



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GÜNEŞ ENERJİSİ İLE BESLENEBİLEN KESİNTİSİZ GÜÇ
KAYNAĞI TASARIMI VE UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YUSUF SEYİS

EYLÜL 2014

DÜZCE

KABUL VE ONAY BELGESİ

Yusuf SEYİS tarafından hazırlanan Güneş Enerjisi ile Beslenebilen Kesintisiz Güç Kaynağı Tasarımı ve Uygulaması isimli lisansüstü tez çalışması, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08.09.2014 tarih ve 2014/770 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Üye
(Tez Danışmanı)
Doç. Dr. Ali ÖZTÜRK
Düzce Üniversitesi

Üye
Yrd. Doç. Dr. Mehmet UÇAR
Düzce Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Uğur GÜVENÇ
Düzce Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih : 26.09.2014

ONAY

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu
.....'ın Anabilim Dalı'nda
Yüksek Lisans / Doktora derecesini almasını onamıştır.

Prof. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

26 Eylül 2014

(İmza)

Yusuf SEYİS

Sevgili Aileme

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve bu tezin hazırlanmasında süresince gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Doç. Dr. Ali ÖZTÜRK'e en içten dileklerle teşekkür ederim.

İyi bir eğitim görmem için her türlü özveriği gösteren, her zaman maddi ve manevi yönden desteklerini esirgemeyen, bugünlere gelmemde büyük emekleri olan anne ve babama en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma boyunca her türlü fedakarlığı gösteren ve desteklerini esirgemeyen değerli eşime ve biricik oğluma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP-2014.06.03.229 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

26 EYLÜL 2014

Yusuf SEYİS

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR SAYFASI	I
İÇİNDEKİLER	II
ŞEKİL LİSTESİ	V
ÇİZELGE LİSTESİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	VIII
ÖZET	1
ABSTRACT	2
EXTENDED ABSTRACT	3
1. GİRİŞ	5
1.1. AMAÇ VE KAPSAM	6
1.2. LİTERATÜR TARAMASI	8
2. MATERYAL VE YÖNTEM	11
2.1. KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAKLARI.....	12
2.1.1. Kesintisiz Güç Kaynaklarına neden ihtiyaç duyulur	11
2.1.2. Kesintisiz Güç Kaynağı Çeşitleri	14
2.1.2.1. Dinamik Kesintisiz Güç Kaynakları	14
2.1.2.2. Statik Kesintisiz Güç Kaynakları	16
2.2. Güneş Enerjisi	20
2.2.1. Türkiye'deki Güneş Enerjisi	21
2.2.2. Güneş Enerjisi Sistemleri	22
2.2.3. Güneş Enerjisinin Avantajları	22
2.2.4. Güneş Enerjisinin Dezavantajları	23

2.3. Güneş Pilleri	23
2.3.1. Güneş Pili Çeşitleri	25
2.3.1.1. <i>Tek Kristalli Silikon İçeren PV Hücreleri</i>	25
2.3.1.2. <i>Çok Kristalli Silikon İçeren PV Hücreleri</i>	25
2.3.1.3. <i>Galyum Arsenit İçeren PV Hücreleri</i>	25
2.3.1.4. <i>İnce Film Şeklindeki PV Üniteleri</i>	26
2.3.1.5. <i>Amorf Silikon</i>	26
2.3.1.6. <i>Kadmiyum Tellür</i>	26
2.3.1.7. <i>Bakır İndiyum Diselenur</i>	26
2.3.2. Güneş Pillerinin Çalışma Prensibi	27
2.3.3. Güneş Pili Modellenmesi	28
2.3.3.1. <i>Güneş Piliindeki Temel Akımlar</i>	28
2.3.3.2. <i>Güneş Pillerinin Elektriksel Karakteristikleri</i>	30
2.4. Fotovoltaik Sistem	34
2.4.1. Fotovoltaik Sistem Avantajları	35
2.4.2. Fotovoltaik Sistem Dezavantajları	36
2.5. Sistemin Tasarımı ve Uygulaması	36
2.5.1. Tasarlanan Sistemin Teknik Özellikleri	37
2.5.2. Sistemin Tanıtımı ve Genel Özellikleri	38
2.5.2.1. <i>PV Sistem Katı</i>	40
2.5.2.2. <i>Evirici Katı</i>	41
2.5.2.3. <i>Akü Grubu Katı</i>	43
2.5.3. Sistemin Çalışması	44
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	48
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	55
5. KAYNAKLAR	58
6. EKLER	62

EK-1. KGK AÇIK DEVRE BAĞLANTI ŞEMASI	62
EK-2. PV PNEL BAĞLANTI EKİPMANLARI	63
ÖZGEÇMİŞ	64

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. KGK Sistem Çeşitleri	14
Şekil 2.2. Dizel generatör KGK sistemi	15
Şekil 2.3. Dizel ve statik generatör kombine KGK sistemi	16
Şekil 2.4. Off-Line KGK sistemi	17
Şekil 2.5. Line-İnteractive KGK sistemi	17
Şekil 2.6. Bakım şalterli Line-İnteractive KGK sistemi	18
Şekil 2.7. On-Line KGK sistemi	19
Şekil 2.8. Statik geçişli şalterli KGK sistemi	19
Şekil 2.9. Fotovoltaik pilin yapısı	24
Şekil 2.10. Güneş ışığına tutulan fotovoltaik pilin temel çalışması	27
Şekil 2.11. Solar hücrenin basitleştirilmiş eşdeğer devresi	28
Şekil 2.12. Solar hücrenin tek diyotlu eşdeğer devresi	29
Şekil 2.13. İdeal bir güneş pilinin akım gerilim (I/V) ve güç gerilim (P/V) karakteristikleri	31
Şekil 2.14. PV pil panelinin doğrudan doğruya ayarlanabilen bir yüke bağlanması ve PV pillerin seri-paralel bağlanması ile oluşturulan PV güneş pili paneli	32
Şekil 2.15. PV pil panelin akım-gerilim (I-V) karakteristiğinin yükle değişimi	33
Şekil 2.16. GE ile beslenebilen KGK blok diyagramı	37
Şekil 2.17. KGK detaylı blok diyagramı	40
Şekil 2.18. PV paneller	41
Şekil 2.19. Kontrol panosu	42
Şekil 2.20. Akü grubu	44
Şekil 2.21. Watchpower programı ekran görüntüsü	45
Şekil 2.22. Eviricinin lcd ekran görüntüsü	45
Şekil 2.23. Evirici nominal değerleri	47
Şekil 3.1. PV sistem devrede	48

Şekil 3.2.	PV sistem ve yük devrede	49
Şekil 3.3.	Şebeke enerjisi devre dışı	49
Şekil 3.4.	Şebeke enerjisi devre dışı	50
Şekil 3.5.	Akü tam dolu	50
Şekil 3.6.	Şebeke enerjisi devrede	51
Şekil 3.7.	Güç tasarrufu modu	51
Şekil 3.8.	Bekleme modu	52
Şekil 3.9.	Hat modu	52
Şekil 3.10.	Akü modu	53
Şekil 3.11.	Arıza modu	53

ÇİZELGE LİSTESİ

		<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1.	Türkiye'deki bölgelerin yıllık ortalama ısınım değerleri ve güneşlenme süreleri	22
Çizelge 2.2.	Düzce iline ait potansiyel güneş enerjisi	46

SİMGELER VE KISALTMALAR

AC	Alternatif Akım
DC	Doğru Akım
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
DSP	Sayısal İşaret İzleme
EİE	Enerji İşleri Etüd İdaresi
GE	Güneş Enerjisi
KGK	Kesintisiz Güç Kaynağı
PFC	Güç Faktörü Düzeltme
PV	Fotovoltaik
TEP	Ton Petrol Eřdeđeri
A	Amper
Ah	Ampersaat
a-Si	Amorf-silikon
C	Celcius
c	İşık hızı
CE	Uygunluk belgesi
cm	Santimetre
dm	Desimetre
E	Foton enerjisi
eV	Elektrovolt
G	Solar ışık şiddeti
h	Planck sabiti
Hz	Hertz
I_L	Fotovoltaik akım
I	Akım
I_{sat}	Diyot akımı
I_p	Paralel kol akımı
I_{kd}	Kısa devre akımı
I_m	Maksimum akım

I_{pil}	Pilin akımı
I_{panel}	Panelin akımı
J	Joule
K	Kelvin
K	Kilo
m	Metre
M	Mega
mm	Milimetre
$n_{doluluk}$	Doluluk faktörü
N_p	Paralel kol sayısı
N_s	Seri kol sayısı
P	Aktif güç
P_{pil}	Pilin gücü
P_{panel}	Panelin gücü
R_s	Seri direnç
R_p	Paralel direnç
V	Volt
V_{ad}	Açık devre gerilimi
V_m	Maksimum gerilim
V_{panel}	Panelin gerilimi
V_{pil}	Pilin gerilimi
W	Watt
μm	Mikrometre
%	Verim
λ	Dalga boyu

ÖZET

GÜNEŞ ENERJİSİ İLE BESLENEBİLEN KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAĞI TASARIMI VE UYGULAMASI

Yusuf SEYİS

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Ali ÖZTÜRK

Eylül 2014, 64 sayfa

Kesintisiz güç kaynakları (KGK) şebeke enerjisi kesildiğinde elektrik enerjisini sağlayan alternatif bir kaynak olarak kullanılırlar. KGK'nın temel elemanlarından olan aküler şebeke enerjisi ile önceden doldurulmaktadır. Ancak akü kapasiteleri maliyette belirleyici bir etken olduklarından sınırlı bir kapasitede kullanılmaktadır. Uzun süreli kesintilerde akülerin boşalması ve tekrar doldurulamamaları söz konusudur. Bu çalışmada KGK' da kullanılan akülerin güneş enerjisi ile doldurulmasını amaçlayan bir sistem tasarlanmıştır. KGK ile oluşturulan bir sistemin beslemesi güneş panellerinden sağlanması durumunda mevcut sistem şebekeden bağımsız bir güneş enerji sistemine dönüşmüş olur. Böylece fazladan bir yatırıma gerek kalmadan sistem hem KGK hem de yenilebilir bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Sistem için yaklaşık olarak 2 KVA'lık güce sahip bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Kurulan sistem sayesinde enerji sürekli olarak var olacaktır. Ayrıca şebeke bağlantısı da kesilmeyerek güneş enerjisinin yetersiz kaldığı özel durumlarda enerji şebeke enerjisi ile desteklenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kesintisiz Güç Kaynağı, Fotovoltaik Piller, Güneş Enerjisi

ABSTRACT

DESING AND IMPLEMENT OF UNINTERRUPTABLE POWER SUPPLY SYSTEM CAN BE FED BY A PHOTOVOLTAIC ENERGY SYSTEM

Yusuf SEYIS

Duzce University

Institute of Science and Technology, Department of Electrical and Electronics Engineering

Master of Science Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali ÖZTÜRK

September 2014, 64 pages

Uninterruptible power supply (UPS) that provides electrical power is used as an alternative source when there is no electric power. Batteries are one of the essential elements of the UPS are pre-filled with energy. However, the battery capacity is a decisive factor in the cost batteries have been used in a limited capacity. In cases of long-term interruption, emptying and not-refilling of batteries are in question. In this study, a system which purposes to be filled the batteries used in UPS with solar power was designed. Current system will be transformed independent of network, in case of that the supply of a system constructed with UPS will be provided from solar panels. Thus, without extra investment, system can be used as both UPS and renewable energy source. The capacity of system which is installed will be equal to 2 KVA. By this system, energy will be permanent. In addition to network connection will not be interrupted and when solar energy is insufficient, energy has been supported by mains power.

Keywords: Uninterruptible Power Supply, Photovoltaic Batteries, Solar Energy

EXTENDED ABSTRACT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY SYSTEM CAN BE FED BY A PHOTOVOLTAIC ENERGY SYSTEM

Yusuf SEYIS

Duzce University

Institute of Science and Technology, Department of Electrical and Electronics
Engineering

Master of Science Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali ÖZTÜRK

September 2014, 64 pages

1. INTRODUCTION:

Electric energy is an indispensable part of our lives. It is an important factor that this energy is uninterrupted. Nowadays, energy is significant so interest in renewable energy sources has been growing. In this study, design of uninterruptible power supply fed by solar energy was done and implementation was carried out.

2. MATERIAL AND METHODS:

In this study, we target to supply UPS's feeding by solar energy which is one of renewable energy sources instead of the conventional use of grid. Firstly, design of system was done and implementation was carried out. Photovoltaic panels, batteries and inverters were used in system. Photovoltaic panels are the systems that convert directly sunlight to DC electric energy. Batteries are systems which are used to be stored DC energy. Inverters transform DC energy to AC energy. DC energy produced in photovoltaic panels will be transmitted to inverters and then conducted to battery pack. Also, in case of that load is needed DC energy stored in batteries is transformed to AC energy by inverters and thus the feeding of required loads will be supplied.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS:

In this study, energy was produced by solar energy which is one of renewable energy sources studied on and has become important in these days. UPS was fed by this energy. In conventional UPS, loads can only be fed short-time depending on battery capacity whereas this problem went away in designed system and loads which are up to 2 KVA depending on the daily capacity of system can be fed by this system. Designed and implemented system was created by combining circuits. Energy is provided to receiver used as a load with no problems.

4. CONCLUSION AND OUTLOOK:

In this study, design of UPS which can be fed by solar energy was done and implemented. UPS's are generally fed by grid energy. In this study, power generation with solar energy and UPS were supplied. The initial investment cost of system is high, however, in use it does not cost because it supplies its energy from sun. Loads which are up to 2 KVA depending on the daily capacity of system are fed by this system. Energy is provided to receiver used as a load with no problems. Also, during installation, elements must be placed on control panel to form a proper structure and the interaction of elements must be prevented (such as temperature, vibration). In case of need, power can be increased by changing some elements in designed UPS. For this kinds of studies, one solar tracker is added to photovoltaic system, so the amount of energy produced from sun increases by %20-%30. Also, grid connection is available and when solar energy is insufficient, system is supported by grid energy.

1. GİRİŞ

Enerji vazgeçilmez bir ihtiyaç olmuş ve hayatımızda her alanına girmiştir. Günlük hayatımızda kullanılan kayıt cihazları, bilgisayar sistemleri, denetim sistemleri, bazı aydınlatma sistemleri, tıbbi cihazlar, haberleşme sistemleri ve alarm sistemleri gibi sürekli besleme gerektiren uygulamalar oldukça yaygın hale gelmiştir. Bu durum bir çok sistemin yüksek kalitede ve kesintisiz enerji ile beslenmeleri gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Bu tür hassas yükler genellikle, ana güç kaynağının gerekli kalitede enerjiyi sağlayamadığı veya enerjinin kesildiği durumlarda, yedek güç kaynaklarıyla beslenmektedir. Yedek güç kaynağı, hassas yükün karakteristiğine bağlı olarak, çok farklı şekillerde temin edilebilir. KGK sistemleri, yedek güç kaynağı olarak, enerji kalitesi problemlerinin olduğu anda kritik yükleri korumak amacıyla kullanılır. Kritik yükler, KGK'ya paralel olarak veya KGK üzerinden ana güç kaynağına bağlanır. Gerilim düşmesi, gerilim yükselmesi, frekans dalgalanması gibi bir enerji kalitesi problemi oluştuğunda kritik yükleri çalışır durumda tutmak için gereken enerji, KGK tarafından sağlanır [1].

KGK'lar yapılarına göre off-line (beklemeli), on-line (beklemesiz) ve line-interactive (hat etkileşimli) olmak üzere üçe ayrılır. Off-line KGK'larda şebekede enerji bulunduğu sürece yük, şebekeden beslenir. Şebekede enerji kesildiği anda kritik yük, statik transfer anahtarı yardımıyla şebekeden ayrılarak KGK'ya bağlanır ve inverter devreye girerek akü üzerinden yükü beslemeye devam eder. Transfer anında kısa süreli bir güç kesintisi söz konusudur. On-line KGK sistemlerinde, kritik yük her zaman KGK üzerinden beslenir. Ana besleme kesildiği zaman, KGK'nın bataryaları yük için gerekli olan enerjiyi inverter üzerinden sağlar. Bundan dolayı yük uçlarında herhangi bir enerji kesintisi meydana gelmez. KGK, yükü besleme tarafından tamamen izole ederek, o yönden gelebilecek herhangi bir probleme karşı korumuş olur. Ayrıca yük tarafında meydana gelebilecek bir arızanın şebekeyi etkilemesi de önlenmiş olur. Line-interactive KGK'larda, normal şartlarda yükün enerjisi doğrudan ana beslemeden sağlanır. Bu arada inverter doğrultucu modunda çalışır ve enerjiyi ters yönde geçirerek bataryayı şarj eder. Bu nedenle bataryayı şarj etmek için ayrı bir doğrultucuya ihtiyaç yoktur. Besleme tarafında meydana gelen herhangi bir arıza nedeniyle beslemenin tamamen kesildiği

veya yetersiz kaldığı durumlarda ise, yük ana beslemeden bataryalara aktarılır. Yük uçlarında herhangi bir akım veya gerilim dalgalanmasına sebebiyet vermemek için, transfer işlemi çok kısa bir süre içinde yapılmalıdır. Günümüzde, yukarıda bahsedilen üç KGK yapısından off-line KGK'lar, yükün şebekeden KGK'ya transferi anındaki enerji kesintisi nedeniyle pek tercih edilmemektedir. Yaygın olarak on-line ve line-interactive KGK'lar kullanılmaktadır [1]. KGK'lar arasında kıyaslama yapıldığında, çift dönüşüm prensibi ile yükü besleme tarafından tamamen izole ederek, o yönden gelebilecek bütün problemlere karşı koruyan on-line KGK'ların en uygun çözüm olduğu düşünülebilir. Her ne kadar şebekeden gelebilecek problemleri elimine etse de on-line KGK'ların uzun süre hatasız çalışması beklenemez. Yapılan araştırmalarda on-line KGK'larda hatalar arası ortalama süre 30.000-50.000 saat iken hat etkileşimli KGK'larda bu süre 250.000 saatlere çıkmaktadır. Yani yıllık arıza oranı on-line KGK'larda %17 ile %25 arası iken hat etkileşimli KGK'larda %1 veya %2'dir [2].

