şekil 5.6. PIC Kontrollü solar aydınlatma sistemi tasarımına ait bir görüntü 17
Şekil 5.7. PIC kontrollü solar aydınlatma sistemin genel yapısı 18
Şekil 5.8. Fotovoltaik hücrenin içyapısı 19
Şekil 5.9. Fotovoltaik hücre, panel ve dizi 19
Şekil 5.10. PIC kontrollü solar aydınlatma sistemine ait PV- fotovoltaik panel 20
Şekil 5.11. PIC kontrollü solar aydınlatma sisteminde kullanılan şarj regülatörü 21
Şekil 5.12. PIC kontrollü solar aydınlatma sisteminde kullanılan akü 22
Şekil 5.13. PIC kontrollü solar aydınlatma sisteminde kullanılan invertör 23
Şekil 5.14. PIC kontrollü solar aydınlatma sistemine ait PIC denetleyici ve yardımcı elemanlar 27
Şekil 5.15. PIC kontrollü solar aydınlatma sistemine bağlı ampul 28
Şekil 5.16. 16F877A PIC ‘e ait devre kart basım şeması 30
Şekil 5.17. PIC kontrollü solar aydınlatma sistemin temel çalışma prensibine ait diyagramı 31
Şekil 5.18. a,b,c PIC kontrollü solar aydınlatma sistemine ait görüntüler 33

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

W : Watt

V :Volt

Wh :Watt-saat

Ah :Amper- saat

A :Amper

Hz : Frekans

PV :Fotovoltaik

mm :Milimetre

cm :Santimetre

^{0}C :Santigrat derece

1. GİRİŞ

Günlük yaşantımızın her alanında kullanmak üzere enerjiye ihtiyaç duyarız. Bu enerjiyi karşılamak için petrol, kömür, odun, hidroelektrik santrallerde hidrogüç ile elektrik üretimi, nükleer santrallerde atom enerjisi ile elektrik üretimi, termik santrallerde kömürün yakılmasıyla elektrik üretimi gibi çeşitli geleneksel yollarla ihtiyacımız olan enerjiyi elde ederiz. Bunlar arasında petrol, kömür ve atom enerjisi yenilenebilmek için binlerce hatta milyonlarca yıla ihtiyaç duyarlar. Bunların yenilenme süresiyle kullanım miktarının orantısızlığı nedeniyle bunlara genel ifadeyle yenilenemez enerji kaynakları denir.

Dikkat edilirse kömür, petrol ve doğalgaz rezervleri gittikçe tükenmekte ve bu tükenme ivmesi gittikçe artmaktadır. Bunların tüketimi aynı zamanda emisyon yüzünden çevreye oldukça olumsuz geri dönüşler yapar. Özellikle geldiğimiz dönemde hava ve çevre kirliliği bizler için artık büyük riskler doğurmaya başlamış durumda. Bunun için artık ihtiyaçlarımızı karşılarken çevreye de duyarlı olmak zorundayız. Bu nedenle karbon emisyonu yapmayan(ya da çok az yapan) ve kullandığımız yenilenemez enerji kaynaklarını kullanmamıza gerek bırakmayan daha çevreci ve ucuz alternatiflere ihtiyacımız var. Bu alternatiflere de adından anlaşılacağı gibi "alternatif enerji kaynakları" ya da daha da anlamlı bir isimle "yenilenebilir enerji kaynakları" denir.

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynakları arasında hem sahip olduğu mevcut potansiyel hem de üretim teknolojileri bakımından farklı ve önemli bir yeri olan güneş kaynaklı enerji üretim sistemleri, Türkiye'nin güneş enerji potansiyeli ve bu potansiyeli kullanma derecesi ve yöntemi araştırılmıştır.

Dünyanın en önemli enerji kaynağı güneştir. Güneşin ısınım enerjisi, yer ve atmosfer sistemindeki fiziksel oluşumları etkileyen başlıca enerji kaynağıdır. Dünyadaki madde ve enerji akışları güneş enerjisi sayesinde mümkün olabilmektedir. Rüzgâr, deniz dalgası, okyanusta sıcaklık farkı ve biyokütle enerjileri, güneş enerjisini değişim geçirmiş biçimleridir. Güneş enerjisi, doğadaki su döngüsünün gerçekleşmesinde de rol oynayarak, akarsu gücünü yaratmaktadır. Fosil yakıtların da, biyokütle niteliğindeki materyallerde birikmiş güneş enerjisi olduğu kabul edilmektedir. Doğal enerji kaynaklarının pek çoğunun kökeni olan güneş enerjisinden, ısıtma ve elektrik elde etme gibi amaçlarla doğrudan yararlanılmaktadır.

Güneş enerjisi çevre açısından temiz bir kaynak özelliği taşıdığından da fosil yakıtlara alternatif olmaktadır. Yeryüzüne her sene düsen güneş ısınım enerjisi, yeryüzünde

şimdiye kadar belirlenmiş olan fosil yakıt haznelerinin yaklaşık 160 katı kadardır. Ayrıca yeryüzünde fosil, nükleer ve hidroelektrik tesislerinin bir yılda üreteceğinden 15. 000 kat kadar daha fazladır. Bu bakımdan güneş enerjisinin bulunması sorun değildir. Asıl sorun bunun insan faaliyetlerine uygun kullanılabilir bir enerji türüne dönüştürülebilmesindedir. Güneş enerjisi hem bol, hem sürekli ve yenilenebilir hem de bedava bir enerji kaynağıdır. Bunların yanı sıra geleneksel yakıtların kullanımından kaynaklanan çevresel sorunların çoğunun güneş enerjisi üretiminde bulunmayışı bu enerji türünü temiz ve çevre dostu bir enerji yapmaktadır. Fosil yakıt kullanımının dayandığı yanma teknolojisinin kaçınılmaz ürünü olan karbondioksit (CO2) yayılımı (emisyonu) sonucunda, atmosferdeki CO2 miktarı, son yüzyıl içinde yaklaşık 1, 3 kat artmıştır. Önümüzdeki 50 yıl içinde, bu miktarın, bugüne oranla 1, 4 kat daha artma olasılığı vardır. Atmosferdeki CO2 neden olduğu sera etkisi, son yüzyıl içinde dünya ortalama sıcaklığını 0, 7 °C yükseltmiştir. Bu sıcaklığın 1 °C yükselmesi, dünya iklim kuşaklarında görünür değişimlere, 3 °C düzeyine varacak artışlar ise, kutuplardaki buzulların erimesine, denizlerin yükselmesine, göllerde kurumalara ve tarımsal kuraklığa neden olabilecektir. O halde, bu durumda enerji kullanımından vazgeçilemeyeceğine göre, güneş gibi doğal ve alternatif olabilecek kaynaklara yönelmesi gerekecektir.

Yakıt sorununun olmaması, işletme kolaylığı, mekanik yıpranma olmaması, modüler olması, çok kısa zamanda devreye alınabilmesi (azami bir yıl), uzun yıllar sorunsuz olarak çalışması, temiz bir enerji kaynağı olması vb. gibi nedenlerle dünya genelinde fotovoltaik (PV) elektrik enerjisi kullanımı sürekli artmaktadır.

1.1. Alternatif Enerji Kaynakları

- Hidroelektrik Enerji
- Jeotermal Enerji
- Güneş Enerjisi
- Rüzgâr Enerjisi
- Biyokütle(Bitki ve hayvan atıkları) Enerjisi
- Hidrojen Enerjisi
- Dalga ve Gelgit Enerjisi

2. GÜNEŞ ENERJİSİ

2.1. Güneşin Yapısı

Güneş bir sarı cücedir. Güneş Sistemi'nin toplam kütlesinin yaklaşık % 99'unu oluşturur. Güneş hemen hemen mükemmel bir küre şeklindedir, basıklığı yalnızca 9 milyonda birdir, yani kutuplar arası çapı ile ekvator çapı arasında bulunan fark yalnızca 10 km 'dir. Güneş plazma hâlindedir ve katı değildir; dolayısıyla kendi ekseni etrafında dönerken kademeli olarak döner, yani ekvatorda kutuplarda olduğundan daha hızlı döner. Bu gerçek dönüşün periyodu ekvatorda 25 gün, kutuplarda 35 gündür. Ancak Dünya Güneş'in etrafında dönerken gözlem noktamız sürekli değiştiği için Güneş'in görünür dönüşü ekvatorda yaklaşık 28 gün kadardır. Bu yavaş dönüşün merkezkaç etkisi Güneş'in ekvatorunda yüzey çekiminden 18 milyon kat daha güçsüzdür. Aynı zamanda gezegenlerden kaynaklanan gelgit etkisi Güneş'in şeklini belirgin derecede etkilemez.

Kayalık gezegenlerde olduğu gibi Güneş'in belirli sınırları yoktur. Dış katmanlarında, merkezinden uzaklaştıkça gaz yoğunluğu üstel olarak azalır. Ancak aşağıda açıklandığı gibi Güneş'in belirgin bir içyapısı bulunur. Güneş'in yarıçapı merkezinden ışık yuvarının (fotosfer) kenarına kadar ölçülür. Bu hemen yukarısında gazların önemli miktarda ışık saçamayacak kadar çok soğuk ya da çok ince olduğu katmandır. Işık yuvarı çıplak gözle görülen yüzeydir.

Güneş'in içi doğrudan gözlemlenemez ve Güneş elektromanyetik ışımaya karşı opaktır. Ancak nasıl sismoloji deprem tarafından üretilen dalgaları kullanarak Dünya'nın içyapısını ortaya çıkarıyorsa helyosismoloji de Güneş'in içinden geçen basınç dalgalarını kullanarak içyapısını ölçmeye ve görüntülemeye çalışır. Güneş'in bilgisayar modellemesi de iç katmanları araştırmak amacıyla kuramsal bir araç olarak kullanılır.

2.2. Güneş

Güneş, güneş sisteminin merkezinde yer alan yıldızdır. Yaklaşık 1, 4 milyon km. çaplı sarı bir ana kol yıldızdır. Samanyolu gökadasında bilinen 200 milyar yıldızdan birisi olan Güneş, kütlesi sıcak gazlardan oluşan ve çevresine ısı ve ışık yayan bir yıldızdır. Orta büyüklükte olan Güneş tek başına Güneş Sistemi'nin kütlesinin % 99, 8'ini oluşturur. Geri kalan kütle Güneş'in çevresinde dönen gezegenler, asteroitler, göktaşları, kuyrukluyıldızlar ve kozmik tozdan oluşur. Günışığı şeklinde Güneş'ten yayılan enerji, fotosentez yoluyla Dünya üzerindeki hayatın hemen hemen tamamının var olmasını sağlar ve Dünya'nın

iklimiyle hava durumunun üzerinde önemli etkilerde bulunur.

Güneşin çapı dünya çapının 109 katı (1, 5 milyon km), hacmi 1, 3 milyon katı ve ağırlığı 333. 000 katı kadardır. Güneşin yoğunluğu ise Dünyanın yoğunluğunun ¼'ü kadardır. Güneş kendi ekseni etrafında saatte 70 000 km hızla döner. Bir turunu ise 25 günde tamamlar.

Güneş % 70hidrojen, helyum ve %5 de diğer elementlerden oluşur. Güneşte hidrojenin helyuma dönüşmesi sırasında (füzyon - erime birleşme) büyük bir enerji ortaya çıkar. Saniyede 600 milyon ton hidrojen helyuma dönüşür. Buda her saniye Güneş'in 4, 5 milyon ton hafiflemesine yol açar. Güneşteki füzyon olayı sonucunda kızıl kırmızımsı bir alev 15-20 bin km yükselir ki bu olaya Güneş Fırtınası da denir. Güneşin yüzey sıcaklığı 5500°C ve çekirdeğinin sıcaklığıysa 15, 6 milyon°C'dir. Güneşten çıkan enerjinin 2 milyonda birlik kısmı yeryüzüne ulaşır. Güneş'in üç günde yaymış olduğu enerji, dünyada ki tüm petrol, ağaç, doğalgaz, vb. yakıta eşdeğerdir.