Bu çalışmada KGK'ların enerji kesintilerinden dolayı daha uzun süre yükleri nasıl besleyebilecekleri ele alınmıştır. Uzun süreli yükleri besleyebilmek için yenilebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisi ile bu durum sağlanmıştır. İlerleyen bölümlerde KGK'ların genel yapısı, güneş enerjisi ve fotovoltaik piller hakkında genel bilgiler verilerek sistemin tasarımı ve uygulaması yapılmıştır. Ayrıca KGK'ların geleneksel ve güneş enerjisi ile beslenmesi durumları karşılaştırılarak birbirlerine göre üstünlük ve dezavantajları ifade edilmiştir.

1.1. AMAÇ VE KAPSAM

Elektrik enerjisine duyulan ihtiyaç gün geçtikçe artmakta ve artık günümüzde elektrik enerjisi sürekli çalışması gereken cihaz ve sistemlerde kullanılmaktadır. Sektördeki gelişim ile geçmişte insan gücü ile gerçekleştirilen birçok işi devralan cihaz ve sistemleri hayatımıza sokmuştur. Bilgi teknolojisi cihazları ve sürekli artış gösteren endüstriyel otomasyon sistemleri ve bunlara ait veri iletişimindeki hızların yükselmesiyle ve performans parametrelerindeki iyileştirme taleplerinin artmasıyla bu sistemleri besleyen güç kaynaklarının güvenilirliği büyük önem kazanmıştır. Son çeyrek asırda, sayısal elektronik alanındaki gelişmelere paralel olarak, KGK'lar bir çok sektörde öncelikli yatırım araçları arasına girmiştir. Özellikle elektronik veri işleme ve veri iletim teknolojilerindeki atılımlar, başta bilgisayarlar olmak üzere, bu teknolojilere dayalı tüm donanımların sürekli ve sağlıklı enerji ihtiyacını da beraberinde

getirmektedir. Enerji altyapı yatırımlarını tamamlayamamış ülkelerde, bu ihtiyaç çok daha belirgin bir şekilde kendini hissettirmektedir. Başta enerji üretim ve dağıtım şebekelerinin yetersizliği olmak üzere, birçok farklı nedenlere dayanan olumsuzluklar, doğrudan bu şebekelere bağlı olarak çalışan elektronik cihazlar için acık birer risk unsuru oluşturmaktadır. Bu tür risklerin, kullanıcı tarafından fark edilebilen en önemli kısmı ise enerji kesintileridir. Buna bağlı olarak da, kullanıcı için KGK ihtiyacı çoğu kez enerji kesintileriyle ön plana çıkmaktadır. Öte yandan, kullanıcının doğrudan hissetmesinin mümkün olmadığı diğer olumsuzluklar ise genellikle göz ardı edilmekte, fakat hiç olmadık bir zamanda, ciddi bir donanım arızası ile de ortaya çıkabilmektedir [1].

Hem güvenli hem de uzun süre yetecek bir enerjiye ulaşmak için, tek yapılması gereken güç kaynağımızı güneşle birleştirmektir. Güneş, var olduğundan beri, dünyanın yaşam kaynağı olmuştur. Buna rağmen, gücü doğru kullanılamamıştır. Güneş, 4-5 trilyon yıl dünyaya kesintisiz enerji sağlayabilme gücüne sahip bir enerji kaynağıdır. Teoride, güneş enerjisinin verimli bir şekilde kullanılması, küresel yıllık enerji ihtiyacını 1,5 saatten daha kısa süreye düşürecektir. Güneş enerjisinin yarısından çoğu uzaya geri döner. Bu devasal enerji kaynağını kullanmamak, her saniye yitirilmiş bir enerjiyi ifade eder. Araştırma sonuçları, mevcut geleneksel güneş enerjili tekniklerinin, yıllık küresel enerji gereksiniminden 400 kat daha fazla bir enerji sağlayacağını göstermektedir. Avrupa'da her metrekareye, yılda 1200 KW saate yakın enerji verilmektedir. Bu, metrekare başına 120 litre gazoline eşdeğerdir. Geniş bir açıdan bakıldığında, dünya nüfusunun % 85 ile % 90'ının yaşadığı bölgelerde, çok büyük miktarda güneş enerjisinin kullanılabilmesi gerçeği görülebilir [3].

Bu çalışmada enerji kaynağı olarak günümüzde hayatımızı etkiler hale gelen şebeke enerjisinin yerine son zamanlarda üzerinde yapılan çalışmaların arttığı ve yenilebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisi(GE) ile kesintisiz, devamlı ve güvenilir bir enerji üretilecektir. Sistem maliyeti yüksek olup zaman içerisinde kendini amorti edecektir. Bu çalışmada 2 KVA'lık bir KGK'nın tasarımı ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Tasarımı yapılan ve uygulaması gerçekleştirilen KGK'nın; GE ile şarj edilen 24V DC olan akülerdeki enerjiyi 220V AC'ye dönüştürmesi ve gerekli yükleri beslemesi sağlanmıştır.

1.2. LİTERATÜR TARAMASI

Elektrik enerjindeki kalitenin ve kesintisiz enerjinin büyük bir önem kazandığı zamanımızda sistemlere kesintisiz enerji aktaran ürün olan KGK ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir.

1990 yılında yapılan bir çalışmada modern yedek güç sistemlerinin önemli bir parçası olarak kesintisiz güç kaynakları incelenmiştir. Günümüzde birçok farklı KGK teknolojilerinin birbirlerine göre elektriksel performans değerlerinin ve çalışma karakteristiklerinin bütün bir yedek güç sistemi üzerindeki etkilerinin bilinmesi son derece önemli olduğu belirtilmiştir. Yedek güç sisteminin en uygun değer şekilde tasarlanabilmesi, komple bir “sistem” yaklaşımının benimsenmesine bağlı olduğu görülmüştür. Bu çalışmada, değişik çizim teknikleri incelenmiş ve bir kesintisiz güç kaynağı şeması verilmiştir [4,5]. 1994 yılında yapılan bir çalışmada, bir kesintisiz güç kaynağının AC/DC dönüşüm ve DC/AC dönüşüm kısımlarında sırasıyla bir yarım köprü doğrultucu ve bir yarım köprü inserte kullanmanın, yalıtkan transformatörü gereksinimini ortadan kaldıracığı, dolayısıyla kesintisiz güç kaynağının, hem daha verimli hem de daha küçük boyutlarda olmasına imkân sağlayacağı belirtilmiştir. Fakat bu şekilde tasarlanmış bir devre, çok yüksek gerilimli depolama bataryalarına ihtiyaç duyar. Bu durum da 1-3 KW sınıfındaki küçük kapasiteli kesintisiz güç kaynakları için uygun değildir. Bu çalışmada, ihtiyaç duyulan batarya gerilimini azaltmak için iki teknik üzerinde durulmuştur. Bunlardan ilki, çift yönlü kıyıcı, ikincisi ise yedek inserte kullanmaktır. Ayrıca bahsedilen bu teknikler sırasıyla 3 KW ve 1 KW kesintisiz güç kaynaklarında uygulanmıştır [4,6]. 1995 yılında yapılan bir çalışmada, yapısında yük harmonik akımlarını kompoze etmek amacıyla, DSP tabanlı bir aktif güç filtresi bulunduran hat etkileşimli bir kesintisiz güç kaynağı sunulmuştur. KGK'nin tam köprü anahtarlama parça güç dönüştürücüsü, yük harmoni akımlarını kompoze etmek için aktif güç filtresi olarak kullanılmıştır. Hem bilgisayar simülasyonu hem de deneysel sonuçlar sistemin başarılı bir sonuç ortaya koyduğunu göstermektedir [4,7]. 1996 yılında yapılan bir çalışmada, çift dönüşümlü geleneksel kesintisiz güç kaynaklarından kaynaklanan harmonilerin, düşük güç faktörü ve yüksek enerji kaybı ile, araştırmacıların dikkatlerini bu yöne çevirmelerine neden olduğu belirtilmiştir. Gerçekten de günümüzde birçok KGK çözüm olmaktan çok problem olarak karsımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, giriş akım harmonik distorsiyonunu elimine eden, kontrollü birim güç faktörü sağlayan ve enerjiyi verimli kullanan yeni bir hat etkileşimli, on-line

KGK teknolojisi sunulmaktadır. Öncelikle geleneksel çift dönüşümlü kesintisiz güç kaynakları ve bunlardan kaynaklanan problemlerin nedenleri ve sonuçları üzerinde kısa bir gözden geçirme yapılmaktadır. İkinci olarak tek dönüşümlü hat etkileşimli KGK topolojisi avantajları ile birlikte incelenmektedir. Daha sonra üçgen dönüşümlü KGK topolojisi sunulmakta ve farklı avantajlarıyla birlikte detaylı olarak araştırılmaktadır. Son olarak da her üç tip KGK teknolojisinin performans kıyaslaması yapılmaktadır [4,8]. 2000 yılında yapılan bir çalışmada tek fazlı üç kollu on-line kesintisiz güç kaynakları için yeni bir modülasyon metodu sunulmaktadır. Üç anahtarlama sırası tanımlanmakta ve toplam harmonik distorsiyonu ve giriş akımı ile çıkış geriliminin frekans spektrumunda harmoniklerin yeri bakımından değerlendirilmektedir. İlk anahtarlama sırasının, dönüştürücünün kollarından birisi düşük frekansta anahtarlandığı için basit bir yumuşak anahtarlama yardımcı devresine ihtiyaç duyduğu sonucu elde edilmiştir. İkinci anahtarlama sırası daha düşük anahtarlama kayıplarına sahip olduğu için zor anahtarlama uygulamaları için uygundur. Üçüncü anahtarlama sırasının ise orta düzeyde anahtarlama kayıplarına sahip olduğu ve bütün işletme şartlarında tanımlanabilir frekanslarda harmonik ürettiği görülmüştür. Ayrıca sunulan metodu desteklemek için DSP kontrollü 1 kW kesintisiz güç kaynağı ile yapılan deneysel çalışmaların sonuçları verilmiştir [4,9]. 2001 yılında yapılan bir çalışmada 85W güneş paneli ile çalışan bir prototip bağımsız güç kaynağı uygulaması hazırlanmış, panelleri 32° eğimli olarak güneşe sabitleyerek sistem tasarlanmıştır [10]. 2002 yılında yapılan bir çalışmada, etkili bir güç kompanzasyonunu gerçekleştirmek, yük harmonik akımlarını bastırmak ve çıkış gerilim regülasyonu sağlamak gibi avantajlara sahip, seri ve paralel aktif güç filtreleri içeren, üç fazlı bir hat etkileşimli kesintisiz güç kaynağı sunulmuştur. Üç fazlı KGK sistemi iki farklı aktif güç filtresi topolojisinden oluşmaktadır. Bunlardan ilki, giriş gerilimi ile aynı fazda, sinüzoidal akım kaynağı olarak çalışan seri aktif güç filtresidir. Diğeri ise yüke, düşük toplam harmonik distorsiyonlu, regüle edilmiş, sinüzoidal bir besleme sağlayan, giriş gerilimi ile aynı fazda, sinüzoidal gerilim kaynağı olarak çalışan paralel aktif güç filtresidir [4,11]. 2004 yılında yapılan bir çalışmada, kesintisiz güç kaynakları için elektriksel performans test yöntemleri ayrıntılı olarak incelenmiş ve çoğunlukla bilgisayar donanımını korumak için kullanılan, nominal çıkış gücü 3000 VA'e kadar olan on-line tek fazlı KGK'lar için bu test yöntemleri uygulanmıştır. Ayrıca elektrik şebekesinde meydana gelebilecek olası güç kalitesi problemleri tanımlanmış ve her bir KGK'nın kendisine bağlanan hassas yükü hangi problemlere karşı koruyabildiği incelenmiştir. Sonuç olarak, 500 ile 3000

VA güç aralığında ve değişik firmaların ürettiği yirmi KGK çeşidi için test sonuçları sunulmuştur [4,12]. 2004 yılında yapılan başka bir çalışmada güneş enerjisinden yararlanarak elektrik üretimi üzerine bir makale yazılmıştır. Enerji ve kullanımı, enerji kaynağı olarak güneş ve güneş enerjisi, fotovoltaikler, güneşten elektrik üretmenin faydaları ve sistem dizaynından bahsedilmiş olup, vakit kaybetmeden yeni ve temiz kaynaklardan enerji üretimine geçilmesi gerektiğini vurgulanmıştır [13]. 2005 yılında yapılan bir çalışmada, yüksek performanslı tek fazlı on-line bir kesintisiz güç kaynağı sunulmuştur. KGK, hem akü şarj edici hem de inverter olarak çalışan üç kollu bir dönüştürücüden oluşmaktadır. Birinci kol aküyü şarj etmek için, üçüncü kol çıkış gerilimini ayarlamak için kontrol edilir. Ortak kol ise şebeke frekansında kontrol edilir. Şarj edici ve inverter birbirinden bağımsız olarak kontrol edilir. Şarj edici, güç faktörü düzeltme (PFC) özelliğine sahiptir. İnverter regüleli çıkış gerilimi sağlar ve ani yüksek akım çeken yüklerde çıkış akımını sınırlandırır. Üç kollu dönüştürücü, anahtarlama elemanlarının sayısını azaltmakta ve sonuç olarak sistem daha az güç kaybına neden olmakta ve ucuz maliyetli bir yapıya sahip olmaktadır [4,14].

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada Kesintisiz Güç Kaynaklarındaki kısa süreli enerji depolama sorununu çözmek amacı ile KGK'nın beslenmesi Fotovoltaik paneller ile sağlanacak ve bu şekilde enerji güneşten ışınlarından üretilecektir. KGK'lar tasarlanan sistem ile sadece enerji kesilmesi durumunda devrede olmayıp, sürekli olarak devrede olacaktır.

2.1. KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAKLARI

Günümüzde elektronik alanındaki gelişmelere paralel olarak, KGK'larda öncelikli yatırım araçları arasına girmiştir. Özellikle elektronik veri işleme ve veri iletim teknolojilerindeki atılımlar sürekli ve sağlıklı enerji ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Enerji alt yapı yatırımlarını tamamlayamamış ülkelerde, bu ihtiyaç çok daha belirgin bir şekilde kendini hissettirmektedir. Başta enerji üretim ve dağıtım şebekelerinin yetersizliği olmak üzere, bir çok farklı nedenlere dayanan olumsuzluklar, doğrudan bu şebekelere bağlı olarak çalışan elektronik cihazlar için açık birer risk unsuru oluşturmaktadır. Bu tür risklerin, kullanıcı tarafından fark edilebilen en önemli kısmı ise enerji kesintileridir. Buna bağlı olarak da, kullanıcı için KGK ihtiyacı çoğu kez enerji kesintileriyle ön plana çıkmaktadır. Bir problem olarak, KGK sistemlerinin en yaygın varlık nedeni olan habersiz enerji kesintileri, kullanıcılar açısından her yıl dünya genelinde büyük ölçüde maddi zarar ve işgücü kayıplarına neden olmaktadır. Business Week dergisinde 1991 yılında yayınlanan bir araştırmaya göre, sadece ABD ekonomisinde, elektrik şebekesinden kaynaklanan çeşitli problemlerle ortaya çıkan; malzeme, bilgi ve verimlilik kayıplarının toplam değeri, yıllık ortalama 26 milyar dolar olarak hesaplanmaktadır. Enerji kesintileri dışında, elektronik donanımlar için çok daha ciddi riskler içeren diğer şebeke sorunları da, özellikle endüstriyel tesislerde ciddi zararlara neden olabilmektedir. Düşük ve aşırı gerilim, şebeke harmonikleri, gerilim sıçramaları, gerilim dalgalanmaları ve frekans değişimleri, ancak gerekli ölçüm cihazları ile tespit edilebildiklerinden, çoğu kullanıcı için kötü bir zamanda, kötü bir sürpriz olarak kendilerini göstermekte, bu tür bir teknik arıza da bazen yüz milyarlarca liralık üretim kaybını beraberinde getirebilmektedir. Gelişen yarı iletken teknolojileri sayesinde KGK'lar, kullanıcılarına tüm bu riskleri ortadan kaldırabilme imkanı sunmakta ve besledikleri sistemler açısından en önemli teknik güvenceyi sağlamaktadırlar. Günümüzde geçerliliğini koruyan farklı KGK teknolojilerinin gelişim

süreçleri, özellikle doğrultma ve dönüştürme tekniklerinde büyük aşamalar kaydedilmesini sağlayan yeni teknolojilerin gelişimi ile de doğrudan ilişkilidir. KGK'ların kontrol sistemlerinde de, daha gelişmiş mikroişlemcilerin ve DSP'lerin kullanımının yaygınlaşması, basit LED göstergelerin yerini grafik tabanlı LCD ekranların ve gelişmiş denetim yazılımlarının alması, KGK kavramını oldukça farklı boyutlara taşımıştır. Tüm bu teknik gelişmeleri farklı şekillerde bünyelerine taşıyan ve kesintisiz enerji ihtiyacını karşılamak üzere ortaya çıkan KGK teknolojilerinin, genelde iki farklı temel prensip doğrultusunda gelişim gösterdiği söylenebilir. Enerjinin kinetik olarak depolanmasını ve kesinti sırasında dinamik bir düzenekle yükler aktarılmasını esas alan dinamik KGK teknolojileri, günümüzde de özellikle büyük yükler açısından cazip bir seçenek olmaya devam etmektedir. Daha yaygın uygulama alanı olan elektronik ağırlıklı statik KGK teknolojilerinde ise, kesinti sırasında kullanılacak enerji, statik doğrultucular aracılığıyla akülere depolanır ve yine statik inverterler aracılığı ile yükler aktarılır. Düşük güçlerden itibaren çok geniş bir güç aralığında kullanım imkanı olan statik KGK teknolojileri, besleme teknikleri ve bağlantı prensipleri açısından kendi içinde farklı uygulama yöntemlerini içerir. Bu yöntemlerin en güncel ve yaygın kullanım şekilleri ise "Line-interactive" (hat etkileşimli), "Off-line" (beklemeli) ve "On-line" (beklemesiz) sistemlerdir (Özdemir 2001).

2.1.1. KGK'ya Neden İhtiyaç Duyulur

Elektrik enerjisinin gittikçe yaygın kullanım alanı bulması, hayati önem taşıyan ya da sürekli çalışması gereken, cihaz ve sistemlerde uygulanması, bu enerjiyi üreten kaynakların güvenilirlik sorununu gündeme getirmiştir. Tüketilen elektrik enerjisinin %95'den büyük bir oranını sağlayan AC şebekede, güvenilirlik için alınan tüm önlemlere rağmen, günümüz uygulamalarında yetersizliklerle karşılaşmakta, kritik yük olarak nitelendirilen cihaz ve sistemlerin KGK üzerinden beslenmesi zorunlu olmaktadır.

AC şebekeler aşağıdaki özellikleri sağladığı varsayılan gerilim kaynaklarıdır;

- Sabit efektif değer ve sabit frekansta alternatif gerilim sağlar.
- Gerilim dalga şekli sinüzoidaldir.
- Sağlanan enerji süreklidir.
- Sıralanan bu özellikler yükleme şekli ile değişmez [15].

Ancak bu özellikleri pratikte bulmak mümkün değildir. Şebekeyi oluşturan kuvvet santrallerindeki jeneratörlerden tüketicinin bağlandığı besleme panolarına kadar bütün

birimler, belirtilen özellikleri sınırlı olarak sağlarlar. Gerilimin efektif değeri ve dalga şeklinin değişmesi, genellikle yüklenmeye bağlıdır. Kısa devre empedansının ideal olarak sıfır olmaması, çekilen akıma bağlı olarak gerilimin değişmesine neden olur. Şebekenin herhangi bir noktasında oluşacak geçici arızalar da tüketiciyi etkiler. Enerji nakil hattının kopması, aşırı yüklenmede kesicilerin devreyi açması, nakil hattına yıldırım düşmesi, indirici ve yükseltici trafoların devreye girip çıkması gibi durumlarda; gerilimde kısa ya da uzun süreli kesintiler görülür ve tüketici temiz bir enerji ile beslenemez. Buna benzer durumlarda motor-jeneratör grupları gibi yedek güç kaynaklarına başvurulabilir. Ancak bunlar elektro-mekanik dönüştürücüler olduğundan, kesinti süresini belli bir değerin altına indiremez. Kesinti sırasında grubun otomatik olarak çalıştırılması ve sürekli rejime girmesi bile birkaç dakika alır. Grubun sürekli çalıştırılması ve kesinti ile birlikte yükün jeneratöre aktarılması ise birkaç yüz milisaniye süre gerektirir. Ancak bu yol da ekonomik açıdan verimli değildir. Modern teknolojinin getirdiği olanaklar yanında karşılaşılan belki de en önemli problem, elektrik gücü ile çalışan bir takım cihaz ve sistemlerin, beslemede görülebilecek çok kısa süreli aksamalardan bile etkilenmeleridir. Hastaneler, havaalanları, haberleşme merkezleri gibi kuruluşların kesintilere tahammülü gittikçe azalmaktadır. Örneğin bir açık kalp ameliyatı veya iniş sırasında uçağa gerekli bilgilerin aktarılması anında doğabilecek kesintiler hayati önem taşımaktadır. Şebeke arızaları, endüstriyel otomasyon sistemlerinde verimi büyük ölçüde etkilemektedir. Süreklilik isteyen proseslerde kesinti sonucu doğan malzeme ve işgücü kayıpları önemli boyutlardadır. Gerek hayati önem taşıyan kuruluşlarda, gerekse endüstriyel uygulamalarda gittikçe yaygınlaşan KGK'ların kullanım alanları aşağıda sıralanmıştır.

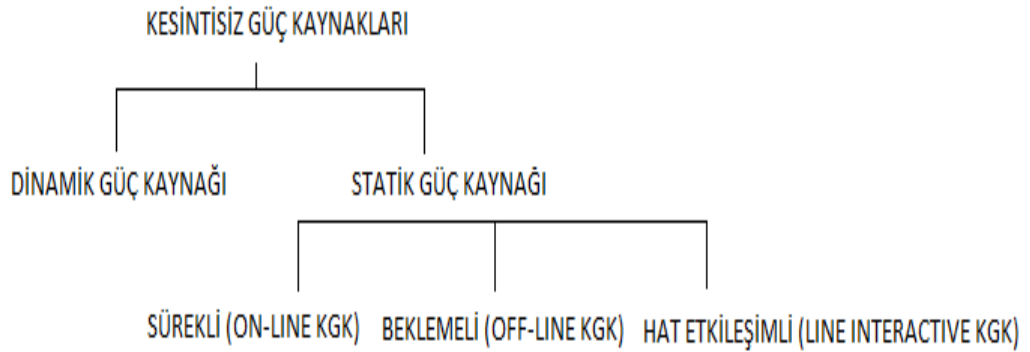
- Tıbbi elektronik cihazlar, hastaneler.
- Hava alanı aydınlatması, hava trafik kontrol merkezleri.
- Bilgisayarlar ve bilgisayar destekli otomasyon sistemleri.
- Asansörler ve elektronik kapılar.
- Acil durum aydınlatmaları.
- Askeri radar sistemleri.
- Haberleşme ve yayın kuruluşları.
- Barkod cihazları, yazar kasalar, elektronik teraziler.

Kesintisiz güç kaynakları iste bu gereksinimlerin zorlaması ile ortaya çıkmış statik elektronik düzenlerdir. Güç elektroniği ve elektronik kontrol tekniğindeki gelişmelere paralel olarak yenilenen KGK'lar günümüzde tüketicinin tüm isteklerine cevap

verebilecek özellikte ve performansta yapılabilmektedir. KGK'lar özellikle bilgi işlem sistemlerinde ve kişisel bilgisayarlarda, şebekede bir arıza oluşması halinde o esnada çalışılan bilginin kaybolmaması ve genel olarak cihazın şebekeden gelebilecek güç kalitesi problemlerine karşı korunması amacıyla kullanılmaktadır [15].

2.1.2. KGK Çeşitleri

KGK sistemleri çalışma şekillerine göre Şekil 2.1'deki gibi sınıflandırılır.

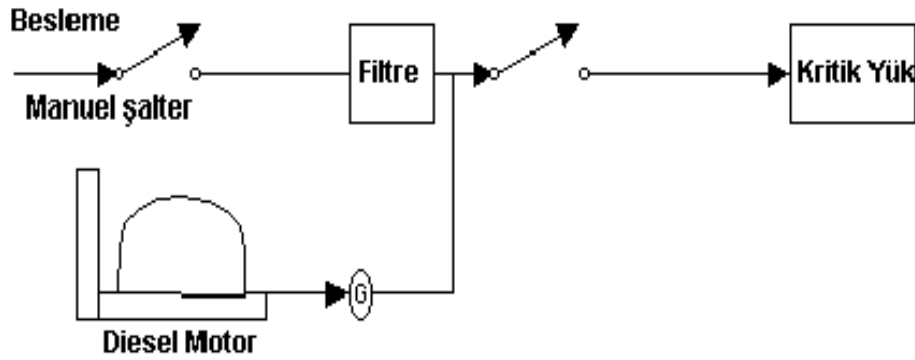


Şekil 2.1. KGK Sistem Çeşitleri.

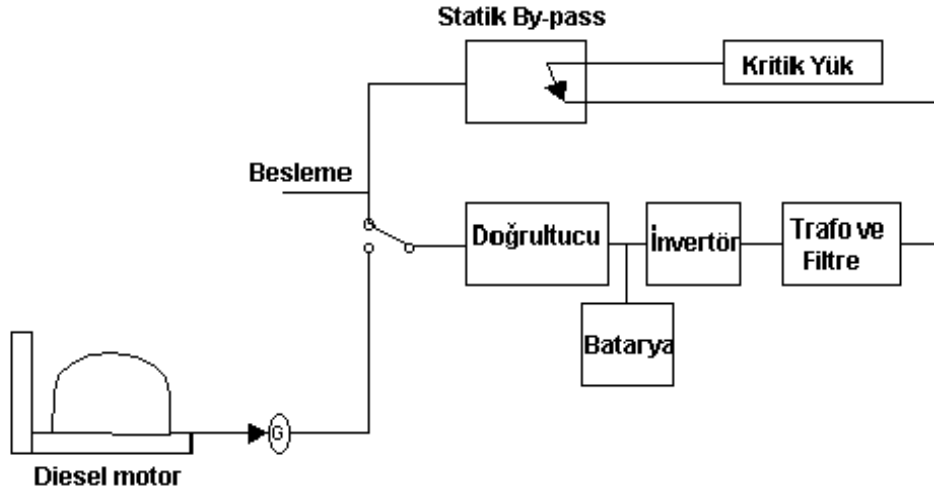
2.1.2.1 Dinamik Güç Kaynağı

Dinamik besleme sistemleri temelde, elektriksel olmayan bir makine yardımıyla sürülen generatörden meydana gelir. Uygulamada en çok benzin yada dizel motoruyla sürülen senkron generatörler kullanılmaktadır. Dinamik besleme sistemlerinin en başta gelen sorunlarından biri, devreye girme süresindeki gecikmedir. Tümüyle hareketsiz durumda bulunan bir motor-generatör grubuna yol verme işlemi, güce göre değişmekle beraber, en az dakikalar düzeyinde bir zaman alır. Bilgisayarlar, kontrol-kumanda düzenekleri gibi tüketiciler için bu süre oldukça uzundur. Motor-generatör gruplarının devreye girme süresini kısaltmak üzere çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan biri, şebekede enerji bulunduğu sürece senkron makinenin motor olarak boşta çalıştırılmasıdır. Dizel motor ile senkron makinenin mekanik bağlantısı bir elektromagnetik kavrama yardımıyla yapılmıştır. Şebekede kesinti olduğu anda kavrama çalışarak her iki makinenin milleri birleştirilir. Böylece senkron makine rotorun ve varsa bir volanın eylemsizliği sayesinde dizel motorun kısa zamanda yol almasını sağlar.

Motor-generatör grupları, statik düzeneklere göre daha fazla bakım gerektirirler. Öte yandan, devreye girme süresini kısaltmak amacıyla senkron makinenin sürekli olarak boşta çalıştırılması halinde göz ardı edilemeyecek düzeyde enerji kaybı ortaya çıkabilir. Bu tür düzenlerin kuruluş ve işletme maliyetlerinin iyi değerlendirilmesi ve seçim yapılırken göz önünde tutulması gerekir. Bir başka sistemde ise dizel makine yerine bataryalar kullanılmıştır. Şebeke gerilimi doğrultularak DC bir motor çalıştırılır. Şebeke kesintisi anında, DC motoru bataryalar beslemeye başlar. Yukarıda bahsedilen sistemlerin kurulması statik sistemlere göre daha ucuzdur. Bu yüzden birkaç saniyelik gecikme ve frekans kontrolünün önemli olmadığı yerlerde kullanılır. Kritik yüklerin çektikleri güce ve arzu edilen, gereken koruma seviyesine göre generatör beslemeli KGK sistemleri gerek yalnız başlarına gerekse şebeke hata ve arızalarını hızlı bir şekilde tolere etmelerinden dolayı statik bir KGK sistemi ile birlikte kullanılmaktadır. [Şekil 2.2 ve 2.3].



Şekil 2.2. Dizel generatör KGK sistemi.



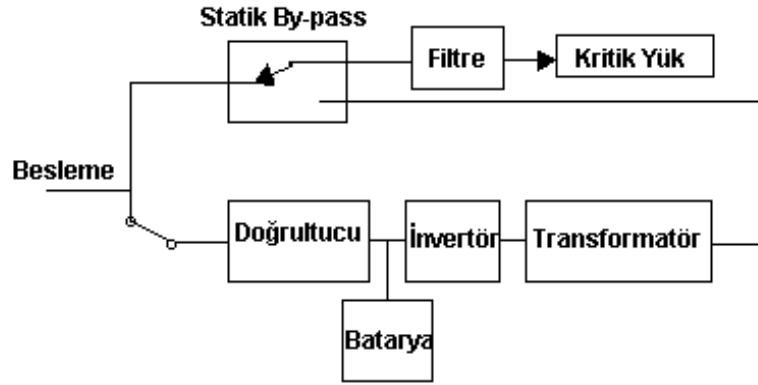
Şekil 2.3. Dizel ve statik generatör kombine KGK sistemi.

2.1.2.2. Statik Güç Kaynakları

Off-Line KGK Modelleri

Off-Line KGK'lar yapı olarak kısa süreli çalışmaya uygun kare dalga bir inverter ünitesi, inverter gücünün 1/10'u kadar güçte şarj ünitesi ve şebeke ile KGK arasında aktarmayı sağlayan röleli anahtarlardan oluşur. Şebeke elektriği varken çıkış yükleri şebekeden beslenir ve aküler şarj edilir. Şebeke geriliminin kart üzerinde ayarlanan alt ve üst limitlerin dışına çıktığının test edilmesi, rölenin konum değiştirmesi ve inverterin açılması işlemlerindeki gecikmeler toplandığı zaman Off-Line KGK'ların geçiş kesinti süreleri ortaya çıkar. Şarj ünitesi gücünün sınırlı olması dolayısıyla kesintide çalışma süresi kısa olur. Off-Line KGK'ların kullanım amaçları elektrik kesintisinde çalışabilmek değil, kesinti durumunda kritik yükü (bilgisayar) kontrollü olarak kapatma ihtiyacıdır. Basit yapılı ve ucuz olmaları tercih edilmelerine sebep olur.

İşletme veya kullanma sürecinde dikkat edilmesi gereken en önemli unsur akülerin şarj olabilmesi için cihazın açık olma zorunluluğudur. Bu durum cihazın kullanım dışı zamanlarda akülerini şarj etme imkanını ortadan kaldırır. Dolayısıyla sık sık elektrik kesintisi olan yerlerde yeterince verimli çalışamazlar. Şekil 2.4'de Off-Line KGK görülmektedir.

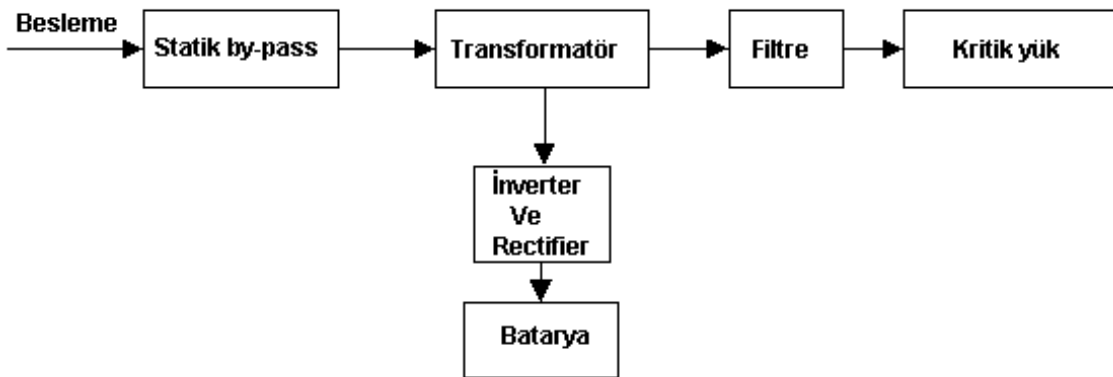


Şekil 2.4. Off-Line KGC sistemi.

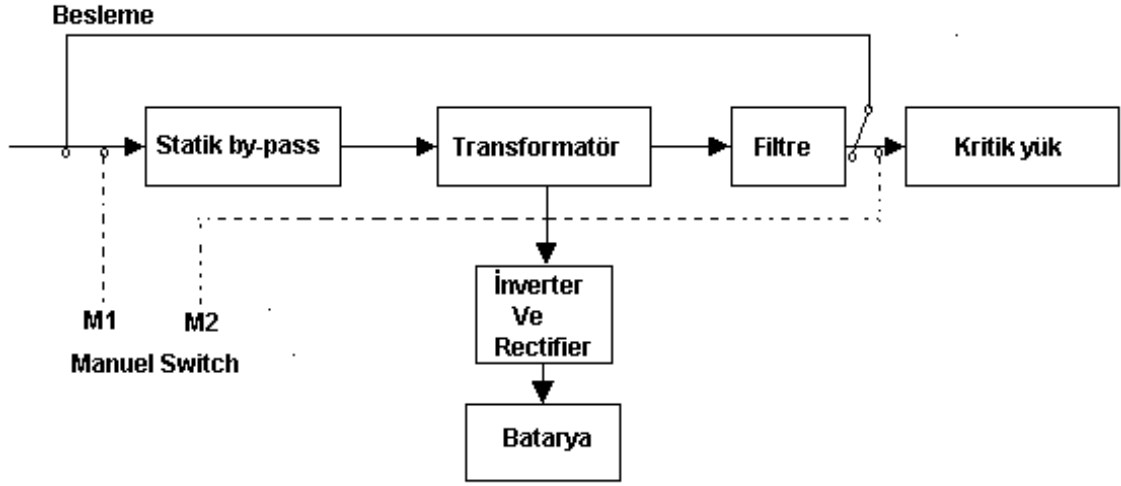
Filtre, gerek belirli kaynak arızalarını süzmek gerekse de kesinti durumunda üretilen gerilimi süzmek amacıyla kullanılır. Bu sistemler de gelişen teknolojiyle birlikte enerji transfer süresi ihmal edilecek kadar küçüktür.