Güneş ışınları 8. 44 dakikada yeryüzüne ulaşır. Güneş Dünyaya en yakın yıldızdır. Çekim kuvveti dünya yer çekiminin 28 katıdır. Güneş Dünya'nın en az 1 milyon katıdır. Tayfı içinde iyonize ve nötr metaller olduğu kadar çok zayıf hidrojen çizgileri de bulunur. Enerjisini hidrojen çekirdeklerinin füzyonla helyuma dönüşmesinden elde eder ve hidrostatik denge içindedir, yani zaman içinde ne genişler ne de küçülür. Saniyede 600 milyon ton hidrojen, helyuma dönüşür. Bu da, Güneş'in her geçen saniye 4, 5 milyon ton hafiflemesine yol açar. Güneşteki füzyon olayı sonucunda kızıl kırmızımsı bir alev 15-20 bin km yükselir ve Güneş Fırtınası meydana gelir. Galaksimizde 100 milyondan fazla G2 sınıfı yıldız bulunur. Güneş, galaksimiz içinde bulunan yıldızların % 85%'inden daha parlaktır, bu yıldızların çoğu kırmızı cücelerdir.

2.3. Çekirdek

Güneş çekirdeği toplam hacminin yüzde 10'una ama toplam kütlesinin yüzde 40'ına sahiptir.

2.4. Güneş Enerjisinin Kullanılma Alanları

Güneş enerjisi uygulamalarını düşük sıcaklık (20-100°C), orta sıcaklık (100-300°C) ve yüksek sıcaklık (>300°C) olmak üzere üç grupta toplayabiliriz. En yaygın uygulamalardan bazıları;

2.4.1. Güneşin manyetik alanı

Güneş içinde bulunan tüm madde yüksek sıcaklıklardan ötürü gaz ve plazma hâlindedir. Bu nedenle Güneş ekvatorda yukarı enlemlerde olduğundan daha hızlı döner. Ekvatorda dönüş hızı 25 gün iken kutuplarda 35 günde kendi etrafında döner. Bu kademeli dönüş sonucunda manyetik alan çizgilerinin zamanla kıvrılarak manyetik alan halkaları oluşturması Güneş'in yüzeyinden patlamalarla ayrılarak güneş lekeleri ve güneş püskürtüleri oluşumuna neden olur. Bu kıvrılma hareketi solar dinamonun oluşmasına ve 11 yıllık Güneş döngüsü ile Güneş'in manyetik alanının yön değiştirmesine neden olur.

2.4.2. Düşük sıcaklık uygulamaları

- Kullanım sıcak suyu elde edilmesi
- Konut ısıtılması-soğutulması
- Sera ısıtılması
- Tarım ürünlerinin kurutulması
- Yüzme havuzu ısıtılması
- Güneş ocakları ve fırınları
- Tuz üretimi
- Sulama
- Deniz suyundan tatlı su elde edilmesi
- Toprak polarizasyonu
- PV sistemler

2.4.3. Orta sıcaklık uygulamaları

- Endüstriyel kullanım için buhar üretimi
- Büyük ısıtma-soğutma sistemleri

2.4.4. Yüksek sıcaklık uygulamaları

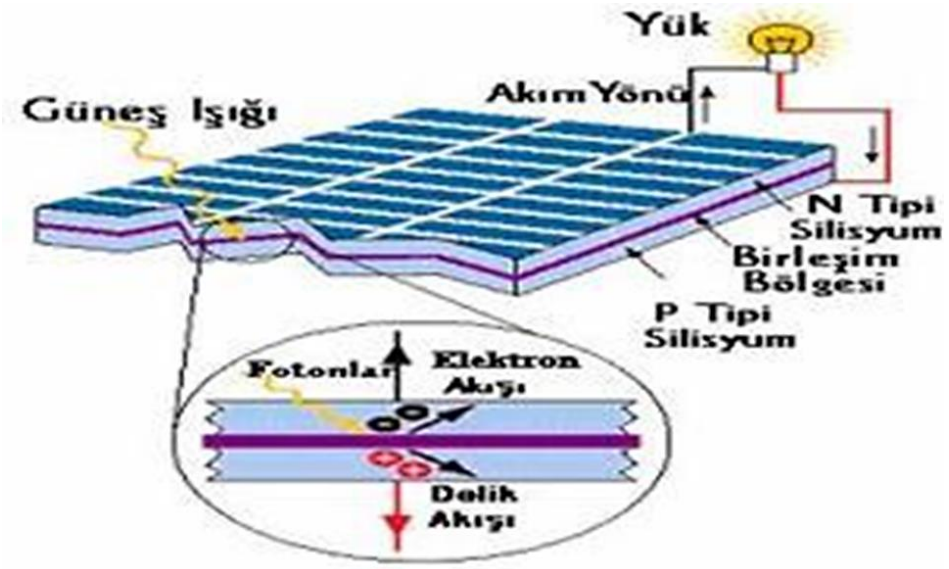
- Güneş fırınları

3. GÜNEŞ PİLLERİ

Güneş pilleri ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren fotovoltaik araçlardır. Güneş pilleri yarı iletken maddeler ile çalışırlar.

Güneş pili hücrelerinin üst tabakaları çatlamaların, kırılmaların ve enerji kaybının önlenmesi için yansımayı önleyici kaplama ve korumalardan oluşur. Bu katmanların altında ise N tipi ve P tipi yarıiletken maddeler bulunur. N ve P tipi maddeler yarıiletken maddelerin eriyik halindeyken istenilen maddeler ile kontrollü olarak katkılandırılması sonucu oluşurlar.

Güneş pillerinde yarıiletken madde olarak çoğunlukla çok kristalli silisyum kullanılmaktadır.



Şekil 3.1. Güneş pillerinin yapısı ve çalışmasına ait şematik bir görüntü

1. Güneş ışığı güneş pili üzerine düşer ve fotovoltaik hücreler tarafından absorbe edilir. Güneş pilinde çok elektrona sahip P tipi yarıiletken madde ve az elektrona sahip N tipi yarıiletken madde bulunur.

2. Güneş ışığı P tipi yarıiletken maddeden elektron koparır.

3. Enerji kazanan elektronlar N tipi yarıiletken maddeye doğru akarlar.

4. Bu sabit tek yönlü elektron akışı doğru akımı (DC) yaratır. Elektronlar kurulan devreler boyunca akarak pillerin şarj edilmesinde ya da farklı alanlarda kullanılır ve P tipi yarıiletken maddeye geri döner.

3.1. Güneş Pillerinin Yapısı

Günümüz elektronik ürünlerinde kullanılan transistorlar, doğrultucu diyotlar gibi güneş pilleri de, yarı-iletken maddelerden yapılırlar. Yarı-iletken özellik gösteren birçok madde arasında güneş pili yapmak için en elverişli olanlar, silisyum, galyum arsenik, kadmiyum tellür gibi maddelerdir.

Yarı-iletken maddelerin güneş pili olarak kullanılabilmeleri için n ya da p tipi katkılanmaları gereklidir. Kalkılama, saf yarıiletken eriyik içerisine istenilen katkı maddelerinin kontrollü olarak eklenmesiyle yapılır. Elde edilen yarı-iletkenin n ya da p tipi olması katkı maddesine bağlıdır. En yaygın güneş pili maddesi olarak kullanılan silisyumdan n tipi silisyum elde etmek için silisyum eriyiğine periyodik cetvelin 5. grubundan bir element, örneğin fosfor eklenir. Silisyum'un dış yörüngesinde 4, fosforun dış yörüngesinde 5 elektron olduğu için, fosforun fazla olan tek elektronu kristal yapıya bir elektron verir. Bu nedenle 5. grup elementlerine "verici" ya da "n tipi" katkı maddesi denir.

P tipi silisyum elde etmek için ise, eriyiğe 3. gruptan bir element (alüminyum, indiyum, bor gibi) eklenir. Bu elementlerin son yörüngesinde 3 elektron olduğu için kristalde bir elektron eksikliği oluşur, bu elektron yokluğuna hol ya da boşluk denir ve pozitif yük taşıdığı varsayılır. Bu tür maddelere de "p tipi" ya da "alıcı" katkı maddeleri denir.

P ya da n tipi ana malzemenin içerisine gerekli katkı maddelerinin katılması ile yarıiletken eklemler oluşturulur. N tipi yarıiletkende elektronlar, p tipi yarıiletkende holler çoğunluk taşıyıcısıdır. P ve n tipi yarıiletkenler bir araya gelmeden önce, her iki madde de elektriksel bakımdan nötrdür. Yani p tipinde negatif enerji seviyeleri ile hol sayıları eşit, n tipinde pozitif enerji seviyeleri ile elektron sayıları eşittir. PN eklem oluştuğunda, n tipindeki çoğunluk taşıyıcısı olan elektronlar, p tipine doğru akım oluştururlar. Bu olay her iki tarafta da yük dengesi oluşana kadar devam eder. PN tipi maddenin ara yüzeyinde, yani eklem bölgesinde, P bölgesi tarafında negatif, N bölgesi tarafında pozitif yük birikir. Bu eklem bölgesine "geçiş bölgesi" ya da "yükten arındırılmış bölge" denir. Bu bölgede oluşan elektrik alan "yapısal elektrik alan" olarak adlandırılır. Yarıiletken eklemin güneş pili olarak çalışması için eklem bölgesinde fotovoltaik dönüşümün sağlanması gerekir. Bu dönüşüm iki aşamada olur, ilk olarak, eklem bölgesine ışık düşürülerek elektron-hol çiftleri oluşturulur, ikinci olarak ise, bunlar bölgedeki elektrik alan yardımıyla birbirlerinden ayrılır.

Yarıiletkenler, bir yasak enerji aralığı tarafından ayrılan iki enerji bandından oluşur. Bu banalar valans bandı ve iletkenlik bandı adını alırlar. Bu yasak enerji aralığına eşit veya daha büyük enerjili bir foton, yarıiletken tarafından soğurulduğu zaman, enerjisini valans banttaki bir elektrona vererek, elektronun iletkenlik bandına çıkmasını sağlar. Böylece, elektron-hol çifti oluşur. Bu olay, p-n eklem güneş pilinin ara yüzeyinde meydana gelmiş ise elektron-hol çiftleri buradaki elektrik alan tarafından birbirlerinden ayrılır. Bu şekilde güneş pili, elektronları n bölgesine, holleri de p bölgesine iten bir pompa gibi çalışır. Birbirlerinden ayrılan elektron-hol çiftleri, güneş pilinin uçlarında yararlı bir güç çıkışı oluştururlar. Bu süreç yeniden bir fotonun pil yüzeyine çarpmasıyla aynı şekilde devam eder. Yarıiletkenin iç kısımlarında da, gelen fotonlar tarafından elektron-hol çiftleri oluşturulmaktadır. Fakat gerekli

3.2. Güneş Pilindeki Kayıplar

Güneş pilleri kayıplar nedeni ile daha düşük verimle çalışmaktadır. Bu bölümde güneş pili kayıplarının özellikle nereden kaynaklandığını belirlenmeye çalışılmıştır. Güneş pillerinde ilk çalışma anından başlayarak görülen kayıplar aşağıdaki gibidir.

- Işıksal Kayıplar: Güneş ışığı fotonlarının soğurulmaması ve azınlık taşıyıcılarının üretilememesinden doğan kayıplar,
- Elektriksel Kayıplar: Fotovoltaik diyotların optimum elektrik parametrelerini düşüren kayıplar,
- Ara Yüzey Kayıpları: Beş tabakanın her biri için hacim kayıplarına ek olarak ortaya çıkan kayıplar olarak ortaya sınıflandırabiliriz.

3.2.1. Işıksal kayıplar

Güneş pillerinde üretilen akım değeri, üretilen azınlık taşıyıcıları ve soğurulan güneş ışığı fotonlarının sayısı ile belirlenir. Işıksal kayıplar değerinde azalmalara yol açar. Bu kayıplar, her tabakada gerçekleşen yansıma kayıpları ile takalar veya ara yüzeylerde görülen dış soğurulma kayıpları olarak iki kısımda incelenebilir.

3.2.2. Elektriksel kayıplar

Elektrik kayıplarını tanımlamanın en kolay yolu akım-gerilim karakteristiğini kullanmaktır. Bu kayıplar akım gerilim kayıplarından oluşur. Toplanıp çoğunluk taşıyıcılarına çevrilemeyen azınlık taşıyıcıları, akım kayıplarını belirler. Gerilim kayıpları, açık devre geriliminin beklenen değerinin altına bir düşüş olarak tanımlanır. Seri ve paralel direnç kayıpları ile zayıf diyot karakteristikleri, elde edilecek akım gerilim değerlerini küçültecektir.