Line-Interactive KGC Modelleri

KGC modelinin gerçekte Off-Line KGC sisteminin diğer bir türü olduğu söylenebilir. Şebeke gerilimi varsa ve belli sınırlar içindeyse bu gerilimi regüle ederek çıkışına verir. Şebeke kesildiğinde röleli veya triaklı bir anahtar ile çıkışı KGC'ya aktarır. Bu sistemlerde doğrultucu ve inverter maliyet, hacim ve kayıpları düşürmek amacıyla birleştirilmiştir. Tipik bir Line-Interactive KGC Şekil 2.5 ve Şekil 2.6'da bakım amaçlı ilave statik yada mekanik şalterli KGC sistemi blok şeması görülmektedir.



Şekil 2.5. Line-Interactive KGC sistemi.



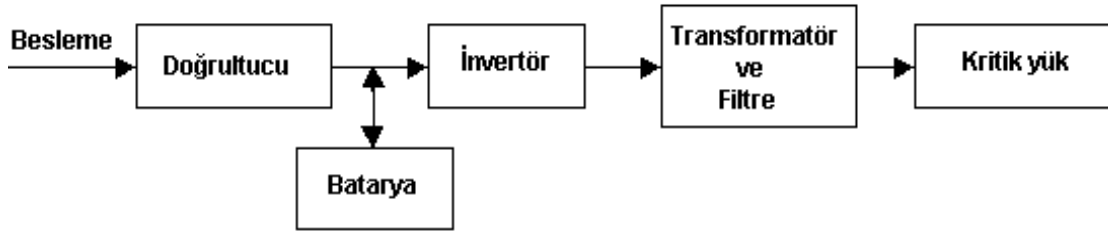
Şekil 2.6. Bakım şalterli Line-İnteractive KGK sistemi.

Şebeke konumunda çalışırken aynı zamanda akülerini de şarj eder. Şebeke konumunda çıkış regülasyonunu şebekenin 220 V AC'den düşük veya yüksek olan kısmını ilave ederek veya çıkararak sağlar. Dolayısıyla güç kaybı azalır. Şarj ünitesi Off-Line KGK'lar kadar sınırlı olmasa da maliyet problemlerinden dolayı düşük güçlüdür. Bu yüzden aküden çalışma süresi kısa, aküleri şarj etme süresi uzundur. Kaynaktaki bir hata durumunda statik şalter açılarak yük şebekeden ayrılır ve akü üzerinden beslenir. Yapılarından dolayı yüksek güçte imal edilmezler.

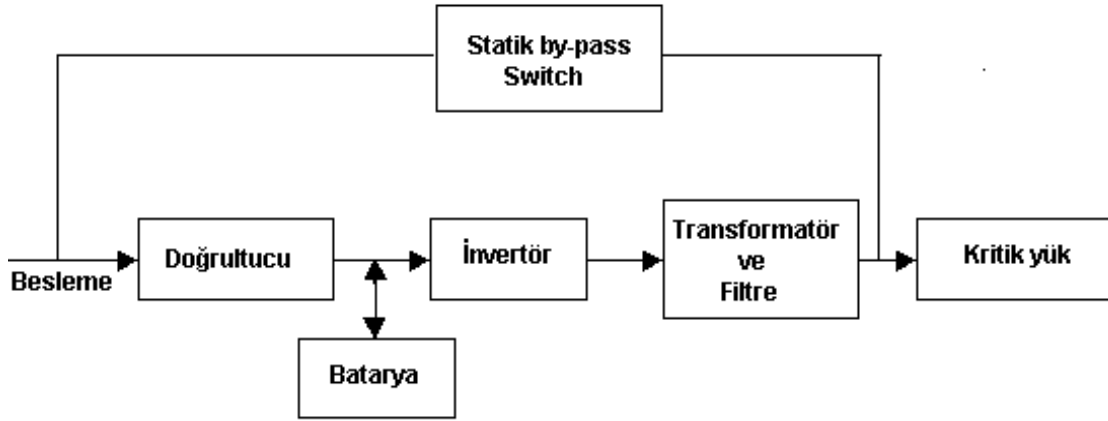
On-Line KGK Modelleri

On-Line KGK modelleri çıkış gerilimini sürekli olarak akülerden aldığı DC gerilimden üreterek sağlarlar. Şebeke gerilimi olduğu zaman şarj ünitesi akü gerilimini dengeler. Çıkış gerilimi sürekli inverter ünitesinden sağlandığı için inverterin güç kaybı sürekli. Şarj ünitesi inverterin harcadığı bütün gücü karşıladığı gibi aküler boş olduğu zaman akü kapasitesinin 1/10'u kadar güçle aküleri doldurmak zorundadır ve akü kapasitesi büyüdükçe şarj ünitesinin gücünde büyür. Doğrultucu çıkışı gerek aküyü şarj etmek gerekse düzgün bir DC elde etmek gerekse de ana beslemeden gelebilecek arızaları elemine etmek için bir kapasitif yada endüktif-kapasitif filtreden geçirilir. Bu arada aküler uygun devrelerle sürekli tam şarjda tutulur. İnverter tek fazlı yada uygulamaya göre üç fazlı olarak sabit voltaj ve sabit frekansta sinüsoidal bir gerilim üretecek şekilde tasarlanır. İnverterin çıkışı yüke bağlanmadan önce filtre edilir. Pek çok durumda düşük gerilimli inverter çıkışı bir yükseltici trafo ile uygun gerilim seviyesine getirilir.

On-Line KGK'larda çıkış frekansı şebeke varsa şebekeye senkron olur. Şebekedeki gerilim değişimleri çıkış gerilimlerini hiçbir zaman etkilemez. Şebeke izolasyonu vardır. On-Line KGK'ların, arıza yaptığında veya aşırı yüklendiğinde kendini koruyabilmesi için Statik By-Pass üniteleri vardır. Çıkış dalga şekilleri tam sinüs veya sinüsoidal olarak adlandırılan iki basamaklı filtrelenmiş kare dalgalarıdır. Çıkış regülasyonları diğer modellerden daha iyidir ((-,+)%1). Yüksek güçlerde imal edilebilirler ve üç fazlı uygulamaları yapabilirler. Tipik bir On-Line KGK Şekil 2.7 ve Şekil 2.8'de bakım amaçlı ilave statik şalterli KGK sistemi blok şeması görülmektedir.



Şekil 2.7. On-Line KGK sistemi.



Şekil 2.8. Statik geçişli şalterli KGK sistemi.

Şebekede bir arıza durumunda enerji akü grubundan temin edilir. Bu arıza anında herhangi bir şebekede yük enerjisiz kalmaz. Bakım amacıyla genelde statik yada mekanik bir geçiş şalteri ilave edilir.

2.2. GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş, kendisini oluşturan maddelerin birbirlerini çekmeleri sonucunda oluşmuştur. Evrensel toz bulutlarındaki parçacıkların birbirlerini kütle çekimiyle çekmesi sonucu oluşan yoğunlaşma ile birbirlerine doğru yaklaşan ve yaklaşırken de hızlanan parçacıklar, kütle çekim enerjisini kinetik (hız) enerjiye dönüştürerek güneş sıcaklığının (15-16 milyon °C) artmasına yol açmışlardır. Bu sıcaklıklardaki çekirdeksel tepkimeler sonucu oluşan ışınımın ortaya çıkarttığı basınç, güneşin daha fazla yoğunlaşarak çökmesini engellemiş ve güneşin bugünkü boyutlarını oluşturmuştur. Güneş 1,39x10⁸ m çapında yoğun sıcak gazlar içeren bir küre olup kütlesi 2x10³⁰ kg'dır. Bu dünyanın yaklaşık 330.000 katıdır. Yüzey sıcaklığı 5777 °K'dir. Sıcaklık merkeze doğru 4x10⁶K ile 8x10⁶K arasında değişim göstermektedir [16].

Güneş yeryüzündeki hayatın kaynağıdır. Bütün enerji kaynakları güneşten türemiştir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar güneşten aldıkları enerji sayesinde yapılarını değiştirmişler ve bugünkü şekillerini almışlardır. Fosil kökenli yakıtlar bulunduktan sonra yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Ancak bu enerji kaynakları yaydıkları kirletici emisyonlar nedeniyle çok büyük çevre sorunlarına neden olmaktadır. Bu emisyonların küresel iklim üzerinde olumsuz etkiler yaparak dünyayı yakın gelecekte yaşanmaz hale getirmesi beklenmektedir. Bu nedenle günlük ihtiyacımızın büyük bir bölümünü fosil kaynaklar yerine güneş enerjisi ve türevlerinden elde etme yönünde çalışmalara hız verilmesi gerekmektedir [17].

Güneş enerjisinin atmosfer dışında, metrekareye 1400 W/m² olmak üzere, yılda toplam 3x10²¹J kadar enerjisi yeryüzüne ulaşır. Yarıdan fazlası yere inen bu miktarın 9x10²⁰J kadarı karalarda, kalanı da denizlerde emilir. Bunun çok küçük bir kısmı (0,15x10¹⁸J) bitki örtüsünce fotosentezde kullanılır. Karadaki enerji yoğunluğu güneşin dik olduğu saatlerde, yatay bir yüzey için m²'ye 1000 W kadardır [18].

Güneşten gelen ışık foton enerjisine sahiptir. Foton enerjisi atomların en son enerji düzeyinde bulunan elektronlara etki ederek onları harekete geçirmektedir. Işığın foton enerjisi;

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad (2.1)$$

ile bulunmaktadır.

Burada; “ λ ” ile dalga boyu, “ c ” ışığın hızı ($c=2,99792458 \cdot 10^8$ m/s), “ h ” Planck sabiti ($h=6,6260755 \cdot 10^{-34}$ J/s) olarak verilmektedir. Buna bağlı olarak ışığın dalga boyuna göre taşıdığı foton enerjisi 13,59 eV olduğu durumda hidrojen atomunun ilk orbitalinde bulunan atomların, diğer orbitallere geçişi sağlanmaktadır [19].

Güneş pillerinin çalışma prensibi; “Güneş ışınımının sahip olduğu enerji, pillerin yapısını oluşturan atomlarının son yörüngesindeki elektronları hareketlendirerek pillerin elektrik üretmesini sağlamaktadır ” olarak açıklanmaktadır. Güneş pillerinin çalışmasını sağlayan enerji, görünür ışık bölgesindeki foton enerjisidir. Foton enerjisinin değeri, pillerin yapısını oluşturan maddenin son yörüngesindeki enerji değerinden fazla olduğu durumda son yörüngedeki elektronu kopararak harekete geçirir. Bu elektronların malzeme içerisindeki hareketi ise elektrik üretilmesini sağlamaktadır.

2.2.1. Türkiye’de Güneş Enerjisi

Türkiye’nin güneş enerjisi potansiyelinin belirlenmesi konusunda çeşitli kurum ve kişilerce değerlendirme çalışmaları yapılmış olmasına rağmen, bu çalışmalarda kullanılan değerlendirme yöntemleri ve periyotların farklı olması nedeniyle aralarında bir benzerlik bulunmamaktadır. Enerji İşleri Etüd İdaresi (EİE) güneş enerjisi konusunda geliştirilen sistemlerin ülkemiz genelinde uygulanabileceği yerlerin ve elde edilebilecek enerjinin tespiti için başlattığı potansiyel belirleme çalışmalarını sürdürmektedir [20].

Ülkemizde güneş enerjisi ölçümleri Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. EİE Genel Müdürlüğü’nün 1983 yılında yapmış olduğu bir çalışmada, DMİ tarafından 65 istasyonda aktinograflar yardımıyla yapılan güneş ısınımı ölçümleri değerlendirilmiş ve bir rapor halinde yayınlanmıştır [21].

Uzun yıllara ait meteorolojik gözlemlerin (heliograf ölçümlerin) ortalaması alınarak bulunan Türkiye’nin yıllık güneşlenme süresi 2640 h (saat) olup en büyük değer 362 h ile Temmuz ayında ve en küçük değer 98 h ile Aralık ayında gerçekleşmektedir. Çizelge 2.1’de Türkiye’nin bölgelerine göre yıllık ısınım değerleri ve güneşlenme süreleri verilmiştir [20].

Çizelge 2.1. Türkiye’deki bölgelerin yıllık ortalama ısınım değerleri ve güneşlenme süreleri [22].

Bölgeler	Toplam Güneş Enerjisi (kwh/m2 yıl)	Güneşlenme Süresi (saat/yıl)
Güney Doğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Ege	1304	2738
İç Anadolu	1314	2628
Doğu Anadolu	1365	2664
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

Yine Meteorolojik gözlemlere (aktinograf ölçümlerine) göre Türkiye’de aylara göre günlük ortalama güneş radyasyon yoğunluğu en fazla 21,1 MJ/m²-gün ile Temmuz ayında ve en az 5,5 MJ/m²-gün değeri ile Aralık ayında görülmektedir. Türkiye’nin güneş radyasyonunun yıllık ortalaması 13,2 MJ/m²-gün’dür [20]. Halen ülkemizde kurulu olan kolektör miktarı yapılan son tahminlere göre 2,5-3 milyon-m² civarındadır. Çoğu Akdeniz ve Ege bölgelerinde kullanılmakta olan sistemler ile yılda 120 000 TEP ısı enerjisi üretilmektedir. Sektörde 100’den fazla üreticinin bulunduğu ve 2000 kişinin istihdam edildiği tahmin edilmektedir. Yıllık üretim hacmi 400 000-500 000 m² olup bu üretimin bir miktarı ihraç edilmektedir.

2.2.2. Güneş Enerjisi Sistemleri

Güneşten elektrik üretimi direkt ve indirekt olarak iki ayrı yöntemle yapılmaktadır. Direkt yöntem kapsamında fotovoltaiik, termoelektrik ve termo iyonik çeviriciler yer almaktadır. Güneş Enerjisinin indirekt biçimde elektriğe dönüştürülmesinde ise, güneşten yararlanılarak üretilen buhar ve bunu değerlendiren bir buhar güç çevrimi ya da güneş enerjisiyle elde edilen hidrojen ve bunun kullanıldığı termik elektrik üretici veya yakıt pili kullanılmaktadır [20].

2.2.3. Güneş Enerjisinin Avantajları

Her şeyden önce, güneş bol ve tükenmeyen enerji kaynağıdır.

Temizdir, çevreyi kirletici, duman, gaz, karbon monoksit, kükürt ve radyasyon gibi atıkları yoktur.

Yerel uygulamalar için elverişlidir. Enerjiye ihtiyaç duyulan, hemen hemen her yerde güneş enerjisinden yararlanmak mümkündür.

Bir çakmağın, bir saatin, bir hesap makinesinin veya bir deniz fenerinin, bir orman gözetleme kulesinin enerji ihtiyacı yerinde karşılanabilir.

Dışa bağlı olmadığından, doğabilecek ekonomik bunalımdan bağımsızdır.

Birçok uygulaması için karmaşık teknolojiye gerek duyulmamaktadır.

İşletme masrafları çok azdır [23].

2.2.4. Güneş Enerjisinin Dezavantajları

Birim yüzeye gelen güneş ışınımı az olduğundan büyük yüzeylere ihtiyaç vardır.

Güneş ışınımı sürekli olmadığından depolama gerekmektedir. Depolama imkanları ise sınırlıdır.

Enerji ihtiyacının çok olduğu kış aylarında güneş ışınımı az ve geceleri de hiç yoktur.

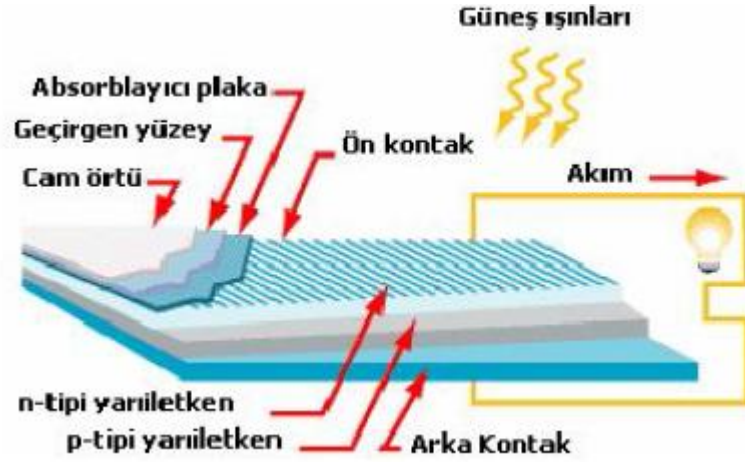
Güneş ışınımından faydalanan sistemin güneş ışığını sürekli alabilmesi için çevrenin açık olması, gölgelenmemesi gerekir.

Güneş ışınımından yararlanan birçok tesisatın ilk yatırım maliyeti fazladır ve henüz bazıları ekonomik değildir [23].

2.3. GÜNEŞ PİLLERİ

Güneş pili teknolojisi, küçük ve yerleşim alanlarına uzak yerlerde güvenilir ve ekonomik bir elektrik kaynağı olarak kullanılmaktadır [24,25]. Şu anda gittikçe genişlemekte ve toplumun dikkatini çekmeye başlamaktadır. Güneş pili dizileri bir binanın tasarımına eklendiği ve sistem şebekeye bağlanmış şekilde olduğunda elektrik iki yönde iletilebilir ve PV şebekedeki tepe değerlerini karşılayabilir. Ayrıca yeni iletim ve dağıtım hatlarını ve merkezi üretim alanlarını azaltmak gibi avantajları vardır [26].

Güneş pilleri ya da fotovoltaik piller, yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarıiletken maddelerdir. Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş pillerinin alanları genellikle 100 cm² civarında, kalınlıkları ise 0,2- 0,4 mm arasında oluyor [27].



Şekil 2.9. Fotovoltaik pilin yapısı [28].

Bir güneş pilinin iç yapısı Şekil 2.9’da verilmiştir. Tek kristalli silisyum güneş pilinin rengi koyu mavi olup, ağırlığı 10 gram’dan azdır [29]. Şekil 2.9’dan görülebileceği gibi, pilin üst yüzeyinde, pil tarafından üretilen akımı toplayacak ve malzemesi genellikle bakır olan ön kontaklar vardır. Bunlar negatif kontaklardır. Kontakların altında 150 nm kalınlığında, yansıtıcı özelliği olmayan bir kaplama tabakası vardır. Bu tabaka olmazsa, silisyum üzerine düşen ışınımın üçte birini yakın kısmını yansıtacaktır. Bu kaplama tabakası, pil yüzeyinden olan yansımaları önler. Pilin ön yüzeyi, normal olarak yansıyan ışığın bir kısmını daha yakalayabilmek amacıyla, piramitler ve konikler şeklinde tasarlanmıştır. Yansıtıcı olmayan tabakanın altında, pilin elektrik akımının ortaya çıktığı yapı bulunur. Bu yapı iki farklı katman halindedir. N-katmanı, fosfor atomları eklenmiş silisyumdan oluşan ve pilin negatif tarafını oluşturan katmandır. P-katmanı ise, bor atomları eklenmiş silisyumdan oluşmuş, pilin pozitif tarafıdır. İki katman arasında P-N kavşağı denilen pozitif ve negatif yüklerin karşılaştığı bir bölge bulunur. Pilin arka yüzeyinde, elektronların girdiği pozitif kontak görevi gören arka kontak bulunur [20].

Tipik bir silisyum pili 0,5 V kadar elektrik üretebilir. Pilleri birbirine seri bağlayarak üretilen gerilim artırılabilir. Genellikle 30-36 adet güneş pili, 15-17 V’ luk bir çıkış verebilir. Bu voltaj değerinde 12 V’ lük aküyü şarj etmeye yeterlidir [29]. Açık, güneşli bir havada 1 dm çapında bir Fotovoltaik pil, yaklaşık olarak 1 Watt üretir. Verimi (çıkış gücünün gelen ışık gücüne oranı) kullanılan malzemeye göre değişir [27]. Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreciyle açığa çıkan ısıma enerjisi, güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklanır. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, aşağı yukarı sabit ve 1370 W/m² değerindedir, ancak yeryüzünde 0–1100 W/m² değerleri arasında değişir.

Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazandı. Güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme gösterdi ve çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirdi [27,29].

2.3.1. Güneş Pili Çeşitleri

Alternatif enerji teknolojileri arasında karşılaştırma yaparken en önemli kıstas elde edilen kWh enerji başına düşen maliyettir. PV pillerin güçleri için bu maliyet iki temel esasa dayanır. Fotovoltaik enerji dönüşüm verimi ve Watt başına birim enerji maliyeti. Bu iki parametre PV pillerin karşılaştırılmasında önemli rol oynar [28]. PV ünitelerinin üretildiği malzemeler, güneş ışınlarını absorbe etme verimleri, enerji dönüşüm verimi, üretim tarzı ve maliyet açısından çeşitlilik göstermektedir [23]. Günümüzde güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren üniteler olan PV pillerin temel yapısında silikon/silisyum vardır. Tek kristalli, çok kristalli ve şekilsiz(amorf) olmak üzere üç çeşit PV ünitesi kullanılmaktadır. Kristalli üniteler dünya toplam üretiminin 3/4 'ünü oluşturmaktadır, amorf üniteler ise geriye kalan kısmı teşkil etmektedir [28].

2.3.1.1. Tek Kristalli Silikon İçeren PV Hücreleri

Bu tarz PV hücreleri imalatında, tek parça geniş bir silikon kristali, ince silikon şeklinde parçalar haline getirilir. Bu işlemin maliyeti yüksektir. Ancak güneş enerjisini soğurma verimleri %23'e kadar çıktığından tercih sebebi olmaktadır. Bunu yanında piyasadaki diğer yapılara sahip PV pillerin verimi %15 civarındadır. Tek kristalli PV ünitelerin enerji dönüşüm verimleri ise %15-20 civarındadır.

2.3.1.2. Çok Kristalli Silikon İçeren PV Hücreleri

Çok kristalli silikon içeren PV hücreler, bir potada soğutulmuş olan silikon bloğundan veya külçesinden kesilir. Piyasadaki örnekleri %12-13 civarında verime sahip olmasının yanında laboratuvar ortamında %17 verimlere ulaşmak mümkün olmuştur.

2.3.1.3. Galyum Arsenit İçeren PV Hücreleri

Galyum ve arsenit bileşiğinden oluşmuş yarıiletken malzemedir. Silikona yakın bir kristalize yapıya sahiptir. Yüksek ışın absorbe etme yeteneğine sahiptir. Enerji dönüşüm veriminde %25-30'lara varan değerlerle, silikon içeren ünitelere göre daha üstündür.

Özellikle radyasyona karşı yüksek direnç istenen uzay sanayinde kullanımı fazladır. En büyük dezavantajı maliyetinin yüksek oluşudur.

2.3.1.4. İnce Film Şeklindeki PV Üniteleri

Bu üç çeşidin dışında ince film PV üniteleri de mevcuttur. Birkaç μm kalınlığa sahip, direkt olarak alt malzemesi cam, seramik ve çeliğin üzerine uygulanabilen bu ince filmler m^2 başına çok az malzeme kullanmasına rağmen birim enerji başına maliyeti oldukça fazladır [28].

2.3.1.5. Amorf Silikon (a-Si)

Genellikle az güç çıkışı ve az maliyet istenen, örneğin tüketici elektroniği sektöründe, yerlerde uzun yıllardır kullanılmaktadır. Şekilsiz (amorf-silikon olarak da anılır) silikonlu PV üniteleri, diğer silikonlu üniteler gibi kristalli yapıya sahip değildir. En önemli özelliği, tek kristalli yapıdaki silikon PV ünitelerine göre yaklaşık 40 kat daha fazla ışığı absorbe edebilmesidir. Bu nedenle, çok ince bir a-Si tabakası (yaklaşık $1 \mu\text{m}$, kristalli silikonlarda yaklaşık $200 \mu\text{m}$) PV ünitesi yapımı için uygundur. Kristalli pillere göre maliyetleri daha düşüktür. Bütün bu avantajların yanında, parlak güneş ışığı altında özelliklerini kaybedebildiklerinden dolayı son derece hassastırlar. Enerji dönüşüm verimleri %5-9 civarındadır.

2.3.1.6. Kadmiyum Tellür (CdTe)

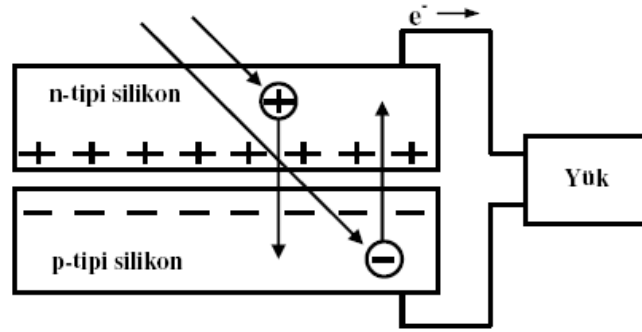
Çok kristalli yapıya sahip bir yarıiletken olan bu malzeme, ışınları soğurmada yüksek verime sahiptir. Yaklaşık $1 \mu\text{m}$ kalınlığa sahip olmasına rağmen, üzerine gelen güneş ışınlarının %90'ını absorbe edebilmektedir. Kolay ve ucuz yöntemlerle üretilir. Enerji dönüşüm verimi a-Si malzemelere yakinen %7 civarındadır. Ünite üzerinde çok az miktarda kullanılmasına rağmen, kadmiyum zehirli bir maddedir ve üretim aşamasında bazı önlemler alınmaktadır.

2.3.1.7. Bakır İndiyum Diselenür (CuInSe₂ veya CIS)

Çok kristalli yapıya ve %18 gibi yüksek bir enerji dönüşüm verimine sahiptir. $0,5 \mu\text{m}$ kalınlığıyla, güneş ışınlarının %90'ını absorbe edebilmektedir. Bu malzeme verimli ancak çok karmaşık bir yapıya sahip olduğundan, üretimi zordur. Aynı zamanda üretimi esnasında ortaya çıkan zehirli gazlar için alınan güvenlik önlemleri de problem teşkil etmektedir [23].

2.3.2. Güneş Pillerinin Çalışma Prensibi

Fotovoltaik güç teknolojisi, genellikle birkaç santimetre kare boyutunda yarı iletken hücrelerden meydana gelir. Hücrenin katı hal yapısı, temel olarak eklem bölgesi üst yüzeye yakın bulunan geniş alanlı bir p-n diyotudur. Şekil 2.10'da görülen temel yapıyla güneş ışığı, hücrede direkt olarak elektrik akımına dönüştürülür. Çok sayıda hücre, gerekli gücün üretilmesi amacıyla birbirine eklenerek panel yapısı oluşturulur [29,30,31].

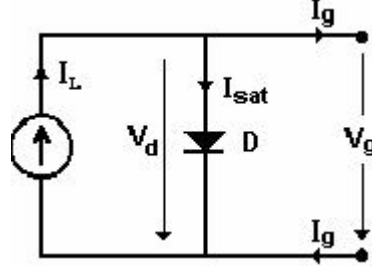


Şekil 2.10. Güneş ışığına tutulan fotovoltaik pillin temel çalışması.

Tüm fotovoltaik piller benzer şekilde çalışır. N-tipi silikon ile p-tipi silikon malzeme birleştirildiğinde eklem bölgesinde elektrik alan oluşumu ortaya çıkar. Elektrik alan, diyot davranışı göstererek elektronların p-tipi silikon malzemeden n-tipi silikon malzemeye geçişine engel olurken, ters yönde geçişi engellemezler. Işık, eklem tarafından emildiğinde, emilen fotonların enerjisi, malzemedeki elektron sistemine transfer edilir ve hareketli elektronlar ve delikler oluşur. Bunlar eklem bölgesinde bir potansiyel fark meydana getirip elektrik alan altında hızlanarak dış devre boyunca akım akışı sağlarlar ve DC güç meydana getirirler [31]. Fotovoltaik gerilimin ortaya çıktığı yer, Fermi seviyesi olarak adlandırılan, birbirinden yalıtılmış iki malzemedeki elektronların kimyasal potansiyel farklarıdır. Birleştirildiklerinde eklem yeni bir termodinamik dengeye yaklaşır. Böyle bir denge, sadece iki malzemedeki Fermi seviyeleri eşit olduğu zaman elde edilebilir. Bu ise, Fermi seviyesinin başlangıçtaki farkına eşit gerilime sahip olan iki malzeme arasındaki gerilim farkı sağlanana kadar, bir malzemedeki diğerine olan elektron akısıyla ortaya çıkar. Fotoakımını ortaya çıkaran bu gerilimdir [31].

2.3.3. Güneş Piliin Modellenmesi

Bir fotovoltaik pilin elektronik davranışının anlaşılması için, davranışları iyi bilinen ayrı elektriksel bileşenler kullanılarak elektriksel eşdeğer devresinin elde edilmesi gerekir. İdeal bir fotovoltaik pil, Şekil 2.11’de görüldüğü gibi bir diyot ve paralel bir akım kaynağı kullanılarak modellenenir. Akım kaynağı solar ışık şiddeti G ile direkt orantılı olan foto akımı I_L ’yi meydana getirir. Şekildeki diyot, fotovoltaik pilin p-n geçiş bölgesini temsil etmektedir [31,32].



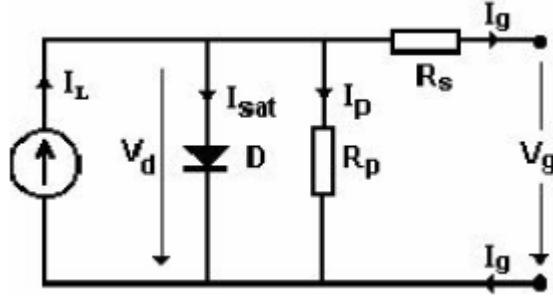
Şekil 2.11. Solar hücrenin basitleştirilmiş eşdeğer devresi.

2.3.3.1. Güneş Piliindeki Temel Akımlar

Basitleştirilmiş eşdeğer devrenin akım gerilim (I-V) denklemi, Kirchoff’un akım kanunundan çıkarılabilir[24].

$$I_g = I_L - I_{sat} = I_L - I_0 \left(\exp\left(\frac{qV}{nkT}\right) - 1 \right) \quad (2.2)$$

Görüldüğü gibi, basitleştirilmiş eşdeğer devre fotovoltaik pilin elektriksel işlemi için optimal bir gösterimini vermemektedir. Gerçek fotovoltaik pillerde, harici kontaklar üzerinde gerilim düşümü gözlenir. Buradaki gerilim kaybı seri bir R_s direnci ile ifade edilebilir. Ayrıca paralel bir R_p direnciyle ifade edilecek olan sızıntı akımı da gözlenir. Bu şekilde, Şekil 2.12’de görülen eşdeğer devre elde edilir [32,33].



Şekil 2.12. Solar hücrenin tek diyotlu eşdeğer devresi [28,31].

Fotovoltaik akım I_L : Fotovoltaik pil üzerine düşen ışık radyasyonu ile doğru orantılıdır. Diyot akımı I_{sat} : Gerilime ve sızıntı akımı I_0 'a bağlıdır ve denklem (2.3) ile ifade edilir [31].

$$I_{sat} = I_0 [\exp(qV / nkT) - 1] \quad (2.3)$$

Paralel kol akımı I_p : Paralel kol direncindeki eklem gerilimi etkisi ile ortaya çıkan ve denklem (2.4) ile ifade edilen akımdır. Paralel kol direnci R_p , n ve p eklemleri boyunca akan elektronlara bağlı olarak ortaya çıkan kaybı belirler.

$$I_p = \frac{V_D}{R_p} = \frac{V_g + I_g \cdot R_s}{R_p} \quad (2.4)$$

Hücreden akan çıkış akımı;

$$I = I_L - I_{sat} - I_p \quad (2.5)$$

Yarı iletken direncine, opak elektrot direncine ve bağlantı kayıplarından dolayı ortaya çıkan seri direnç R_s denklem (2.6) ile gösterilen gerilim düşümüne sebep olur.

$$V_g = V_d - IR_s \quad (2.6)$$

(2.5) ve (2.6) denklemleri (2.7)'te yerine konulursa;

$$I_g = I_L - I_0 \left(\exp \left(\frac{q(V_g + I_g R_s)}{nkT} \right) - 1 \right) - \frac{V + I \cdot R_s}{R_p} \quad (2.7)$$

denklemleri ile tek bir hücre için genel bir matematiksel model elde edilir.

Paralel direnç R_p çok büyük olduğu için genel olarak sonsuz kabul edilir. Hücre sıcaklığı, solar radyasyon yoğunluğu, ortam sıcaklığı ve rüzgâr hızı gibi çevre şartlarından etkilenir. Bu faktörlerin tamamı fotovoltaik pildeki ısı transferine etki ederler. Kelvin cinsinden hücre sıcaklığı, (2.8) denklemi kullanılarak elde edilebilir [31].

$$T = 3.12 + 0.25G + 0.899T_a - 1.3w_s + 273 \quad (2.8)$$

Sıcaklığın ters saturasyon akımına etkisi, (2.9) denklemi ile gösterilebilir [22].

$$I_0 = I_{0,ref} \left[\frac{T}{T_{ref}} \right]^3 \exp \left(\frac{qE_G}{nk} \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right] \right) \quad (2.9)$$

Foto-akımı solar radyasyon ve fotovoltaik pil sıcaklığının bir fonksiyonudur ve (2.10) ile verilebilir [31].

$$I_{ph} = \left[I_{ph,ref} + k_i (T - T_{ref}) \right] \frac{G}{G_{ref}} \quad (2.10)$$

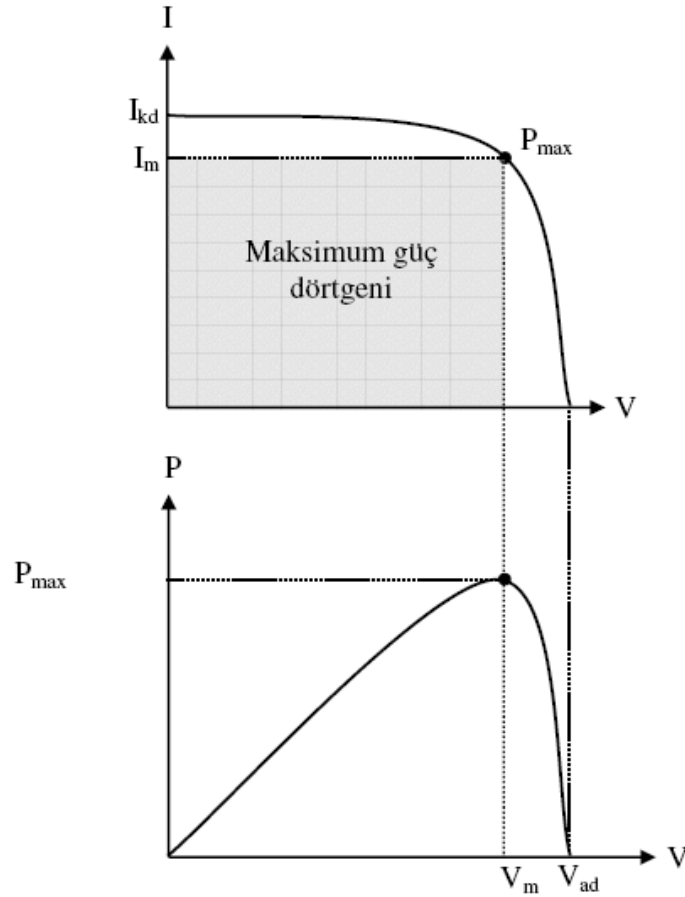
2.3.3.2. Güneş Pillerinin Elektriksel Karakteristikleri

Bir güneş pilinin, Şekil 2.13'de görüldüğü gibi karakteristik akım-gerilim eğrisinde yüke bağlı olarak herhangi bir noktada çalıştırılması mümkündür. Eğrideki iki önemli nokta, güneş pilinin elektriksel performansını belirlemekte de kullanılan iki parametre olan açık devre gerilimi V_{ad} ve kısa devre akımı I_{kd} 'dir. Kısa devre akımı, çıkış uçları kısa devre edilerek ve tam aydınlatma altında uç akımı ölçülerek belirlenir. Düşük

seviyedeki diyot akımı ve toprağa doğru olan sızıntı akımı, sıfır uç gerilimi altında ihmal edilerek ölçülen kısa devre akımı, I_L foto-akımını verir. Kısa devre akımı I_{kd} aydınlatma seviyesi ile orantılı iken, açık devre gerilimi V_{ad} aydınlatma seviyesinin logaritması ile doğru orantılıdır. Maksimum hücre gerilimi ise, açık devre gerilimi durumunda elde edilir. Kısa devre ve açık devre şartlarında güç sıfırdır [31,33].