3.2.3. Akım kayıpları

Güneş pillerinde üretilen azınlık taşıyıcılarının kaybı pek çok yolla gerçekleşebilir. Hacim içinde yeniden birleşme kayıpları, uyarılan taşıyıcıların sonlu ömürlerinden kaynaklanır. Bu nedenle ortaya çıkan akım kaybı, yayınım uzaklıklarıyla soğurucu kalınlığı arasındaki orana bağlıdır. Soğurucu kalınlığının aynı zamanda soğurmayı en iyi hale getirmek üzere seçilmesi gerektiğinden, ışıksal ve elektriksel gereksinimler arasında bir uzlaşma sağlanmalıdır. İyi tasarlamış güneş pillerinde hacim içi yeniden birleşme kayıpları %5 ile %20 arasında değişir. Yüzey yeniden birleşmesi, bir malzemedeki her kesitinin yeni elektronik koşullar yaratmasından kaynaklanmaktadır. Işınımla üretilen ve yüzeye doğru yayınıma uğrayan taşıyıcılar, yüzey etkilerini önleyici özel önlemler alınmadığı ya da taşıyıcıların yüzeye ulaşmaları engellendiği zaman, yüzeyde yitirilirler. Yüzeyde bir oksit tabakanın oluşturulması, genellikle, yüzey koşullarının etkisini ve bundan dolayı da taşıyıcı kaybını azaltır. Yüzey yakınlarına uygulanan homojen olmayan bir katıştırma işlemi, bir iç elektrik alanı oluşumuna yol açarak, azınlık taşıyıcıların yüzeyden uzaklaştırılmasına ve akım kayıplarının azaltılmasına neden olur. Yüzeydeki bu yeniden birleşme kaybı en iyileştirilmiş güneş pillerinde %0-5 arasında değişim gösterir.

Kristal sınırları iç yüzeyler gibi davranabildiğinden, serbest bir yüzey ölçüsünde azınlık taşıyıcı kaybına neden olabilirler. Kristal sınırlarında pürüzler çok daha etkin olduğundan yapılacak bir katılaştırma işlemi azınlık taşıyıcılarını uzaklaştıracak ve akım kayıplarını önlemede başarılı olacaktır.

3.2.4. Açık devre gerilimi

Homojen eklemler, heterojen eklemler ve Schottky açık devre gerilimi ya hacim içi yeniden birleşme ömrü, ya da ara yüzey yeniden birleşme hızları ile denetlenir. Açık devre

gerilimini kontrol eden ve etkileyen ek parametreler bant aralığı ve eklemin n ve p taraflarının katıştırılma seviyeleridir. Açık devre gerilim kayıpları %4 ile %50 arasında değişir.

3.2.5. Direnç kayıpları

Seri direnç ve paralel iletkenlik güneş pillerinde arzu edilmeyen özelliklerdir. Paralel direnç değeri açık -devre gerilimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İdeal bir güneş pilinde paralel direnç sonsuza yakın olmalıdır. Bakır Sülfit/Kadmiyum Sülfit güneş pillerinde alın ızgara, Kadmiyum Sülfit tabakasına kısmi kontak yaparak paralel bir iletkenlik oluşturur. Güneş pillerinde paralel iletkenlik ve seri direnç kayıpları %0-%10 mertebesindedir.

3.2.6. Verim kaybı süreçleri

Güneş pillerinde maliyetin düşürülebilmesi, pil ömrünün uzun olması ile mümkündür. Günümüzde güneş pillerinin ömrüne ilişkin belirsizlikler vardır. Ancak genellikle, 20 yıllık bir süre için güneş pili veriminde %10 ile %20 arası düşüşler tasarımcı ve imalatçılarının hedefi olmaktadır. Güneş pillerinin çıkış gücündeki azalmanın kolayca anlaşılabilen birkaç nedeni vardır. Pilin dış yüzeyinde, güneş ışınımının gelişini engelleyen toz ve pisliklerin birikmesi bu nedenler arasındadır. Elektrik alan olmadığı için tekrar birleşerek kaybolmaktadırlar.

4. FOTOVOLTAİK MODÜL

Birden çok güneş pilinin birbirine paralel yada seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilmesiyle elde edilen yapıya güneş pili modülü yada fotovoltaik modül adı verilir. Talebe bağlı olarak modüller birbirine seri ya da paralel bağlanarak çok küçük güçlerden Meda Watt'lara kadar sistem oluşturulabilir. Güneş pili modülleri uygulamaya bağlı olarak, akümülatörler, invertörler, akü şarj denetim aygıtları ve çeşitli elektronik destek devreleri ile birlikte kullanılarak oluşturulan güneş pili sistemleri, elektrik enerjisine ihtiyaç duyulan her uygulamada kullanılabilir. Bu sistemler, özellikle yerleşim yerlerinden uzak, elektrik şebekesi olamayan yerlerde, yakıt taşımanın pahalı olduğu durumlarda kullanılır. Güneş pili sistemlerinin kulanım alanları çok geniş olmakla birlikte;

- Binanın içi ve dışı aydınlatması
- Yerleşim yerlerinden uzakta ki evlerde elektrikli cihazların çalıştırılması
- Zirai sulama ya da ev kullanımı amacıyla su pompası
- İlkyardım, alarm ve güvenlik sistemleri
- Meteoroloji gözetleme istasyonları
- Haberleşme istasyonları, radyo, telsiz ve telefon sistemleri
- Petrol boru hatlarının ve metal yapıların (köprüler, kuleler vb.) korozyondan korunması
- Elektrik ve su dağıtım sistemlerinde yapılan telemetrik ölçüler
- Orman gözetleme kuleleri
- Deniz fenerleri
- İlaç ve aşı soğutma

en çok kullanılan alanlardır.

Yukarıda sayılan uygulamalar küçük, güçlü tek başına uygulamalardır. Günümüzde gelişmiş ülkelerde giderek yaygınlaşan uygulamalar ise şebeke bağlantılı sistemlerdir. Bu

tür sistemlerde güneş pilleri ile üretilen elektriğin fazlası elektrik şebekesine satılır, yeterli enerjinin üretilmediği durumlarda ise şebekeden enerji alır. Böyle bir sistemde enerji depolanması yapmaya gerek yoktur, yalnızca üretilen DC (Doğru Akım) elektriğin, AC (Alternatif Akım, bizim kullandığımız) elektriğe çevrilmesi ve şebeke uyumlu olması yeterlidir. Depolama maliyetini ortalama kaldırdığı için bu sistemlerden üretilen enerji nispeten daha ucuzdur. Fakat konvansiyonel kaynaklarla karşılaştırıldığında halen çok pahalı olduğu için devlet desteği verilmektedir.

5. PIC KONTROLLÜ SOLAR AYDINLATMA SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI

5.1. Araştırmanın Önemi ve Amacı

Bu tez çalışmasında evlerde ve işyerlerinde kullanımı olabilecek bir solar aydınlatma sistemi üzerinde çalışılmış ve PIC ile gerekli kontrol uygulamasının gerçekleştirilmiştir. PIC denetleyici, PIC-C programı ile yüklenen ve birçok işlevin işlenmesi mümkün olabilmektedir.

Önerilen bu tez çalışmasında küçük güçlü solar panel ile bir kuru tip akü ve AC voltaj ile çalışan aydınlatma cihazı kullanılmıştır. Prototipi yapılan sistemde, havanın aydınlık karanlık durumuna göre lambanın açılıp kapanması, akünün şarj durumuna göre şarj edilip edilmeyeceği kararı verilmektedir.

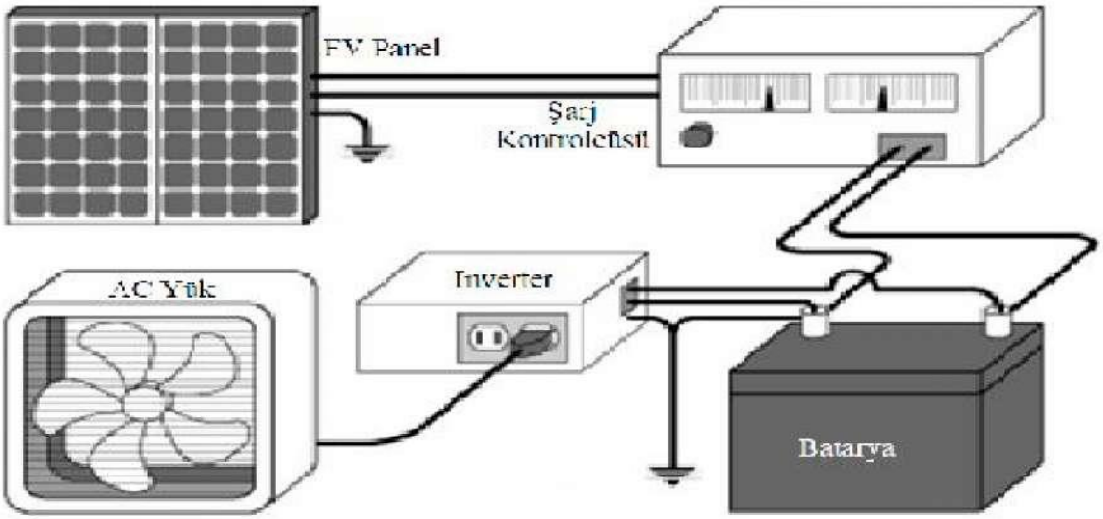
PIC-C programı ile yüklenen PIC denetleyicisi, güneş panelinin aküyü şarj etmeyecek durumda ise yani akü belli bir voltajın değerinin altında ise aydınlatma cihazının normal şebeke gerilimi tarafından besleneceği tasarlanmıştır.

Bu çalışmada prototipi geliştirilen sistem, ülkemizde güneşlenme oranı yüksek bölgelerde evlerde kullanılabilir, ucuz ve bakım gerektirmeyen bir aydınlatma ünitesi olmaktadır.

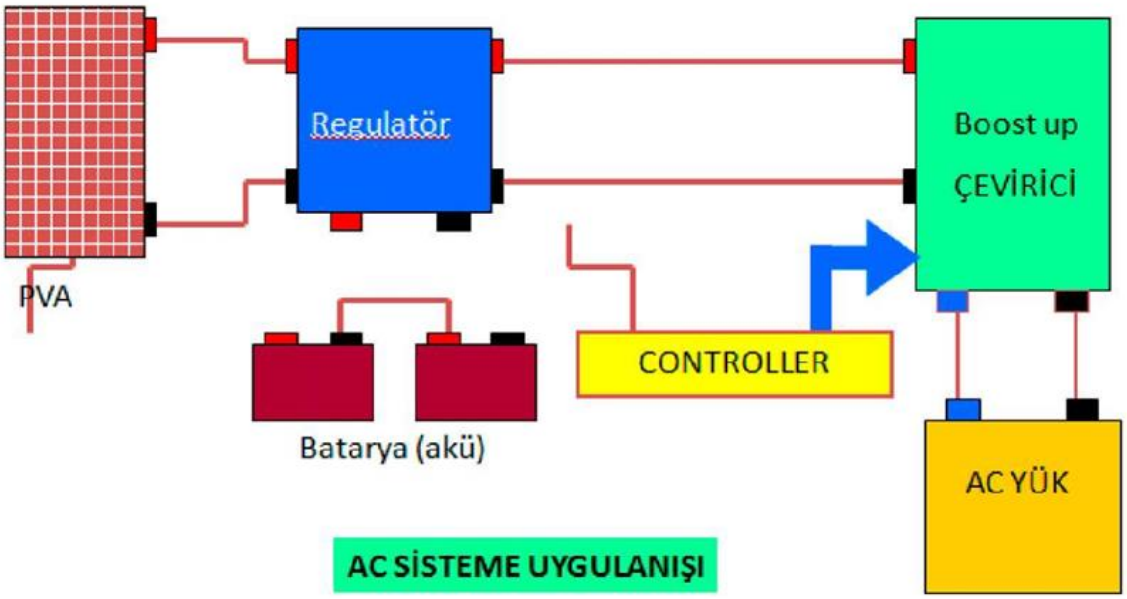
5.2. Önceki Çalışmalar

Solar sistemlerin aydınlatma, iklimlendirme, vb. alanlarda kullanımı çok yaygınlaşmıştır. Bu amaçla yapılan çalışmalarda evlerde (Doğan, 1999), iç ve dış aydınlatmada (Karaman, 2003) ve su pompası (Çelik ve Abut2005; Koner 1995) uygulamalarına yönelik çalışmalar mevcuttur.

Bu çalışmalarda değişik denetleyiciler ile yapılmış tasarımlar geliştirilmiştir. Bunun yanı sıra özellikle büyük güçlü solar ünitelerde kullanılması gereken maksimum güç noktası takibi ve tespiti (Yakışan 2008, Güneş 1999) gerçekleştirilmiştir.