Güneş pili, maksimum gerilim V_m ve maksimum akım I_m durumunda maksimum güç üretir. $(V_m * I_m)$ alanının (Şekil 2.13'de gösterilen taralı alan) maksimuma ulaştığı durumda maksimum güç şartı oluşur. Şekilde görülen maksimum güç dörtgeni maksimum güç noktasında üretilen güce eşittir. Doluluk faktörü $\eta_{doluluk}$ I-V eğrisinin karesel olmasıyla alakalı bir ölçüttür ve denklem (2.11) ile gösterilir [31,33].

$$\eta_{doluluk} = \frac{i_{mg} V_{mg}}{i_{kd} V_{ad}} \quad (2.11)$$



Şekil 2.13. İdeal bir güneş pilinin akım gerilim (I/V) ve güç gerilim (P/V) karakteristikleri [31].

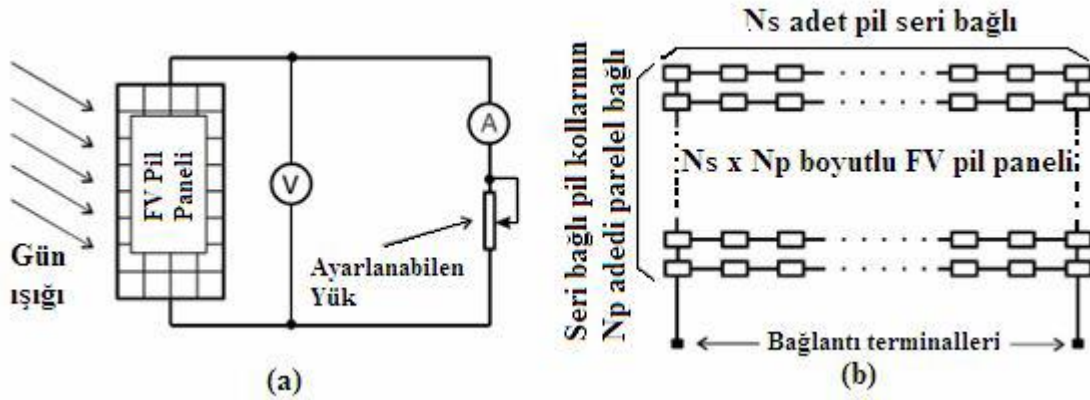
Bir güneş pili yarıiletken malzemenin aşağıda belirtilen karakteristikleri doğrultusunda davranışlar gösterir.

Aydınlatılmış güneş pilinin çıkış geriliminin pozitif ucu P maddesi, negatif ucu N maddesidir.

Bir güneş piline dışarıdan bir kaynak bağlandığında kaynağın (+) ucu pilin P ucuna, (-) ucu da N ucuna bağlanırsa güneş pili doğru polarize edilmiş olur.

Bir güneş piline dışarıdan bir kaynak bağlandığında kaynağın (+) ucu pilin N ucuna, (-) ucu da pilin P ucuna bağlanırsa güneş pili ters polarize edilmiş olur.

Bir güneş pilinin elektriksel özelliklerini belirlemek için bu pilin akım ve geriliminin yükten nasıl etkilendiğini gözlemek gerekir. Bu amaçla Şekil 2.14.a'da verilen bağlantı kullanılabilir. Bu şekilde, PV pil paneli seri bağlı bir ampermetre üzerinden ayarlanabilen bir yüke doğrudan bağlanmıştır. Günün belirli bir saatinde, gün ışığı ve ortam sıcaklığındaki değişmelerin ihmal edilebilecek kadar az olduğu kabul edilerek, yük açık konumdan uçlarının kısa devre olduğu konuma kadar ayarlanırken, ampermetre ve voltmetredeki değerler her yük kademesi için kaydedilip grafik olarak çizilir. Şekil 2.15'de verilen Akım-Gerilim (I-V) karakteristiği elde edilebilir [21].



Şekil 2.14.a. PV pil panelinin doğrudan doğruya ayarlanabilen bir yüke bağlanması.

b. PV pillerin seri-paralel bağlanması ile oluşturulan PV güneş pili paneli.

PV güneş pili paneli oluşturulurken, gerekli çıkış gerilimini elde etmek için yeterli sayıda (mesela N_s adet) pil seri bağlanırken, gerekli akımı elde edebilmek için de pillerin seri bağlanmasıyla meydana gelen yeterli sayıda (mesela N_p adet) kol paralel bağlanır. Bu durum Şekil 2.14.b'de daha açık olarak verilmektedir. Dolayısıyla, Şekil 2.14.a'da verilen PV pil paneli ve bağlantı devresi kullanılarak yapılan ölçümler, bu PV

pil panelinin akım ve gerilimini verir. Eğer panelin akımı I_{panel} , gerilimi de V_{panel} ile gösterilirse paneli oluşturan her bir pilin akım ve gerilimi sırasıyla;

$$I_{pil} = \frac{I_{panel}}{N_p} \quad (2.12)$$

$$V_{pil} = \frac{V_{panel}}{N_s} \quad (2.13)$$

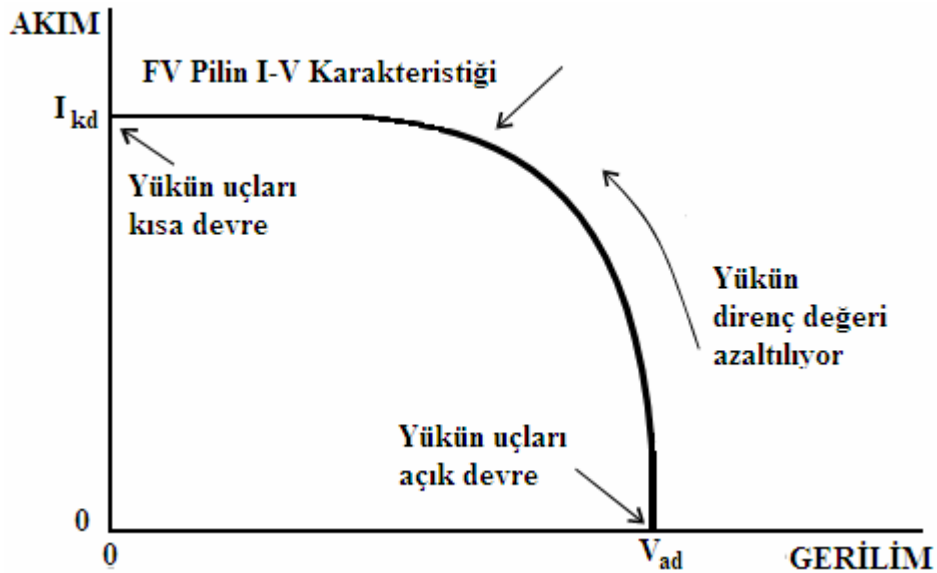
Bağlantıları kullanılarak belirlenebilir. Panelin çıkış gücü;

$$P_{Panel} = V_{Panel} \times I_{Panel} \quad (2.14)$$

Olarak elde edilirken, bir tek pilin gücünde;

$$P_{PIL} = V_{PIL} \times I_{PIL} \quad (2.15)$$

Bağlantısı kullanılarak belirlenebilir.



Şekil 2.15. PV pil panelin akım-gerilim (I-V) karakteristiğinin yükü değişimi.

Gerek yukarıda verilen denklemlerden, gerekse Şekil 2.15'den anlaşılacağı gibi, bir PV pilin ya da panelin akım ve gerilimden herhangi biri ya da her ikisi birden sıfırken, çıkış gücü de sıfırdır. PV güneş pillerinin performansı, ışık şiddeti yüksek sıcaklığı düşük ortamlarda daha iyidir [34]. Çalışma sıcaklığı arttıkça PV pilin maksimum çıkış gücü ve PV karakteristiğinde bu güce karşılık düşen gerilimi azaltmaktadır. Benzer şekilde, ışık şiddeti, ya da güneş radyasyonu seviyesi arttıkça PV pilin maksimum çıkış gücü de artmaktadır. Ancak ışık şiddeti arttıkça, maksimum çıkış gücünün yanı sıra, hem bu güce karşılık gelen pil akımı hem de pil gerilimi artar. Sıcaklığın akımda meydana getirdiği bu artış oldukça az iken, ışık şiddetinin meydana getirdiği artış daha belirgindir.

PV güneş pillerinin karakteristikleri incelendiğinde, akım-gerilim ya da güç gerilim ilişkilerinin klasik doğru akım kaynaklarınıninkilere benzemediği görülür. PV pillerin bu karakteristikleri doğrusallıktan oldukça uzaktır. Öyle ki, maksimum çıkış güçleri maksimum akım ve gerilim değerlerinde değil, akım-gerilim karakteristiğinin diz bölümü civarındadır. Ayrıca PV güneş pilleri sıcaklıktan olumsuz yönde etkilenmektedir. Sıcaklık arttıkça PV pilin çıkış gerilimi ve gücü azalmaktadır. Karakteristiklerin gösterdiği sonuçlara göre ışık şiddeti PV pillerin temel enerji kaynağını oluşturmaktadır [34]. Dolayısıyla soğuk ve güneşli ortamlar PV güneş pilleri için en uygun ortamlardır.

2.4. FOTOVOLTAİK SİSTEM

Yenilenebilir enerji kaynaklarının mimaride kullanımı sürdürülebilir bir çevre ve sürdürülebilir bir gelecek için önem taşımaktadır. Fosil yakıtların önemli ölçüde binalar tarafından tüketiliyor olması binalara ve tasarımcılarına ciddi bir sorumluluk getirmektedir. En çok gelecek vaat eden yenilenebilir enerji kaynağı olarak güneş enerjisinden yararlanan fotovoltaik sistemler temiz bir gelecek için birçok fırsat sunmaktadır [27].

Bir fotovoltaik sistem, DC ya da AC ile çalışan yükü beslemek üzere, güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirir. Sistem öncelikle fotovoltaik paneller aracılığıyla güneş enerjisini DC elektrik enerjisine çevirir. Buradan DC ile çalışan bir yük beslenebilir. Güneş ısınımı sürekli ve kararlı değildir. Gün içerisinde ve mevsim şartlarına göre değişiklikler gösterir. Güneş ışınımının, yükü beslemede yetersiz kaldığı durumlar olabileceği gibi, sistemin ihtiyacından fazla olduğu zamanlar da oluşabilmektedir. Bu

ihtiyaç fazlası enerji akülere depolanabilir. Böylece güneş ışınımının yetersiz olduğu zaman dilimleri için yükün çalışmasında oluşacak kesinti kısmen ya da tamamen ortadan kaldırılabilir. Çalıştırılması istenen yük AC ile çalışıyor olabilir. Bu durumda DC enerjiyi AC enerjiye dönüştürecek bir evirici kullanılır. Fotovoltaik sistemler, yerleşim merkezinden uzak noktalarda bulunan elektrik yüklerini çalıştırmak üzere, yerel elektrik şebekesinden bağımsız olarak inşa edilebilirler. Bununla birlikte yerel elektrik şebekesine yakın noktalarda bulunan fotovoltaik sistemler, şebekeye enerji aktarabilecek şekilde düzenlenebilirler.

2.4.1. Fotovoltaik Sistem Avantajları

PV kullanımının avantajları aşağıda verilmiştir.

Güneş enerjisi ile çalıştığından ek bir yakıt ihtiyacı yoktur.

Güneş radyasyonunu elektrik enerjisine çevirebilen tüm doğrudan enerji dönüştürücüleri içinde en yüksek verime sahip olanıdır.

İletim hattına gerek yoktur. Gücün tüketileceği yere kurulabilir.

Uzun ömürlüdür.(Ömrü teorik olarak sonsuz olmasına karşın yaklaşık 20 yıldır.)

Aşırı derecede güvenli ve bakım gerektirmez.

Havayı kirletmez çevreye zarar vermez.

Ham maddesi silisyum doğada en bol bulunan malzemedir. Yenilenmeyen petrol, kömür vb. yakıtları kullanmaz.

1W'tan MW'lara kadar enerji üretebilir.

Modüler ve çok yönlü kullanılır. İstenildiğinde güç ve gerilim seviyesi kolaylıkla artırılabilir veya azaltılabilir. Modüllerden bir grup devre dışı kalsa bile güç üretimi devam eder.

Çalışırken elektrik sorunu yoktur.

İstenilen voltaj üretilebilir. Akım seri ya da paralel bağlanabilir.

Elektrik şebekesine yoğun saatlerde destek sağlamış olur.

Gerektiğinde şebekeden elektrik desteği almayı engellemez.

Fazla üretilen enerji akümülatörlerde depolanabilir.

Fazla üretilen enerji elektrik şebekesine satılarak ilk yatırım maliyetleri düşürülmüş olur.

Sera etkisi yaratan gaz salınımı olmaz.

PV ürünleri renkli üretilebilir. PV hücre renkleri siyah monokristal silisyum, mavi polikristal silisyum, kırmızımsı kahverengi amorf silisyum olarak üretilebilir.

Sessizdirler.

Çalıştırmak için özel bir eğitime ihtiyaç yoktur.

Güneş ısınımı olan her alanda kullanılabilirler [27,31,35].

2.4.2. Fotovoltaik Sistem Dezavantajları

PV kullanımının dezavantajları aşağıda açıklanmıştır.

İlk yatırım maliyeti yüksektir.

Üretilen akım doğru akım olduğundan, ya doğru akımla çalışan cihazlar ya da evirici kullanmak gerekir.

Enerji sürekli olmadığı için enerjinin batarya grubu ile depolanması gerekir.

Güneşlenme yönünden zengin bölgelere ihtiyaç vardır.

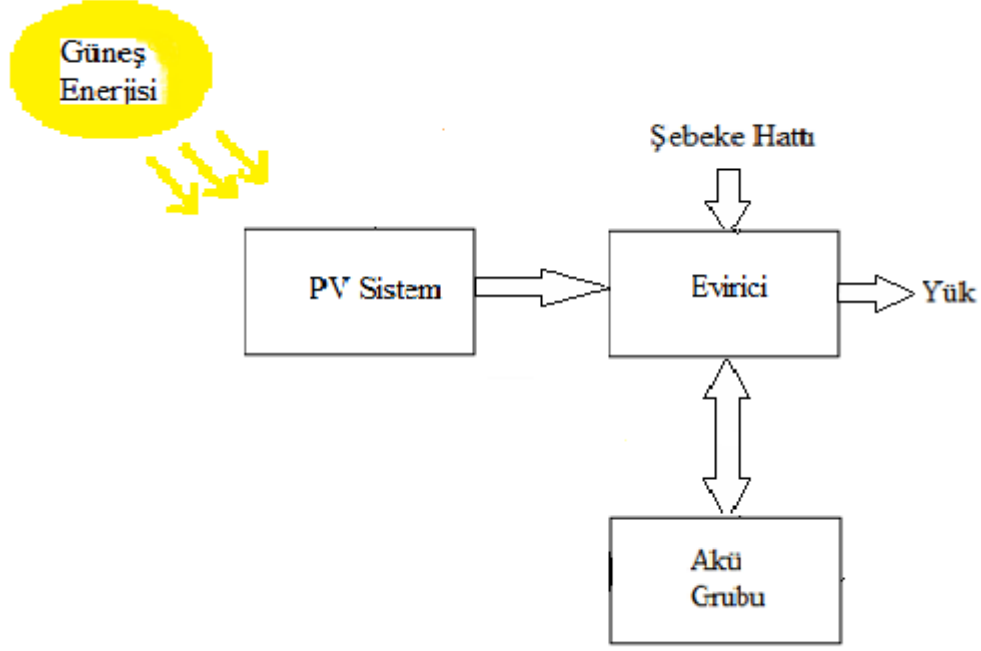
Çok fazla güneş ışığı alan bölgelerde sıcaklık nedeniyle verim azalmaktadır. Bu yüzden PV'ler havalandırılarak soğutulmalıdır.

Verimi gölge ile düşer. Bu yüzden PV panellerinin yüzeyi devamlı temiz tutulmalı ve sadece su ile temizlenmelidir. Diğer taraftan gölge yapabilecek elemanlardan kaçınılmalıdır.

Güneş enerjisinden optimum yararlanmak için PV'ler eğimli yüzeylerde kullanılmalıdır. Maksimum enerji verimi için kuzey yarımkürede güneşe doğru yönlendirilmelidir [27,31,35].

2.5. SİSTEMİN TASARIMI VE UYGULAMASI

Bu tez çalışmasında, blok diyagramı Şekil 2.16'da verilen ve güneş enerjisi ile beslenebilen Kesintisiz Güç Kaynağı tasarlanmış ve uygulanmıştır. Sistem PV sistem katı, Evirici katı ve akü grubu katından oluşmaktadır. Ayrıca elektrik enerjisi üretimini sağlayacak güneş enerjisi, güneş enerjisinin yetersiz kaldığı durumlarda gerekli desteği sağlayacak olan şebeke hattı ve üretilen enerjiyi yükleri beslemesi için yük hattı belirtilmiştir.



Şekil 2.16. GE ile beslenebilen KVK blok diyagramı.

2.5.1. Tasarlanan Sistemin Teknik Özellikleri

Sistem için çıkış gücü 2 KVA olan bir kesintisiz güç kaynağı geliştirilmiştir. Aşağıda tasarımı gerçekleştirilen kvg'ya ait detaylı teknik veriler sunulmuştur.

Evirici modu özellikleri;

Nominal çıkış gücü	: 2KVA/1,6KW
Çıkış voltajı dalga şekli	: Saf sinüs dalgası
Çıkış voltajı regülasyonu	: 230V AC \pm % 15
Çıkış frekansı	: 50Hz
Nominal DC giriş voltajı	: 24V DC
Aküden çalışma voltajı	: 23V DC
Yüksek DC toparlama voltajı	: 29V DC
Yüksek DC kesme voltajı	: 30V DC
Yüksüz güç tüketimi	: <20W
Tasarruf modu güç tüketimi	: <10W

Şebeke modu özellikleri;

Nominal giriş voltajı	: 230V AC
Giriş voltajı dalga şekli	: Sinüs biçimli
Düşük şebeke voltajı	: 170V AC \pm 7V

Yüksek şebeke voltajı	: 280V AC \pm 7V
Maksimum AC giriş voltajı	: 300V AC
Nominal giriş frekansı	: 50Hz/60Hz (otomatik algılama)
Düşük şebeke frekansı	: 40Hz \pm 1Hz
Yüksek şebeke frekansı	: 65Hz \pm 1Hz
Çıkış kısa devre koruması	: Devre kesici
Verimlilik	: >%95 (nominal R yükü, akü tam şarjlı)
Transfer süresi	: 10ms

Şarj modu özellikleri:

Elektrik kaynağı şarj modu şarj akımı	: 20/30A
Solar şarj modu şarj akımı	: 50A
Tampon şarj voltajı	: 27V DC
Sistem DC voltajı	: 24V DC
Maksimum PV düzen açık devre voltajı	: 125V DC
Bekleme güç tüketimi	: 2W
DC voltaj toleransı	: \pm %0,3

Genel özellikleri:

Emniyet sertifikası	: CE
İşletim sıcaklığı aralığı	: 0°C - 55°C
Boyutları (Y*G*D) mm	: 700*500*250

2.5.2. Sistemin Tanıtımı ve Genel Özellikleri

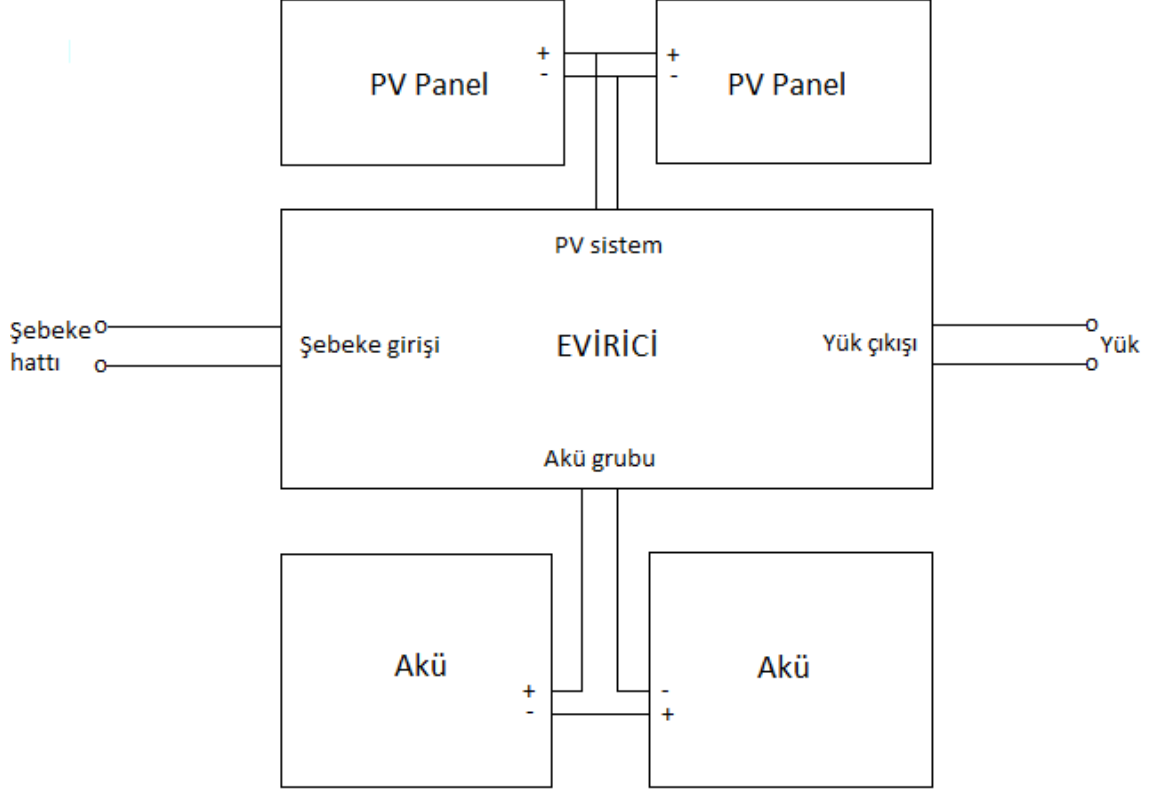
Sistemin genel olarak çalışması tanımlayacak olursak üzerine düşen güneş ışınları ile DC enerji üreten güneş pilleri bu enerjiyi depolanması için evirici kat üzerinden akü grubuna gönderilir. DC enerji sağlayan 24V jel aküler PV sistem ile şarj olurlar. Aküde depolanan bu enerji yüklere aktarılması için evirici katında 220V AC'ye dönüştürülür ve gerekli olan yüklerin beslenmesi sağlanmış olur. Güneş enerjisinin yetersiz olduğu durumlarda şebeke enerjisinden gerekli destek sağlanmıştır.

Bu çalışmada Şekil 2.16'da belirtilmiş olan blok diyagramındaki bütün katlar hazır olarak alınmış ve birbirlerine bağlantıları gerçekleştirilmiştir.

Gerçekleştirilen KGK sisteminin temelini teşkil eden evirici, solar şarj cihazı ve akü şarj cihazı gibi malzemelerin hepsi inverter üzerinde bir araya getirilmiştir. Sistemde sigorta anahtarları kullanılmıştır.

Tasarım ve montaj detayları ile sistemin genel bir tanıtımı verilen kesintisiz güç kaynağının tüm katları detaylı olarak aşağıda incelenmiştir. Şekil 2.17'de tasarımı gerçekleştirilen kkg'nın detaylı blok diyagramı verilmiştir. Detaylı blok diyagramlardan da görüleceği gibi sistem üç ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla;

- * Evirici üzerinden akü grubunu besleyen 2*32V paralel bağlanan PV paneller,
- * Gerekli olan DC enerjiyi depolaması için 2*12V/100Ah seri bağlanan aküler,
- * Akülerde depolanan enerjinin 220V AC'ye çevrilmesi için gerekli olan evirici devresi bölümlerinden oluşmaktadır.
- * Ayrıca PV panellerdeki enerjinin yetersiz kalması durumunda evirici üzerinden akü grubunu besleyen şebeke hattı vardır.



Şekil 2.17. KGK detaylı blok diyagramı.

2.5.2.1. PV Sistem Katı

KGK blok diyagramında ilk katı oluşturur. KGK sistemi için gerekli olan enerji PV sistem katından sağlanmaktadır. PV sistem olarak tanımladığımız Güneş pilleri; üzerine güneş ışığı düştüğünde, güneş enerjisini DC enerjisine çeviren sistemlerdir. Bu enerji çevriminde herhangi bir hareketli parça bulunmaz. Bu çalışmadaki sistem için 2 adet polikristal güneş pili kullanılmıştır. Her bir güneş pilinin teknik değerleri aşağıda sunulmuştur.

Maksimum güç	: 250W
Açık devre gerilimi	: 37,58V
Kısa devre akımı	: 8,49A
Maksimum güç voltajı	: 31,73V
Maksimum güç akımı	: 7,88A
Maksimum sistem voltajı	: 1000V DC
Normal çalışma sıcaklığı	: 45±2°C
Ağırlığı	: 18.5Kg
Boyutları (mm)	: 1650*992*40

Sistem için paneller birbirine paralel bağlanarak üretilen gerilim değeri aynı kalmış, akım değeri ise iki katına çıkması sağlanmıştır. Şekil 2.18’de enerji üretimi için kullanılan PV paneller gösterilmiştir.



Şekil 2.18. PV paneller.

2.5.2.2. Evirici Katı

Evirici devresi doğru akımı alternatif akıma dönüştürmeye yarayan güç elektroniği cihazlarıdır [36]. Tam sinüs özelliği de çamaşır makinesi, bulaşık makinesi ve buzdolabı gibi endüktif yükleri karşılamak ve bozmamak için gereklidir [37]. Eviricinin gücü aynı anda çalışacağını düşünülen cihazların anlık toplam gücüne göre seçilmelidir. Örnek vermek gerekirse 1 kW çamaşır makinesi, 200 W televizyon ve 100 W’lık lamba aynı anda çalıştırılmak istenirse 1300 W’lık bir evirici seçimi gerekecektir. Kimi tasarımlarda evirici seçimi saatlik üretilen miktarla aynı yapılmaktadır. Örneğin saatlik üretim 1 kW ise evirici 1 kW güçte çalışacak şekilde seçilmiştir. Ancak saatlik üretim 1 kW olmasına rağmen aküde biriken güçten yararlanarak daha fazla güç tüketen bir cihaz kullanma ihtiyacı doğabileceğinden daha yüksek güçte çalışabilen bir evirici seçimi daha mantıklıdır. Evirici seçimi daha da yüksek tutabilir.

Bu çalışmada kullanılan evirici çok fonksiyonlu bir inverter/şarj cihazıdır. Kesintisiz güç desteği sunmak için inverter, solar şarj cihazı ve akü şarj cihazı fonksiyonlarını bir araya getirir. Eviriciye ait teknik veriler hemen hemen sisteme ait teknik veriler olduğu için bu bilgiler yukarıda sunulmuştur. Yine de genel bir bilgi verilecek olursa;

Nominal çıkış gücü : 2KVA/1,6KW
Çıkış voltajı regülasyonu : 230V AC \pm %15
Çıkış frekansı : 50Hz

Çıkış voltajı dalga şekli : Saf sinüs dalgası
Nominal DC girişi voltajı : 24V DC
Şarj akımı : Maksimum 50A
Nominal giriş voltajı : 230V AC
Verimlilik : %95

Sistemin Tasarımı yapılırken evirici Şekil 2.19'daki gibi kontrol panosuna yerleştirilmiş ve gerekli olan sigorta anahtarları da bu panoya yerleştirilmiştir.



Şekil 2.19. Kontrol panosu.

Evirici katı ile diğer katlar arası yapılacak kablo bağlantıları ve sigorta anahtarları aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir.

PV sistem bağlantısı; PV modüller ile evirici arasındaki bağlantılar 6 mm² solar kablolar ile yapılmış ve bu kablolar evirici üzerinde "PV" olarak tanımlanan yerlere bağlanmıştır. Koruma amaçlı olarak 2*20A sigorta anahtarı kullanılmıştır.

Akü bağlantısı; Aküler ile evirici arasındaki bağlantılar 10 mm² nyaf kablolar ile yapılmış ve bu kablolar evirici üzerinde "akü" olarak tanımlanan yerlere bağlanmıştır. Koruma amaçlı olarak 2*80A sigorta anahtarı kullanılmıştır.

Şebeke hattı bağlantısı; Şebeke ile evirici arasındaki bağlantılar 4 mm² nyaf kablolar ile yapılmış ve bu kablolar evirici üzerinde “AC IN” olarak tanımlanan yerlere bağlanmıştır. Koruma amaçlı olarak 2*25A sigorta anahtarı kullanılmıştır.

Yük hattı bağlantısı; Yük ile evirici arasındaki bağlantılar 4 mm² nyaf kablolar ile yapılmış ve bu kablolar evirici üzerinde “AC OUT” olarak tanımlanan yerlere bağlanmıştır. Koruma amaçlı olarak 1*16A sigorta anahtarı kullanılmıştır.

Kontrol panosu ile diğer ekipmanların birbiri ile bağlantısını kolaylaştırmak amacı ile kontrol panosunun içine PV sistem, Akü grubu, Şebeke hattı ve yük hattı için klemens grupları oluşturulmuştur.

2.5.2.3. Akü grubu katı

Aküler üretilen elektrik enerjisini depolamaya yarayan cihazlardır. Şebekeden uzak veya KGK'nın gerekli olduğu durumlarda yenilenebilir enerjinin en önemli parçasıdır. Gündüzleri güneş panellerinin üretmiş olduğu elektrik enerjisini gece/gündüz kesintisiz kullanabilmek için uygun akü grubunun kurulması ile mümkündür. Akülerin seri veya paralel bağlanması ile 12, 24, 48 veya 120V gerilimde çalışabilirler. Yeni nesil jel tipi tam bakımsız aküler; güneş, rüzgar ve hibrit sistemler için ideal akülerdir.

Jel akülerin genel özellikleri;

Tam bakımsızdır, akü bakım maliyeti yok denecek kadar azdır.

Vibrasyonlu çalışma ortamlarında mükemmel sonuç verirler.

Düşük iç dirence sahiptirler.

Pozitif plakaları koruyan, dolayısıyla çevrimsel ömrü uzatan teknoloji kullanılmıştır.

Izgarasında korozyon önleyen kalın ve özel kurşun alaşımli plakalar kullanılmıştır.

Alternatif enerji kaynaklarını (güneş, rüzgar vb.) daha sonra kullanabilmek için enerjinin depolanmasını sağlar.

Jel aküler jel formülü ile plakaların ısınmasını azaltan bir etkiye sahiptir. Aşırı şarjlarda ısı sorunu yaratmaz. Bu özelliği ile herhangi bir güç kaybına neden olmaz.

Çevrecidir. Fosil yakıtların yol açtığı çevre zararlarına karşılık, temiz ve doğal enerji elde etmede vazgeçilmez bir unsurdur.

Bu tip akülere saf su veya elektrolit ekleme ihtiyacı duyulmaz.

Uzun ömürlü ve şarj-deşarj kinetikleri çok verimlidir.

Şekil 2.20'de sistem için kullanılan jel aküler gösterilmektedir.

Bu çalışmada 2 adet 12V 100Ah jel akü kullanılmış ve bu aküler birbirlerine seri olarak bağlanarak gerilim değeri iki katına çıkartılmış, akım değeri ise sabit kalmıştır. Bir

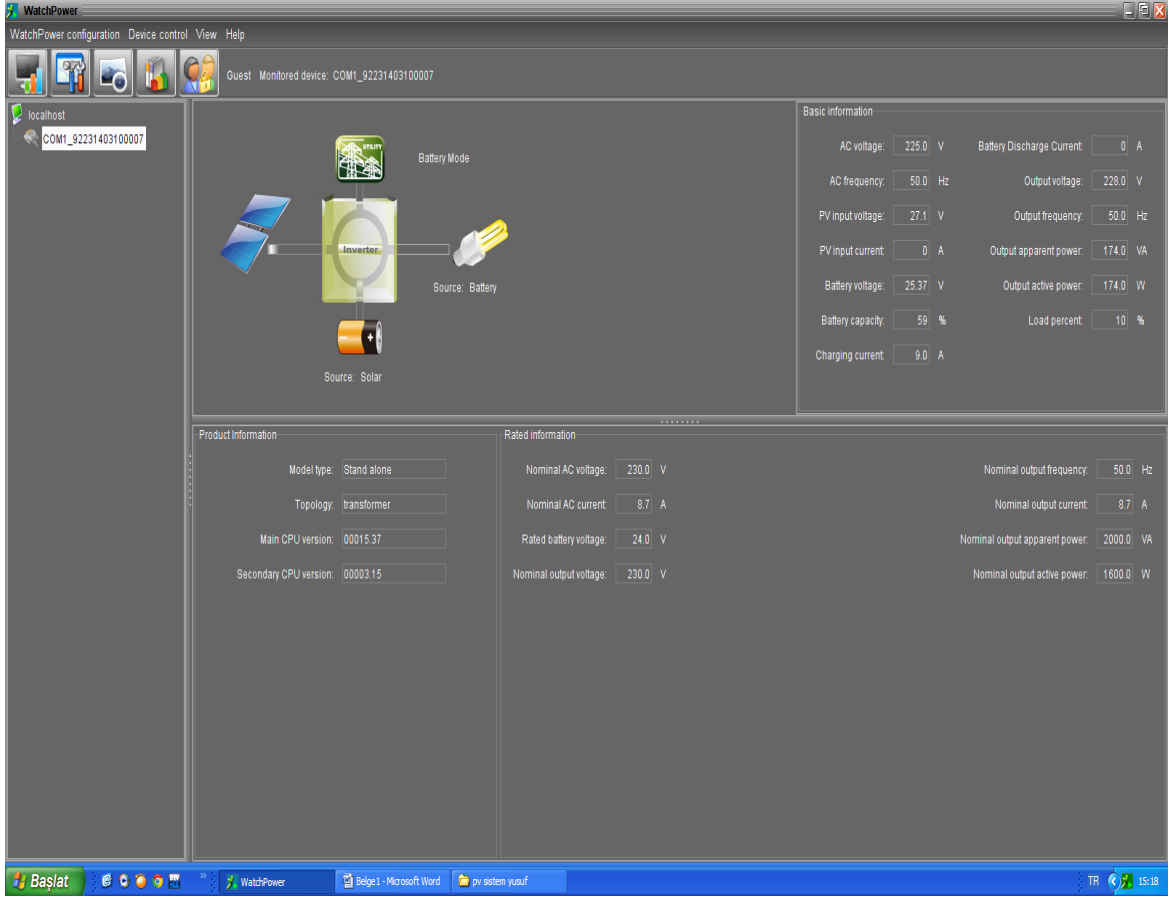
başka ifadeyle sistem için 24V 100Ah'lik akü grubu kullanılmıştır. Akü grubu hem PV sistem ile evirici üzerinden şarj olacak hem de ihtiyaç halinde şebeke hattı ile evirici üzerinden şarj olacaktır. Akü'de depolanan 24V DC enerji evirici katı üzerinden 220V AC enerjiye dönüştürülerek yükü besleyecektir.