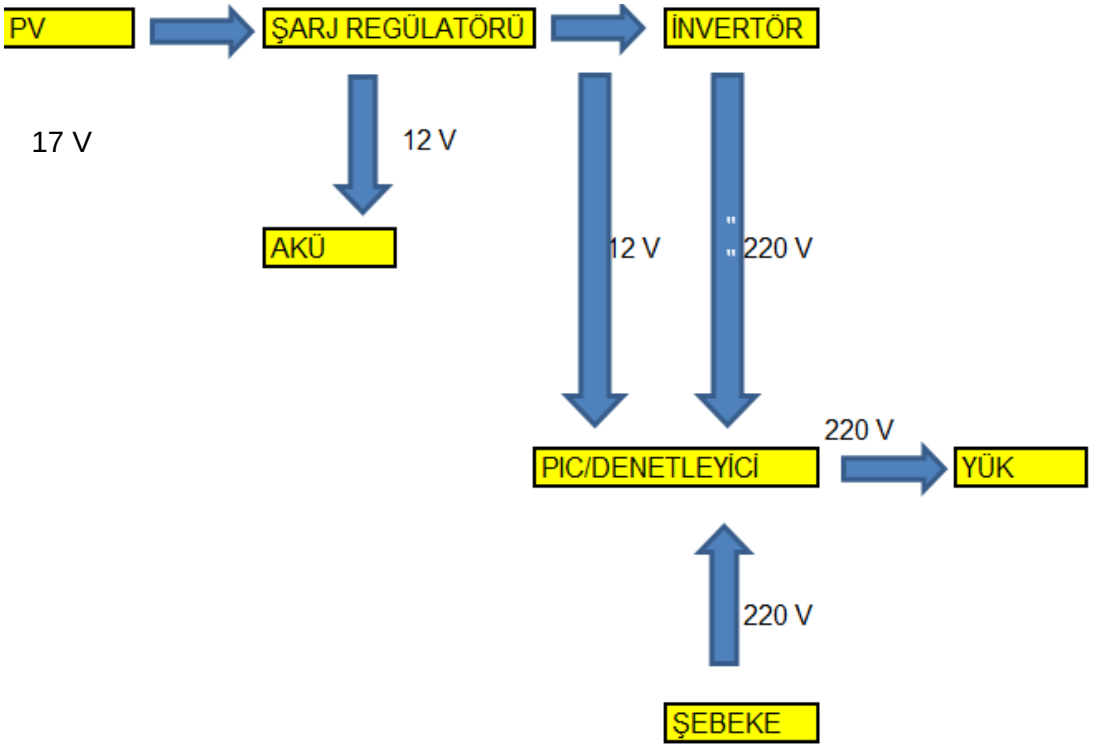


Şekil 5.1. İlk fotovoltaik sistemin genel yapısı



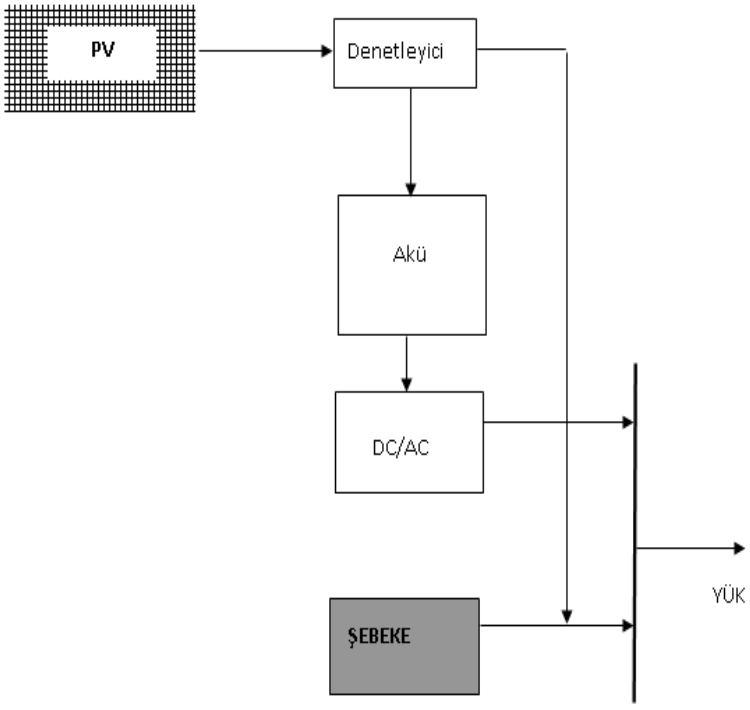
Şekil 5.2. Güneş pilinin AC bir sisteme uygulanış diyagramı

5.3. PIC Kontrollü Solar Aydınlatma Sisteminin Temel Çalışma Diyagramı



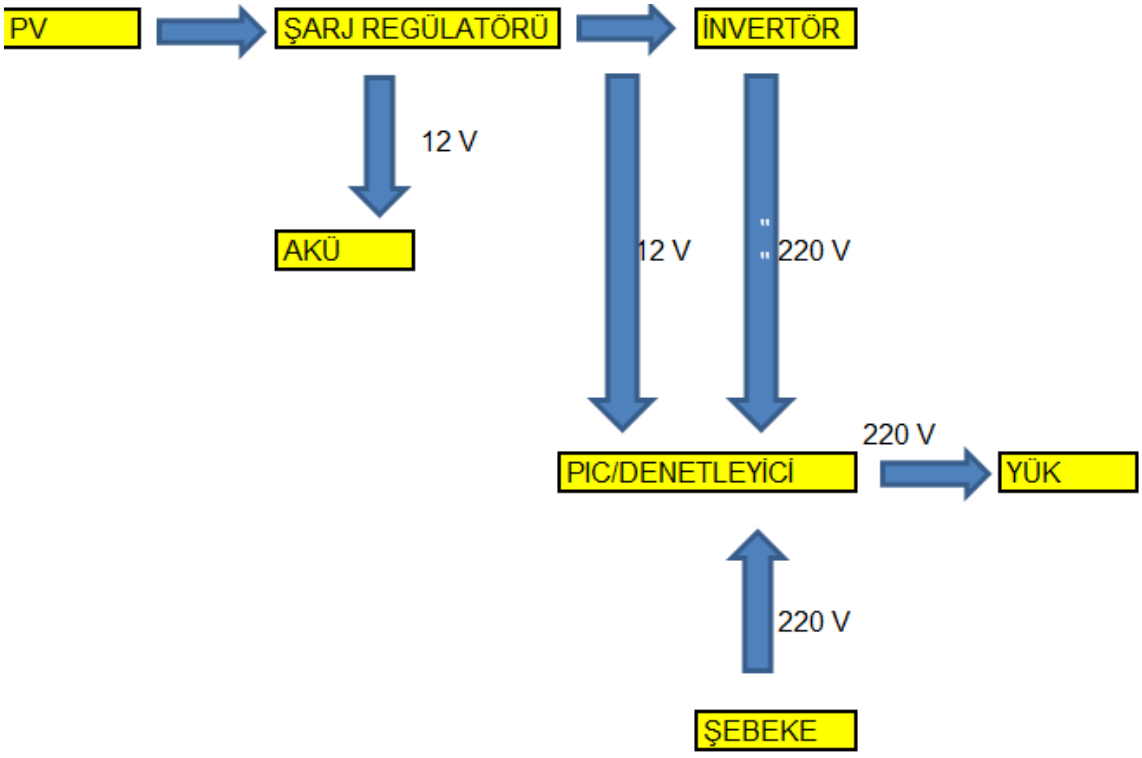
Şekil 5.3. PIC kontrollü solar aydınlatma sistemin temel çalışma prensibinin diyagramı

5.4. Sistemin Akış Diyagramı



Şekil 5.4. PIC kontrollü solar aydınlatma sisteminin çalışma akışı

5.4.1. PIC kontrollü solar aydınlatma sistemin çalışma metodu

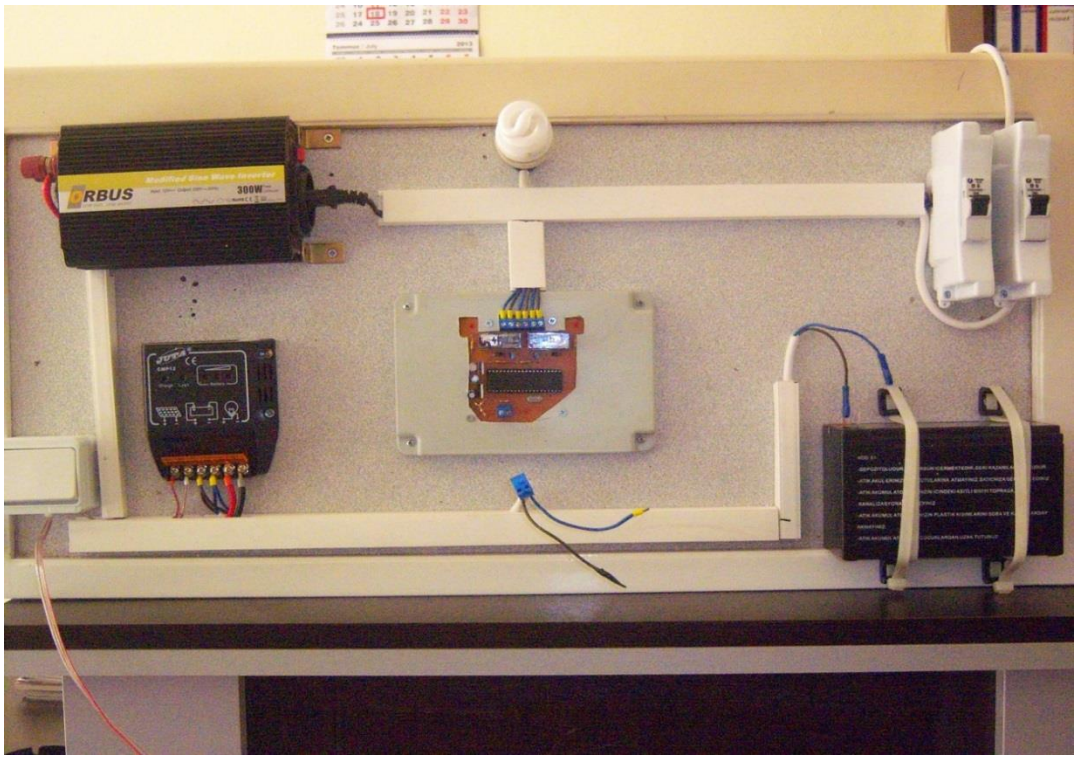


Şekil 5.5. PIC kontrollü solar aydınlatma sisteminde kullanılan materyaller

Bu tasarım çalışmasında 10W tepe gücüne sahip bir polikristal solar panel ile 7 Ah'lık 12Vluk bir akü kullanılmıştır. Kontrol uygulaması için 16F877A tipi PIC kullanılacak ve kart tasarımı yapılmıştır. PIC programlaması için PIC-C yazılımı kullanılmıştır.

Geliştirilen kontrol ve kart tasarımında ilk olarak havanın aydınlık karanlık olmasına göre lambanın açılıp kapanmasına (On/Off) yönelik bir kontrol gerçekleştirilmiştir. Kart tasarımımda PIC denetleyicisinin ile diğer çıkış bobinlerin sağlıklı çalışması için gerekli direnç ve kapasitör kullanılmış olup Analog veriler tasarlanmış ve kart üzerinde sayısallaştırılarak gerekli çıkışlar üretilmiştir.

Ayrıca akünün çıkış gerilimi izlenerek, dolu-boş durumu tespit edilerek ve akü boş ise şarj, dolu ise şarjı kesme komutları üretilmiştir. Geliştirilen düzenekte kullanılan lambalar AC voltajlı lamba olduğundan akü çıkışına DC/AC inverter takılmıştır. Gerektiğinde (akü bittiğinde ve solar panelden enerji alınmadığında) şebekeden enerji alımı yapılabilmektedir. Şebekenin devreye girip girmeyeceği kararı yine tasarlanan kart ve PIC e yazılan kod ile belirlenmiştir.



Şekil 5.6. PIC Kontrollü solar aydınlatma sistemi tasarımına ait bir görüntü

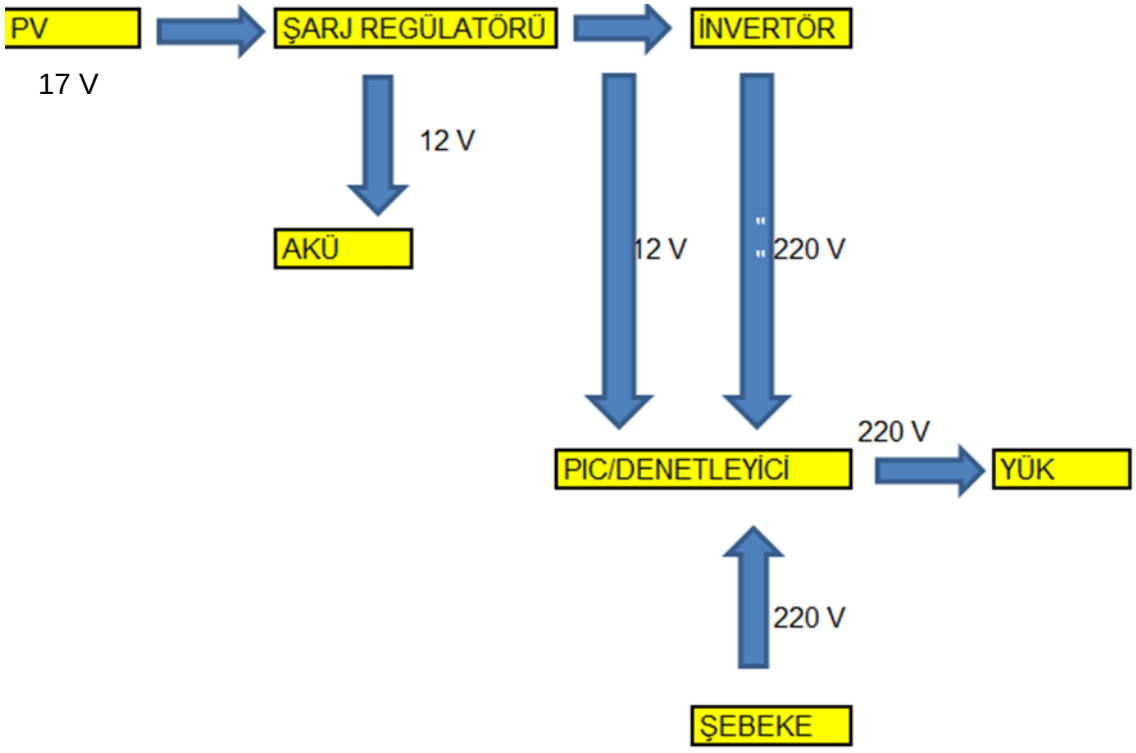
5.5. PIC Kontrollü Solar Aydınlatma Sistemini Oluşturan Materyaller

Tüm sistem, kişisel ihtiyaçlar iklim şartları yerleşim yerleri hava durumu ve güç ihtiyacı tahminlerine gibi etkenlere bağlı olarak seçilecek farklı birimlerden oluşur. Temel sistem elemanlarını belirleyen en önemli etken işlevsel ve işlemsel ihtiyaçlardır. Genel olarak bir fotovoltaik sistem;

- PV, Fotovoltaik panel ve diziler
- Şarj regülatörü/Kontrol ünitesi
- Akü(Batarya)
- İnvertör, DA - AA evirici

- PIC denetleyici
- Yük
- Şebeke

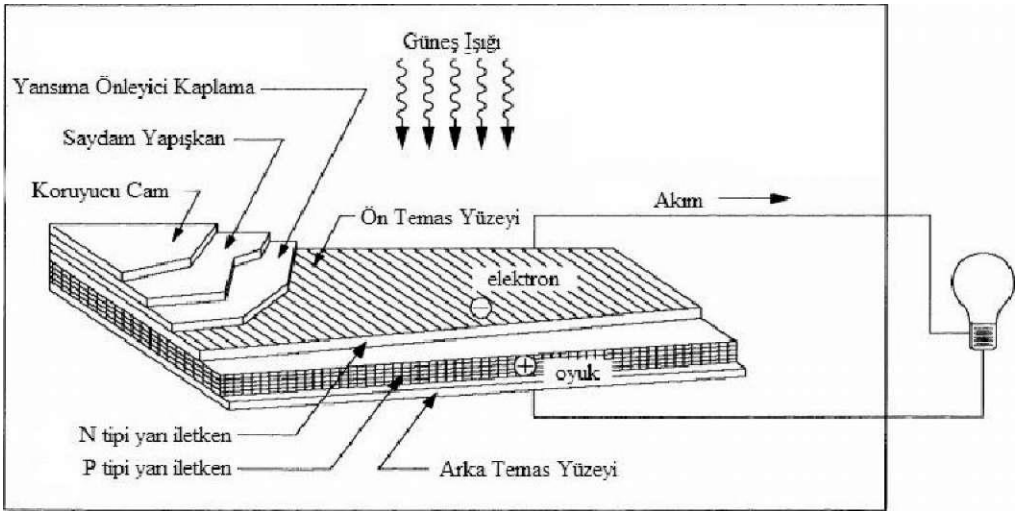
Olmak üzere yedi bölümden oluşur.



Şekil 5.7. PIC kontrollü solar aydınlatma sistemin genel yapısı

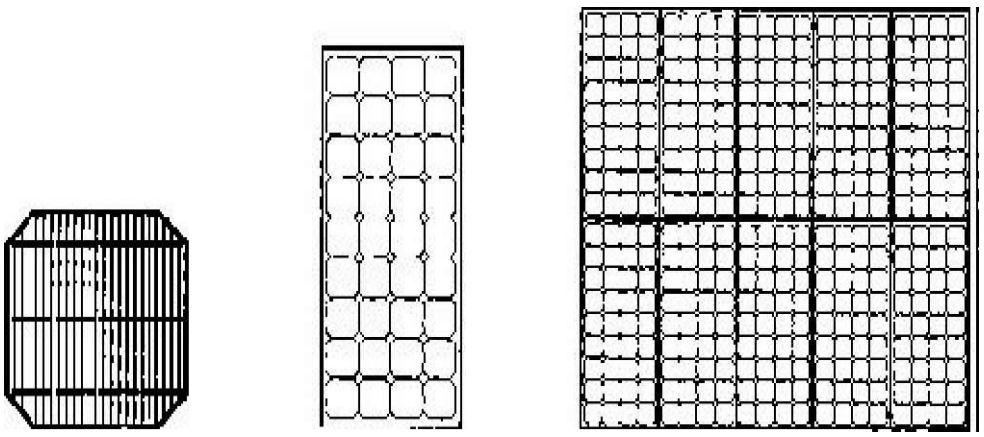
5.5.1. PV, fotovoltaik panel ve diziler

Güneş pilleri (fotovoltaik), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken maddelerdir. Güneş pillerinin %98'i Si ‘dur (silisyum) ve silisyum dünyada bol miktarda bulunmaktadır. Fakat saf halde olmayan Si, genel olarak silisyum dioksit (SiO_2, kuvars) halde bulunur ve saflaştırma işlemi oldukça maliyetlidir. Bu yüzden güneş pillerinin maliyeti de yükselmektedir. İdeal çalışma sıcaklığı 25^oC'tır, sıcaklık artışı verim kaybına neden olmaktadır.



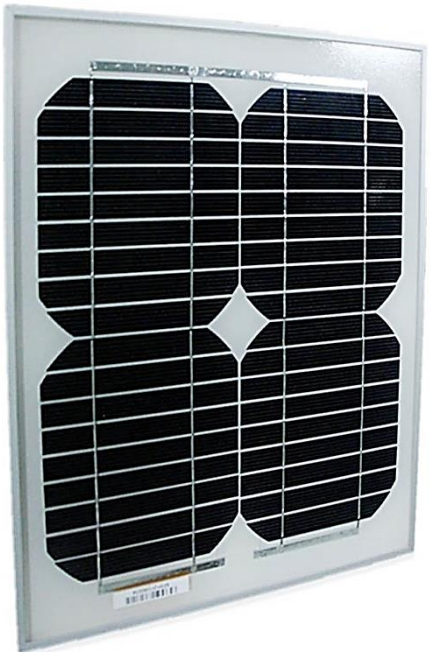
Şekil 5.8. Fotovoltaik hücrenin içyapısı

Fotovoltaik hücrelerin istenilen güç kadar yan yana dizilerek oluşturdukları sisteme fotovoltaik panel denir. İhtiyaç duyulan güç miktarı oranına göre hücre miktarı artar. Büyük güçlerde çok fazla hücrelerin paneller halinde seri bağlanması ile olur yalnız büyük güçlerde çok yer kapladıklarından dezavantajları vardır.



Şekil 5.9. Fotovoltaik hücre, panel ve dizi

Enerji dönüşümü için, yarı iletken bir diyot olan PV eleman, güneş ışığının taşıdığı enerjiyi iç fotoelektrik olaydan faydalanarak doğrudan elektrik enerjisine dönüştürür. Çalışmada kullanılan fotovoltaik panel ve panelin özellikleri aşağıdaki gibidir.



Maksimum güç: 10 W ±3%

Maksimum voltaj: 17 V

Maksimum akım: 0.67 A

Kısa devre akımı: 0.82 A

Çalışma sıcaklık aralığı: -45°C +80°C

Maksimum sistem voltajı: 600 V

Modül ebatları: 381x350x35 mm

Şekil 5.10. PIC kontrollü solar aydınlatma sistemine ait PV- fotovoltaik panel ve özellikleri

5.5.2. Şarj regülatörü/kontrol ünitesi

Solar Modüllerden elde edilen enerjinin bataryalara depolanması için şarj regülatörleri kullanılmaktadır. Güneş panellerinde oluşan voltaj güneşin gün içindeki durumuna göre değiştiği için Şarj regülatörleri olmadan, batarya şarjları yapılamaz, şarj regülatörleri, enerjinin regüle edilmesi ve batarya şarj durumun kontrolü için kullanılmaktadır. Üzerlerindeki mikrokontrolör ve yazılım sayesinde güneşe, bataryalara ve yük durumuna bakarak sistem için en ideal çalışma modunu otomatik olarak seçerler.

Bu yazılımlar çok karmaşık Algoritmalar içerirler. Dijital veya led göstergeli olan şarj regülatörleri, güneş panelleri ve bataryalardaki voltaj-akım kontrolünü yapar. Bataryaların o anki durumuna göre 3 şarj modundan uygun olanı seçip bataryaların şarj olmasını sağlayarak bataryaların uzun ömürlü olmasına yardımcı olur.

Kısacası güneş enerjisi ile akünün şarj olmasını sağlar. Yüksek güç ve voltaj veren güneş enerji panellerin düşük veya yüksek voltaj tespitini yaparak aküyü korur. Mikroişlemci kontrolü sayesinde akünün fazla dolmasını engelleyerek uzun ömürlü olmasını sağlar.

Şekil 5.11. PIC kontrollü solar aydınlatma sisteminde kullanılan şarj regülatörü

5.5.3. Akü(Batarya)

Fotovoltaik sistemlerde aküler, geceleri kullanım için veya gündüzleri modüller yük ihtiyaçlarını karşılayacak yeterli gücü üretmediği zamanlar için elektrik depolarlar. Akünün sistem içinde doğru işletilmesi aydınlatma sisteminin güvenilir çalışmasının en önemli yönüdür. Akü hücrelerinin kapasiteleri amper saat cinsinden verilir. Bu; tam şarjlı bir aküden belirli bir deşarj oranı ve elektrolit sıcaklığı altında, belirli bir gerilime kadar çekilebilen elektrik miktarıdır. PV sistemleri tarafından üretilen elektrik akımını istendiği zaman kullanmak için depolanır. Çalışmada kullanılan akünün özellikleri aşağıdaki gibidir:

Teknik Özellikleri;

- Batarya güneş paneli modülünden gelen enerji ile sürekli olarak dolacaktır.
- Batarya bakımsız kuru tip aküdür.
- Batarya 12 volt 7 AH/20 saat gücündedir.
- Batarya boyutları 60 mm x 148mm x 93mm ebatlarındadır.
- PV sistemleri genellikle 12 voltluk kursun-asit akümülatörleri kullanır.
- PV sisteminde geçici bir kesilmenin tamamını karşılayacak şekilde yeterli miktarda elektrik akımı depo eder.

Şekil 5.12. PIC kontrollü solar aydınlatma sisteminde kullanılan akü

Akülerin genel özellikleri;

- Tam olarak kapalı bakımsız tiptir.
- Geniş ısı yelpazesinde çalışabilir.
- Özel alçak basınçlı emniyet valfleri ile teçhiz edilmiştir.
- İç direnci düşük olup, bekleme kayıpları son derece azdır.
- Yatay ve dikey herhangi bir pozisyonda çalıştırılabilir.
- Uzun ömürlü ve yüksek performanslıdır.

Akülerin Kullanım alanları;

- Yedek aydınlatma sistemleri
- Yangın emniyet sistemleri
- Kesintisiz güç kaynakları
- Haberleşme cihazları
- Kontrol cihazları
- Alarm sistemleri

Akünün verimliliğini belirlemede kullanılan başlıca parametreler şunlardır: Akü tipleri, kapasiteleri, maksimum şarj akımları, gaz hali voltaj değerleri, sıcaklık, üretici toleransları, akünün dinamik zaman sabiti, akünün yaşı ve gaz haline etki eden diğer parametreler gibi. Bu parametrelerin birbirine bağlı olması da söz konusudur.

5.5.4. İnvertör (DA - AA evirici)

Evirici aküdeki DC gerilimi evlerde kullandığımız alternatif gerilime çeviren cihazdır. Başka bir deyişle, 12, 24 veya 48 DC akü voltajını, 230V AC 50Hz voltaja çevirirler. Böylece evirici vasıtasıyla evlerde kullandığımız televizyonlar, aydınlatma lambaları, bilgisayarlar veya elektrikli el aletleri araba, tekne, Solar enerji, kamping gibi mobil ortamlarda çalıştırılabilirler. Genel olarak eviriciler çıkış dalga şekilleri bakımında ikiye ayrılır. Modifiye sinüs eviriciler ve Tam sinüs eviriciler. İki dalga şekli arasındaki ince farkı ayırt etmek güçtür fakat çalıştırdıkları cihazlar açısından performanslarına bakılmalıdır.

Şekil 5.13. PIC kontrollü solar aydınlatma sisteminde kullanılan invertör

AC 220 volt elektrik enerjisinin olmadığı yerde 12 ve 24 volt aküden, 220v.AC enerji (invertör) inverterler ile sağlanır. Akıllı sistemler olarak tasarlanan inverter, aşırı yük, çıkış kısa devre, aşırı sıcaklık akü düşük ve yüksek voltajda kullanıcıyı sesle uyararak kendisini otomatik olarak korur. (invertör) İnverter tasarımları Switch mode sistemiyle %90-95 verimli çalışabilmektedirler. Küçük boyutları, vibrasyonsuz yapısı ve bakım gerektirmeyen teknolojisi ile son derece idealdir.

Ayrıca kullandığımız evirici (invertör)'ün çıkışı Modifiye sinüs dalga şeklidir. Modifiye sinüs dalga tam sinüsün taklit halidir. Kare dalgacıklar ile sinüse benzer dalga elde edilir. Avantajları, ucuz olmaları, TV, bilgisayar, küçük ev aletleri, lambaları vb. sorunsuz

çalıştırmaktadır. Çok ince bu farkı bazı televizyon ve bilgisayarlar, özellikle profesyonel ve endüstriyel cihazlar anlayabilir. Bu cihaza zarar vermez ama can sıkabilir. Örneğin bazı televizyonlarda ekranda ince bir çizgi belirebilir.

Modifiye sinüs dalga şeklinden farklı olarak tam sinüs dalga aynı evdeki gibi şebekeden aldığımız çıkıştır. Çok temiz, düzgün ve en iyisidir. Bu yüzden uygulamalarda sorunsuz olarak kullanılabilir, cihazlarınız daha az ısınır. Yük olarak motor, klima, buzdolabı çalıştıracaksanız ya da endüstriyel cihaz ve uygulamalar için kesinlikle tam sinüs evirici tavsiye edilir.

Sistemde 12V-220V ve 300 watt çevirici (invertör)'ün özellikleri;

- Kısa devre korumalı
- Aşırı yük ve ısınma durumunda sesli ikaz
- 300 W nominal 600 W maksimum
- Araç 12 v gücünü, 220 volt a çevirir.
- Sürekli çıkış gücü : 300 W
- Nominal giriş voltajı : 12 V DC
- Nominal çıkış voltajı : 220 V AC
- Frekans : 50 HZ
- Çıkış düzeni : + / - % 5
- Çıkış sekli : Modifiye sinüs
- Voltaj alarm :10.5 + / - 0.5 volt
- Kesme voltajı : 10.5 + / - 0.5 volt
- Verimlilik : 85 - 90 %
- Isıl koruma : 65 c + / - 5 c

- Aşırı yük alarm
- Koruma sigorta
- Kısa devre : Kısa devre koruma

5.5.5. PIC denetleyici

Mikro işlemci ve ona bağlı birimlerin bir arada bulunduğu bir entegredir. Mikro denetleyici bir bilgisayar sisteminin içerisinde bulunması gereken tüm birimleri tek bir tümleşik devre içerisinde birleştiren elemandır. Otomasyon ve kontrol sistemleri için çok kullanılışlıdır. Mikro denetleyicilerin genel özellikleri;

- Programlanabilir paralel giriş/çıkış
- Programlanabilir analog giriş/çıkış
- Seri giriş/çıkış
- PWM- pulse width modulation
- Interrupt (Harici ve timer ile)
- RAM, ROM gibi bellek üniteleri
- Harici bellek arabirimi
- Timer

5.5.5.1. PIC16F877A ‘nın özellikleri

- İşlemci (CPU) bulundururlar
- Flash Bellek ve EEPROM bellek çeşitleri kullanırlar
- İçerisinde değişkenleri saklamak için ise rastgele erişimli hafıza (RAM) kullanırlar
- Hızlı çalışmasından dolayı RISC mimarisini temel alan işlemci kullanırlar (RISC: Reduced Instruction Set Computing)

- Yönlendirme komutları (call ve goto) haricindeki tüm komutlar tek çevrimde mikroişlemci tarafından işlenir

- Bellek mimarisi olarak HARWARD mimarisini kullanırlar.

- Program belleğinde kullanılan Flash Belleğe oranla veri belleğinde kullanılan statik RAM oldukça hızlıdır

- 40 pinlidir (yani 40 bacağı bulunur).Bunlardan 33 tane pini giriş/çıkış (I/O)için ayrılırken geriye kalan 7 pin ise besleme gerilimi, osilatör, reset(MCLR)gibi mikrodenetleyicinin çalışması için gerekli donanıma ayrılmıştır

- En yüksek kristal hızı olarak 20 MHz ile çalışılabilinmektedir. Bu da bize şu matematiksel karşılıkları verir. Yani bu da her komutun 200 ns de bir işlem yaptığını gösterir. Eğer ki kristalimiz 4 MHz seçilirse o zaman her komut 1 Mikrosaniye olarak çalışır.
  {Her komut 4 çevrimde işlendiğinden 20/4 = 5 MHz=5*10^6 Hz
  Periyot=1/Frekans = 1/5*10^6=0,2 Mikrosaniye=200 Nanosaniye }

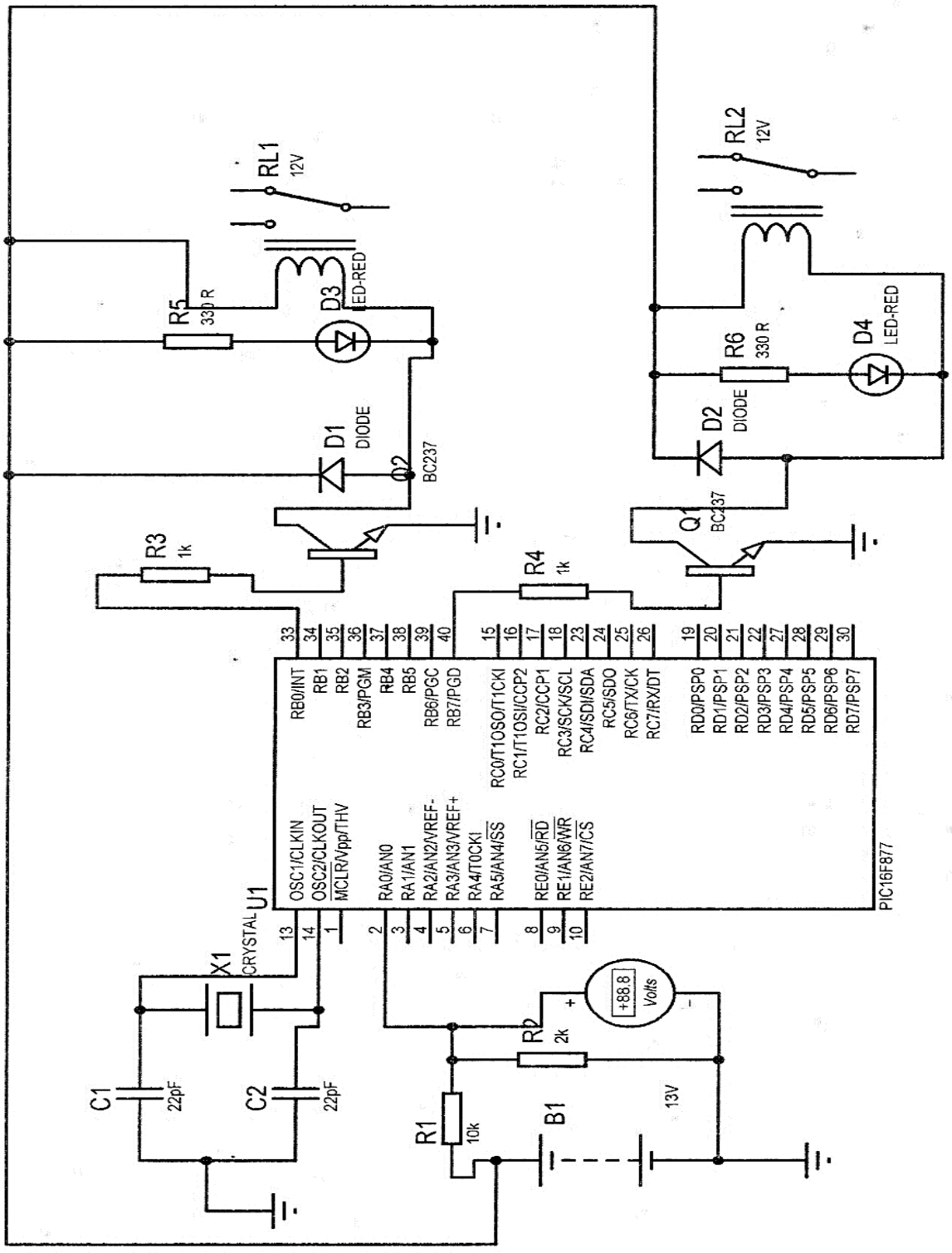
- RAM olarak tanımladığımız değişkenlerin bulunduğu veri belleği 368×8 boyutundadır. Bu 368 tane 8 bitlik veri tanımlayabileceğimiz anlamına geliyor.

- Bir başka bellek çeşidi ise EEPROM dur. PIC16F877 bize 256×8 boyutundaki veriyi EEPROM'a kaydetmemizi sağlıyor.

- EEPROM veri belleği RAM veri belleğinden farklı olarak elektrik olmadan da kayıt ettiğimiz veriyi saklayabilir.

Şekil 5.14. PIC kontrollü solar aydınlatma sisteminde kullanılan 16F877A PIC denetleyicisi

5.5.5.2. PIC kontrollü solar aydınlatma sistemine ait devrenin elektronik devresi



Şekil 5.14. PIC kontrollü solar aydınlatma sistemine ait PIC denetleyici ve yardımcı elemanların elektronik devresi

5.5.6. Yük

AC voltaj ile çalışan aydınlatma cihazı kullanılmıştır. Kullanılan ampul 13W Tasarruflu ampul olup E-14 duy ve günışığı rengindedir.

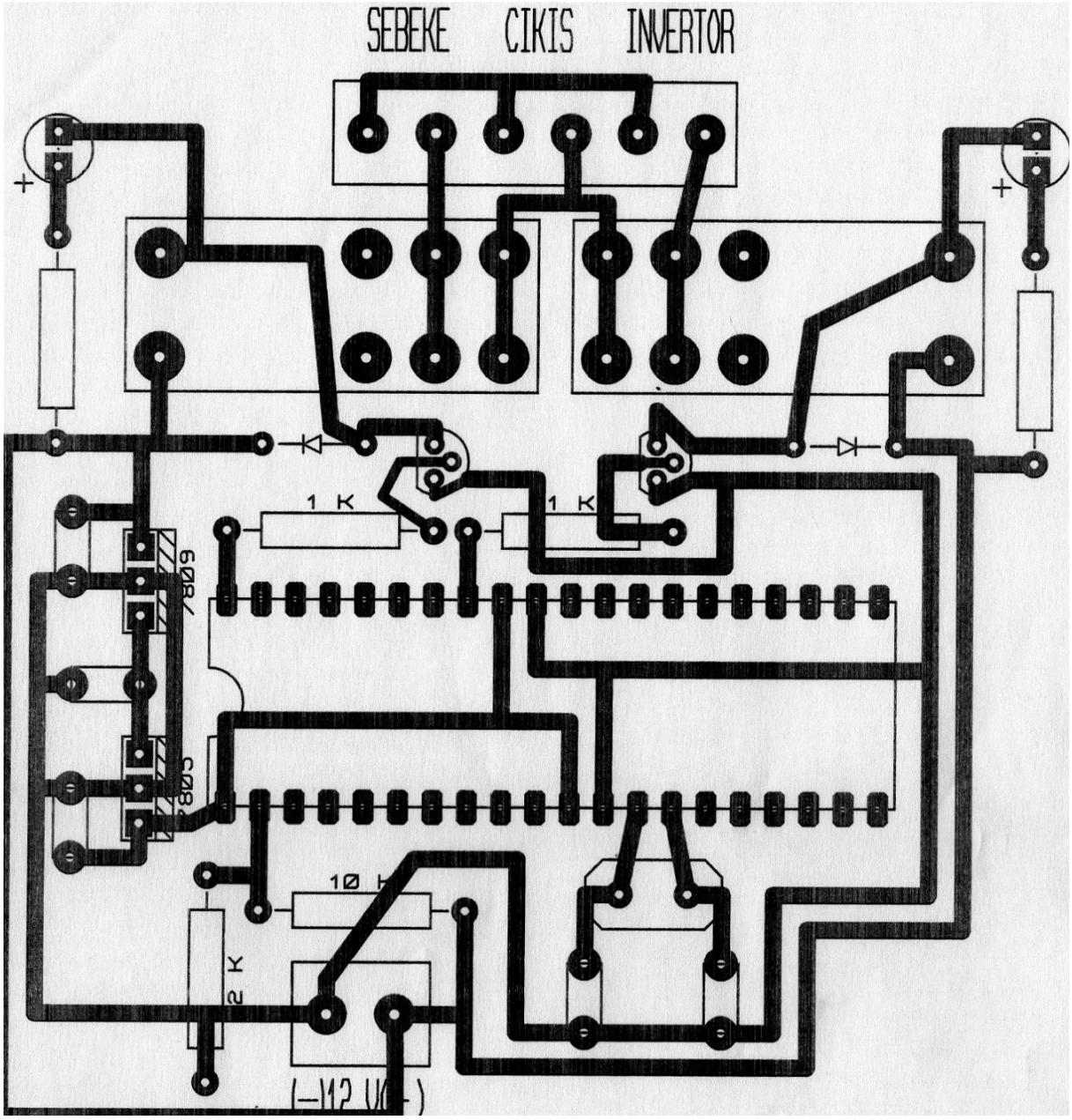
Şekil 5.15. PIC kontrollü solar aydınlatma sistemine bağlı ampul

5.6. 16F877A PIC Ait C Kodları

```
1. D:BELGELERİM\TRESİ\TEKLİFLER\Sadık adanur\sadık Adanur-zeki 3\kod. c
2. #include <16F877.h>
3. #DEVİCE ADC=10
4. #fuses XT, NOWDT, NOPUT, NOPROTECT, NOBROWNOUT, NOLVP, NOCPD, NOWRT, NODEBUG
5. #use delay(clock=4000000)
6. #use fast_io(b)
7. #define relay1 pin_b0
8. #define relay2 pin_b7
9. int16 bilgi;
10. float voltaj;
11. void main()
12. {
13. setup_timer_0 (0)
14. setup_timer_1 (t1_ disabled);
15. setup_timer_2 (t2_disabled,0,1);
```

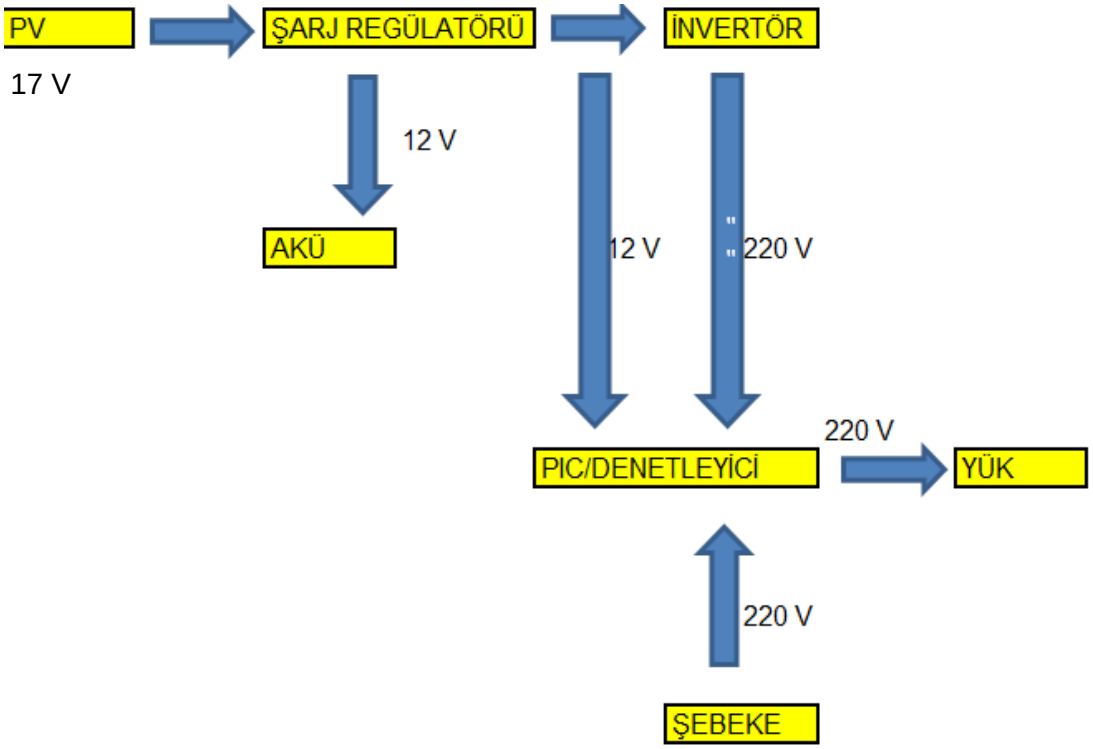
```
16. setup_psp (PSP_DİSABLED)
17. setup_ccp1(cpp_off);
18. setup_ccp2(cpp_off);
19. setup_adc (adc_clock_internal);
20. setup_adc_ports(an0);
21. set_tris_b(0x000);
22. output_b(0x000);
23. delay_ms(1000);
24. while(1)
25. }
26. set_adc_channel(0);
27. delay_ms(20);
28. bilgi=read_adc();
29. voltaj=bilgi*0.0048828125*6;
30. if(voltaj>10)
31. {
32. output_low(relay2);
33. output_high(relay1);
34. }
35. else
36. {
37. output_low(relay1);
38. output_high(relay2);
39. }
40. }
```

5.7. 16F877A PIC ‘e Ait Devre Kart Basım Şeması



Şekil 5.16. 16F877A PIC ‘e ait devre kart basım şeması

5.8. PIC Kontrollü Solar Aydınlatma Sisteminin Temel Çalışma Prensibi



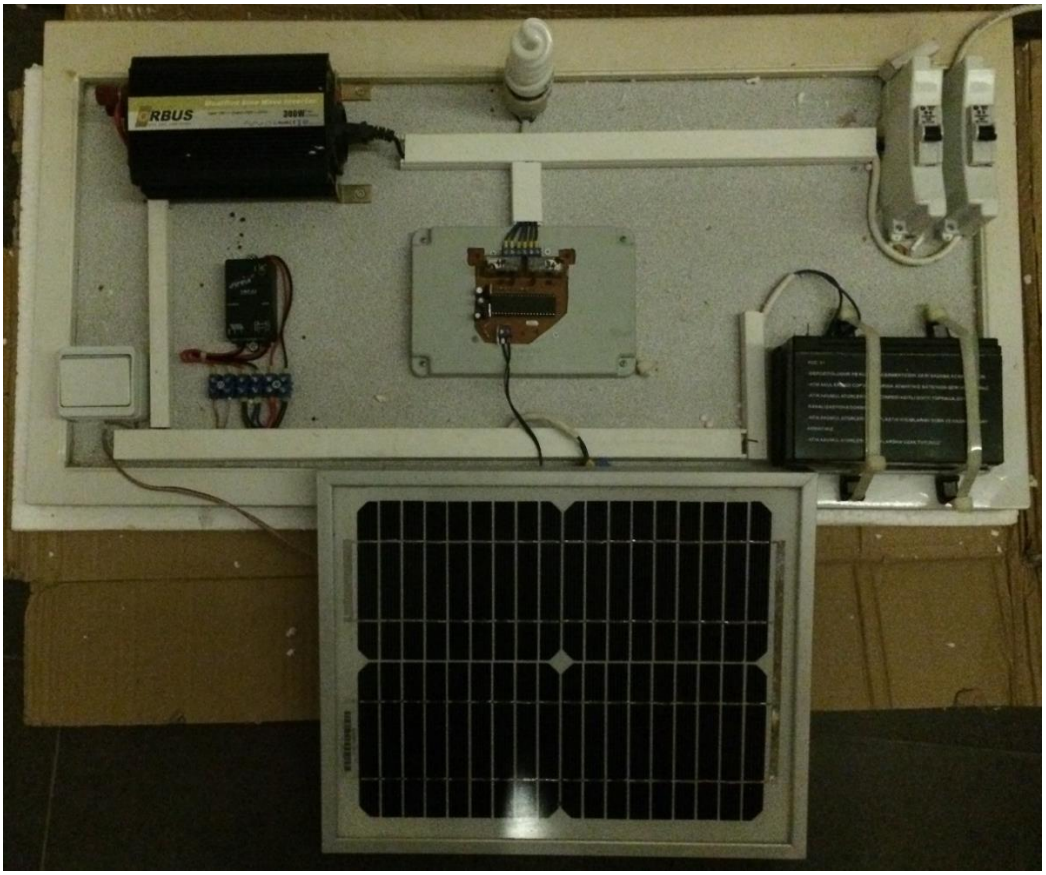
Şekil 5.17. PIC kontrollü solar aydınlatma sistemin temel çalışma prensibine ait diyagramı

1. Güneş panelinden gelen 17 voltluk voltajı şarj regülatörü, 12 volta dönüştürülerek aküye depolanır.
2. Şarj regülatörü 12 voltu yük çıkışı üzerinden invertöre gönderir.
3. İnvertör 12 voltu 220 volta dönüştürerek PIC denetleyiciye sevk eder.
4. Şebekeden gelen 220 volt, denetleyiciye sevk eder.
5. Ayrıca denetleyici, şarj regülatörü üzerinden gelen DC 12 V sürekli kontrol eder.
6. PIC denetleyicisi, şarj regülatöründeki voltaj 12 volt seviyelerinde ise invertör çıkışı olan 220 voltu çıkışa(yüke) aktarır.
7. Aküdeki voltaj değeri 12 voltun aşağısına (10 v) düştüğünde invertör çıkışını keser ve şebekeden 220 volt çıkışa(yüke) verir ve akünün dip yapması engellenir.
8. Güneş paneli (invertör) ve şebeke de gelen voltajlar 220 voltluk AC yük te birleşir.
9. Hazırlanan tezin sistem gücü 300wh'tır.

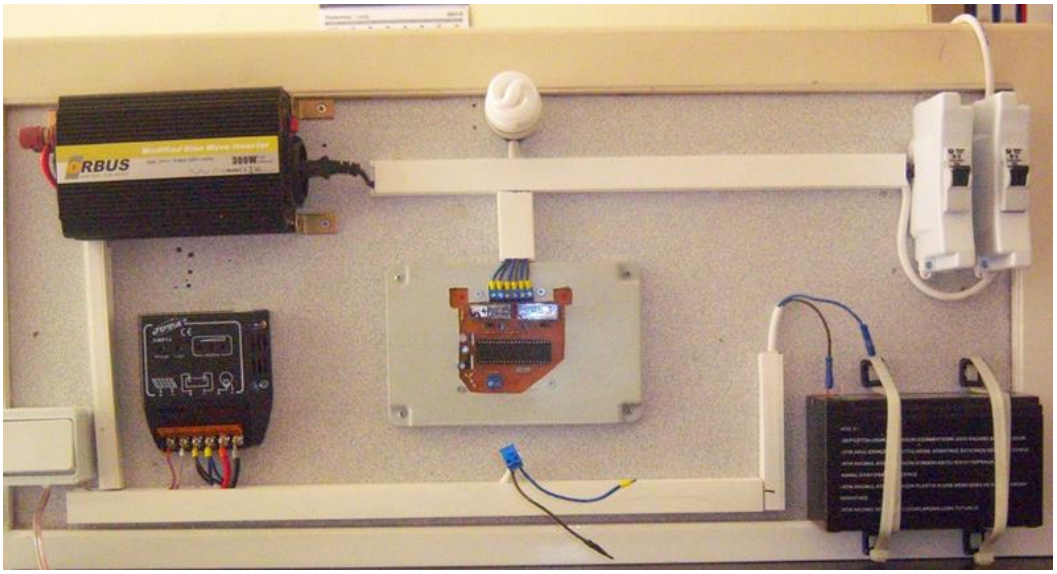
10. Hazırlanan deneysel düzenek taşınabilir olarak hazırlanmıştır.

11. Boyutları 80 Cm uzunluğunda 40 cm yüksekliğinde bir plançete üzerine monte edilmiştir.

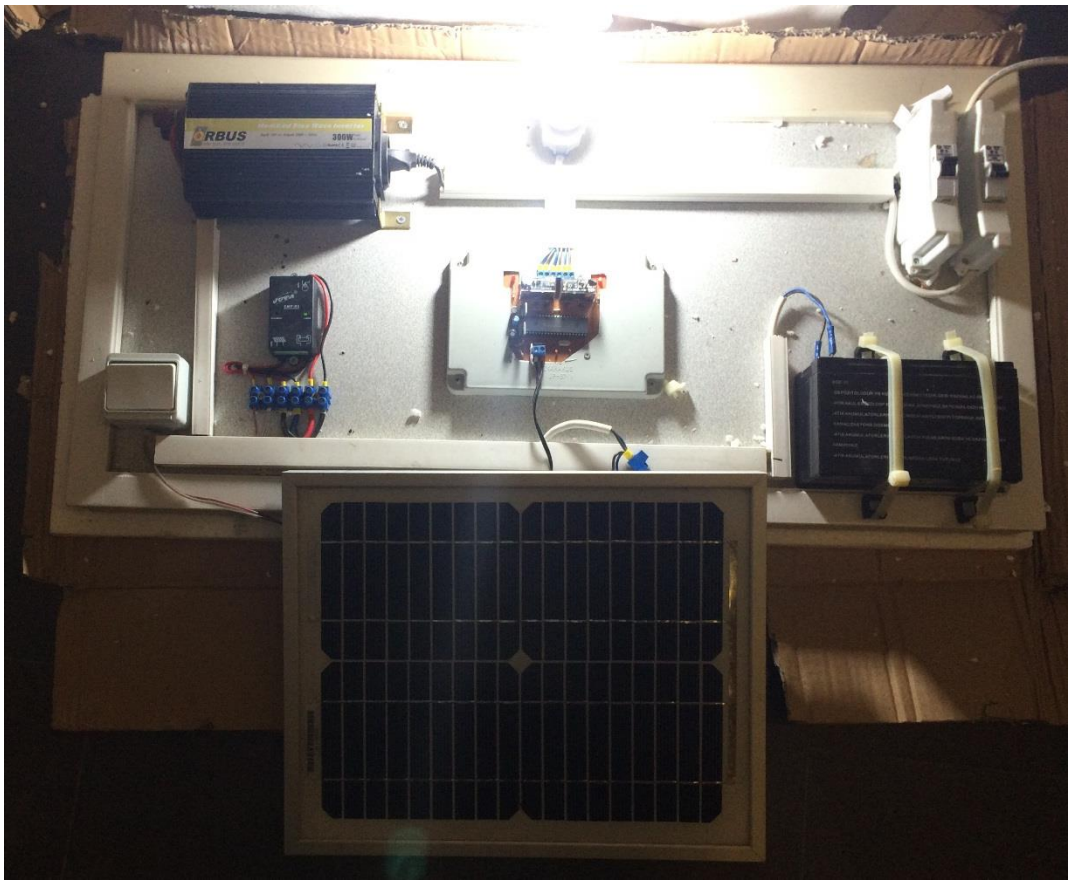
5.9. PIC Kontrollü Solar Aydınlatma Sistemine Ait Görüntüler



a)



b)



c)

Şekil 5.18. a,b,c PIC kontrollü solar aydınlatma sistemine ait görüntüler

5.10. PIC kontrollü Solar Aydınlatma Sisteminin Maliyet Hesabı

Donanım	**Özellik (Güç-Akım)**	**Fiyat**
Fotovoltaik hücreler	10 W	50,00 TL
Akü Grubu	12 volt 7 AH	31,03 TL
Akü Şarj Regulator	12 V 20 A	149,70 TL
Evirici (Inverter)	12 V DC - 230 V AC / 50 Hz 300 W	245,00 TL
PIC 16F877A	I/P (Giriş-Çıkış)	9,70 TL
Ampul	13 W(Tasarruflu ampul)	4,50 TL
Diğer elemanlar	PIC kart basımı ve düzenek	187,50 TL
Toplam Maliyet	677,43+KDV	799,37 TL

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında küçük güçlü solar panel ile bir kuru tip akü ve AC voltaj ile çalışan aydınlatma cihazı kullanılmıştır. Prototipi yapılan sistemde, havanın aydınlık karanlık durumuna göre lambanın açılıp kapanması, akünün şarj durumuna göre şarj edilip edilmeyeceği kararı verilmektedir. PIC-C programı ile yüklenen PIC denetleyicisi, güneş panelinin aküyü şarj etmeyecek durumda ise yani akü belli bir voltajın değerinin altında ise aydınlatma cihazının normal şebeke gerilimi tarafından besleneceği tasarlanmıştır.

Regülatör ve invertör gerilim değerleri gibi büyüklükler PIC-C programlama dili yardımıyla hesaplanmıştır. Ayrıca güç sistemi organizasyonu için gerekli otomasyon programı hazırlanarak bir PIC denetleyicisi kullanılmıştır. Daha önce yapılan solar sistemleri çalışmalarında kaynak (enerji) seçimi gibi otomasyonlar ve kontroller kontaktörler ile yapılmıştır. PIC kontrolü solar sistemin kontaktör kontrollü solar sisteme göre daha hızlı , daha ekonomik , boyut ve ebat olarak daha az yer kaplayan, daha hafif ve daha estetik olmaktadır. En önemlisi de PIC kontrollünün kontaktör kontrolüye göre daha hızlı olması örneğin kontaktörlerin açma kapama süresi yaklaşık 1000000 ‘ns iken PIC denetleyicisinin açma kapama komut süresi 200 ns‘dir. Böylece PIC kontrolü solar sistemlerde kaynak değiştirme hissedilmeyecek kadar hızlı yapılmaktadır. PIC kontrollü solar aydınlatma sisteminde güneş paneli ve normal şebeke seçimi PIC denetleyicisi ile yapıldığında ampul kaynak değişiminde yanıp sönmeme gibi aydınlatma değerinde hissedilir bir dalgalanma olmamaktadır.

Bu çalışmada prototipi geliştirilen sistem, ülkemizde güneşlenme oranı yüksek bölgelerde, bina içi ya da dışı aydınlatma, yerleşim yerlerinden uzakta ki evlerde elektrikli cihazların çalıştırılması, zirai sulama ya da ev kullanımı amacıyla su pompası, ilkyardım, alarm ve güvenlik sistemleri, meteoroloji gözetleme istasyonları, haberleşme istasyonları, radyo, telsiz ve telefon sistemleri, petrol boru hatlarının ve metal yapıların (köprüler, kuleler vb.) korozyondan korunması, elektrik ve su dağıtım sistemlerinde yapılan tele metrik ölçüler, orman gözetleme kuleleri, deniz fenerleri, ilaç ve aşı soğutma evlerde vb. gibi alanlarda kullanılabilir, ucuz ve bakım gerektirmeyen bir solar sistem ünitesi olmaktadır.

Öncelikle küçük tüketim merkezlerinde, mevcut güneş potansiyeli elektrik enerjisine dönüştürülerek cihazların beslenmesinde kullanılmalı, ihtiyaç fazlası üretimler şebekeye aktarılmalıdır.

Ülkemiz güneş enerjisi potansiyeli bakımından iyi durumda olmasına rağmen ne yazık ki bu potansiyeli yeterince etkin ve yaygın kullanamamaktadır. Ancak buna rağmen ülkemizde Güneş enerjisi hakkındaki çalışmalar oldukça uzun zamandır yapılmaktadır. Kamu kurum ve kuruluşlarında, üniversitelerimizde, konu ile ilgili kurulmuş vakıf ve derneklerde güneş enerjisinden etkin biçimde faydalanmak için çalışmalar sürdürülmektedir. İlk yatırım giderleri yüksek olan, ancak yakıt masraflarının olmaması nedeniyle işletme masrafları bulunmayan çevre ile uyumlu, güneş kaynaklı enerji üretim sistemlerinin gerçekleştirilmesi için gerekli uzun vadeli finansman imkânı sağlandığında bu teknolojiler gelişecek ve ülkemizde bu kaynaktan en üst seviyede faydalanmanın yolu açılmış olacaktır. Ayrıca Devletçe, sadece güneş pillerinin değil diğer güneş enerjisinden faydalanma yöntemlerinin de tanıtılması, tevsik edilmesi ve gerekli kanuni düzenlemelerin yapılması gereklidir.

KAYNAKLAR

Abut, N., 2005. Fotovoltaik Pil, Akü, Elektrik Motoru ve Su Pompası İçeren Kompleks Sistemin Dinamik Modeli, II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi, MBGAK 2005, İstanbul.

Altaş, İ. H., and Sharaf, A. M., 1991. A Solar Powered Permanent Magnet DC Motor Drive Scheme, The Proceedings of 17th Annual Conference of the Solar Energy Society of Canada, June 21- 26, Toronto, Ontario, pp. 65-70.

Binark, A. K., 2004. Ülkemizdeki Güneş Enerjisi Uygulamaları için Öneriler, *Mimar ve Mühendis Dergisi*, Sayı: 33, Nisan-Mayıs-Haziran, 80-82.

Çelik ,A., 2005. Fotovoltaik Pil, Akü, Elektrik Motoru ve Su Pompası İçeren Kompleks Sistemin Dinamik Modeli, II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi, MBGAK 2005, İstanbul.

Doğan, İ., 1999. Güneş Enerjisi Sistemleri ve İzmit'te Güneş Evinin Yapılabilirliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi.

Güneş M., 1999. Fotovoltaik Sistemin Sağladığı Elektrik Enerjisi İle Çalışan Bir Uygulama Sisteminin Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi.

Karaman M., 2003. İç ve Dış aydınlatmanın Fiber Optik Kablo ve PV Panelleri Aracılığı ile Güneş Enerjisinden Yararlanılarak Gerçekleştirilmesi ve Maliyetinin Çıkarılması. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi.

Koner P.K., 1995. OptimizationTechniquesfor A PhotovoltaicWaterPumping System, RenewableEnergy, Vol 6, Issue 1, pages 53-62.

Tuğal K ., 2009. Güneş Enerjisi , Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi,.

Ültanır M.Ö, 1996. 21. Yüzyılın Eşiğinde Güneş Enerjisi, *Bilim ve Teknik Yayını*, Sayı: 340, S: 50-55, Mart.

Yakışan, Ö., 2008. Güneş Enerjisi Üretim Sistemlerinde Bir Maksimum Güç Noktası İzleme Yöntemi İle Bir Şebeke Bağlantılı Eviricinin Geliştirilmesi ve Gerçekleştirilmesi. Doktora Tezi. Kocaeli Üniversitesi.

Yao, Y., Ramshaw, R. S., and Bustamante, E., 1991. A Review of Photovoltaic Models, Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, September 25-27, Quebec City, Quebec, Canada, pp. 56. 3. 1-56. 3. 4.

Yeager, K.E., 1992. Electric Vehicles and Solar Power: Enhancing the Adventages of Electricit , IEEE Power Engineering Review, Vol. 2, No.10.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Sadık ADANUR

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri : 01.01.1983, Cizre/Şırnak

Medeni hali : Evli

Telefon : 0 (486) 616 57 90

Faks : 0 (486) 616 57 90

e-posta : adanurcizre@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ /Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü	2014
Lisans	KSÜ/ Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü	2005
Lise	Şırnak Cizre Lisesi	2000

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2005-2014	Cizre	Elektrik Proje Taahhüt

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1.

2.

Hobiler

Mühendislik bilimleri, Basketbol, Yüzme, Futbol, Masa tenisi, Kitap okuma