Şekil 2.20. Akü grubu.

2.5.3. Sistemin Çalışması

Bu çalışmada sistem takibi amacı ile sistemde kullandığımız evirici üreticisi savior solar firmasının geliştirdiği bir program olan watchpower programı esas alınmıştır. Programın ekran görüntüsü Şekil 2.21'de verilmiştir. Bu program aracılığı ile AC voltaj, AC frekans, PV giriş voltajı, AC çıkış görünür gücü, AC çıkış aktif gücü, akü voltajı, akü kapasitesi, şarj akımı, çıkış voltajı ve çıkış frekansı izlenecektir. Eviricinin bir diğer fonksiyonu ise üzerinde lcd ekran mevcuttur. Şekil 2.22'de verilen bu ekran ile gerekli izlenimlerde yapılabilmektedir. Lcd ekran ile sistemin enerji kaynakları olan PV sistem ve şebeke enerjisinin hangisinin devrede olduğunu, AC/DC dönüştürücüyü, akü şarj kapasitesini, DC/AC dönüştürücüyü ve yük tarafından çekilen gücü izleyebilmekteyiz.



Şekil.2.21. Watchpower programı ekran görüntüsü.



Şekil 2.22. Eviricinin lcd ekran görüntüsü.

Sistem kurulumu Düzce ilinde gerçekleştirilmiştir. Düzce ilinin güneşlenme süresi Çizelge 2.2’de verilmiştir [38].

Çizelge 2.2. Düzce iline ait potansiyel güneş enerjisi.

Aylar	Ed	Em	Hd	Hm
Ocak	1.78	55.2	2.21	68.5
Şubat	2.23	62.5	2.79	78.2
Mart	2.88	89.2	3.65	113
Nisan	3.46	104	4.50	135
Mayıs	4.17	129	5.59	173
Haziran	4.40	132	5.97	179
Temmuz	4.60	143	6.31	196
Ağustos	4.52	140	6.21	193
Eylül	3.80	114	5.11	153
Ekim	2.95	91.4	3.85	119
Kasım	2.62	78.6	3.31	99.2
Aralık	1.68	52.1	2.10	65.1
Yıllık	3.26	99.2	4.31	131
Yıl boyu toplamı		1190		1570

Çizelge 2.2’de verilen Ed: Sistemin günlük ortalama elektrik üretim miktarını (kWh), Em: Sistemin aylık ortalama elektrik üretim miktarını (kWh), Hd: Sistemin mertekare başına düşen enerjinin günlük ortalama toplamını (kWh/m^2) ve Hm: Sistemin mertekare başına düşen enerjinin ortalama toplamını (kWh/m^2) tanımlar [38]. Çizelge 2.2’deki değerleri incelediğimizde metrekare başına düşen enerjinin ortalaması 4,31 kWh/m² olduğunu görüyoruz.

Sistemin çalışması Şekil 2.17'deki KGK detaylı blok diyagramı üzerinden anlatılacaktır. Güneş ışınlarına maruz kalan PV sistem üzerinde DC enerji oluşacaktır. Bu gerilim 32V civarında üretilecektir. DC enerji depo edilmesi için evirici üzerinden ve eviricinin solar şarj cihazı fonksiyonunu kullanarak 28V civarındaki enerjiyi akü grubuna depolar. Depolanan bu enerji DC olduğundan ve yükler AC olduğundan dolayı inverter ile 220V AC 50Hz'e çevrilecek ve günlük kapasitesine bağlı olarak 1.6 KW'a kadar olan yükleri sorunsuz şekilde besleyecektir. Akü kapasitesi %10 veya daha yüksek olması durumunda enerji PV sistemden sağlanacaktır. Özellikle güneş ışınının az olduğu kış aylarında akü kapasitesi %10'un altına düştüğünde şebeke enerjisi sisteme enerji sağlayacaktır. Şebeke enerjisi hem eviricinin akü şarj cihazı fonksiyonu ile akü grubunu şarj edecek hem de çıkıştaki yükleri evirici üzerinden besleyecektir. KGK sistemi için ayrıca evirici üzerindeki LCD ekran aracılığı ile gerekli olan parametreler ayarlanabilmektedir.

Ayrıca evirici için nominal çalışma değerleri Şekil 2.23'de verilmiştir.

Nominal AC voltage:	230.0	V	Nominal output frequency:	50.0	Hz
Nominal AC current:	8.7	A	Nominal output current:	8.7	A
Rated battery voltage:	24.0	V	Nominal output apparent power:	2000.0	VA
Nominal output voltage:	230.0	V	Nominal output active power:	1600.0	W

Şekil 2.23. Evirici nominal değerleri.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada KGK geleneksel besleme yöntemi olan şebeke enerjisi yerine PV sistem ile beslenmiş ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. PV sistem için günlük üretilen enerji hesaplamaları, bu enerji ile beslenebilecek yük kapasitesi gibi durumlar incelenmiştir.

PV sistem üretimi;

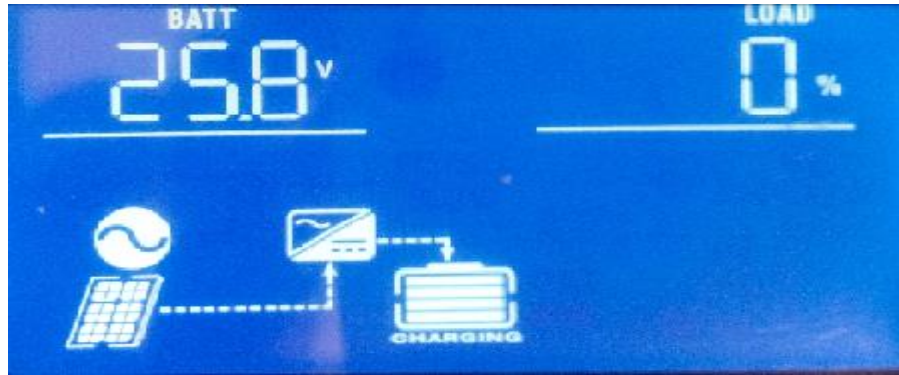
PV sistem KGK'nın beslenmesi için 33V gerilim ve maksimum(güneş ışınının panele dik vurması) 15A akım üretebilmektedir. Buradan üretilen gücü hesaplayacak olursak;

$$P = V \cdot I \quad (3.1)$$

formülünden bulunur.

$P = 33 \cdot 15 \Rightarrow P = 495 \text{W/h}$ bulunur. Günlük ortalama güneşlenme süresi 5 saat olarak hesaplırsak toplamda günlük 2475W enerji üretimi gerçekleştirilmiştir. Sistemdeki kayıplar göz önüne alındığında bu değer maksimum 2100W civarında olmaktadır. Yani KGK sistemi günlük bazda 2100W'lık yük grubunu rahatlıkla besleyebilecektir. Sistemi aşama aşama analiz edecek olursak;

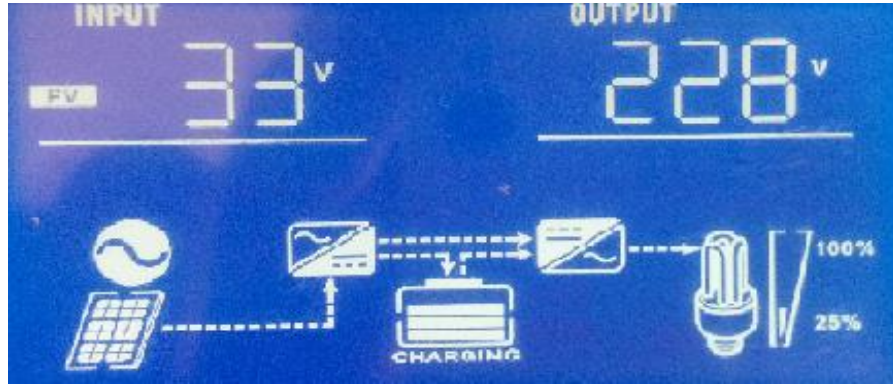
İlk aşamada Şekil 3.1'de görüldüğü gibi PV sistem devrededir, Şebeke enerjisi ise bekleme modundadır. PV sistem ürettiği enerjiyi evirici üzerinden akü grubuna iletir ve depolanması sağlanır. Bu şekilde ayrıca batarya voltajının 25,8V olduğu ve sistemin çıkışında herhangi bir yük olmadığı görünmektedir.



Şekil 3.1. PV sistem devrede.

İkinci aşama olarak Şekil 3.2'de PV sistem devrededir, Şebeke enerjisi ise bekleme modundadır. PV sistem ürettiği enerjiyi evirici üzerinden akü grubuna iletir ve depolanması sağlanır. Aynı zamanda bu enerji ile evirici üzerinden 228V AC enerji ile

yük beslemesi sağlanmıştır. Bu şekilde PV sistem voltajının 33V olduğu ve sistemin çıkışına kapasitesinin %1 ile %25 arasında bir yük bağlandığı görülmektedir.



Şekil 3.2. PV sistem ve yük devrede.

Üçüncü aşama olarak Şekil.3.3 ve Şekil.3.4’de PV sistem devrededir, Şebeke enerjisi ise devre dışı bırakılmıştır. PV sistem ürettiği enerjiyi evirici üzerinden akü grubuna iletir ve depolanması sağlanır. Bu şekilde ayrıca akü grubu voltajının 25.5V olduğu ve sistemin çıkışına kapasitesinin %10’u kadar ve çekilen gücün 171W olduğu görülmektedir.

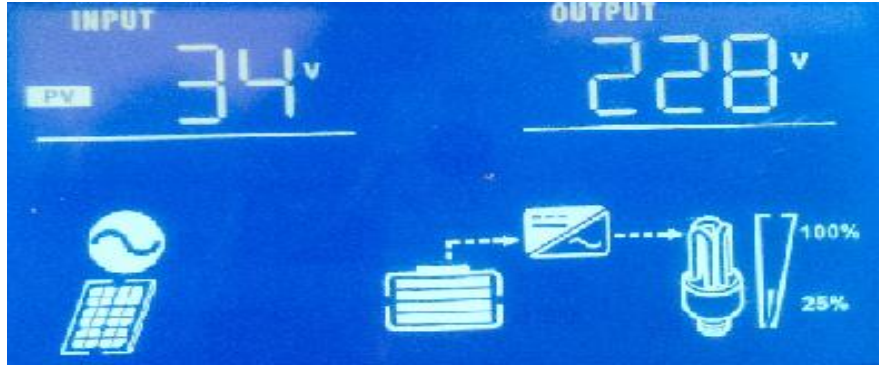


Şekil 3.3. Şebeke enerjisi devre dışı.



Şekil 3.4. Şebeke enerjisi devre dışı.

Dördüncü aşamada Şekil 3.5’de akü tam doludur ve hem şebeke enerjisi hem de PV sistem devre dışı bırakılmıştır. Akü’de depolanan DC enerji evirici ile AC’ye çevrilerek yükü besler. Ayrıca şekilde PV sistem voltajının 34V ve çıkış geriliminin 228V olduğu görülmektedir.



Şekil 3.5. Akü tam dolu.

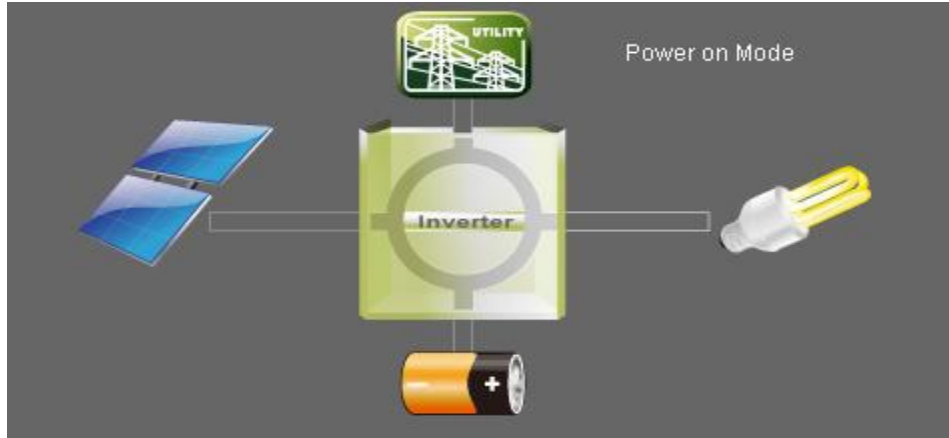
Beşinci aşamada Şekil 3.6’da akü kapasitesi %10’un altına düştüğünde şebeke enerjisinin devreye girdiği görülmektedir. Hava karanlık olduğu için PV sisteme güneş ışınları düşmediğinden dolayı enerji üretimi gerçekleşmemiştir. Sistem hem şebeke enerjisinden aküyü şarj eder hem de bypass modu ile yükü beslemektedir. Ayrıca şekilde şebeke enerjisi 225V ve çıkış geriliminin 225V olduğu görülmektedir.



Şekil 3.6. Şebeke enerjisi devrede.

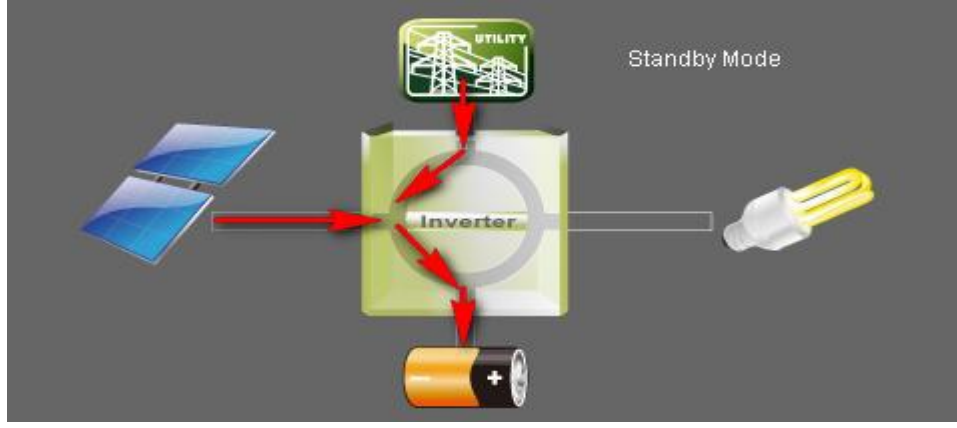
Ayrıca sistem takibi amacı için kullandığımız evirici üreticisi savior solar firmasının geliştirdiği watchpower programındaki güç akışını takip edebiliyoruz. Güç akışında 5 tane simge vardır. Bunlar; Güneş paneli, akü, şebeke, inverter ve yükür. Bu simgeler dinamik güç akışını gösterir. Ayrıca bu program ile AC gerilimi, AC frekans, PV giriş gerilimi, akü voltajı, akü kapasitesi, şarj akımı, çıkış voltajı, Çıkış frekansı, Çıkış görünür güç, aktif çıkış gücü ve yük yüzde bilgilerini görüntüler.

Şekil 3.7’de görüldüğü gibi inverter devrede değil ve güç tasarrufu modundadır. Sistemde herhangi bir güç akışı olmamaktadır ve yük beslenmemektedir. Bu durum inverter devreye girene kadar böyle devam eder.



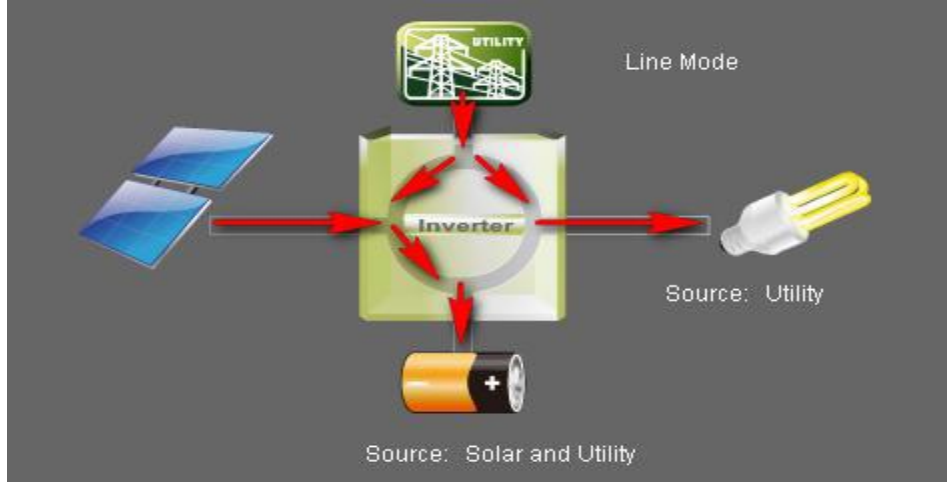
Şekil 3.7. Güç tasarrufu modu.

Şekil 3.8’de görüldüğü gibi inverter devrede değil ve bekleme modundadır. Sistemdeki aküler güneş panelleri veya şebeke üzerinden şarj edilebilirler. Yük beslenmemektedir. Bu durum inverter devreye girene kadar böyle devam eder.



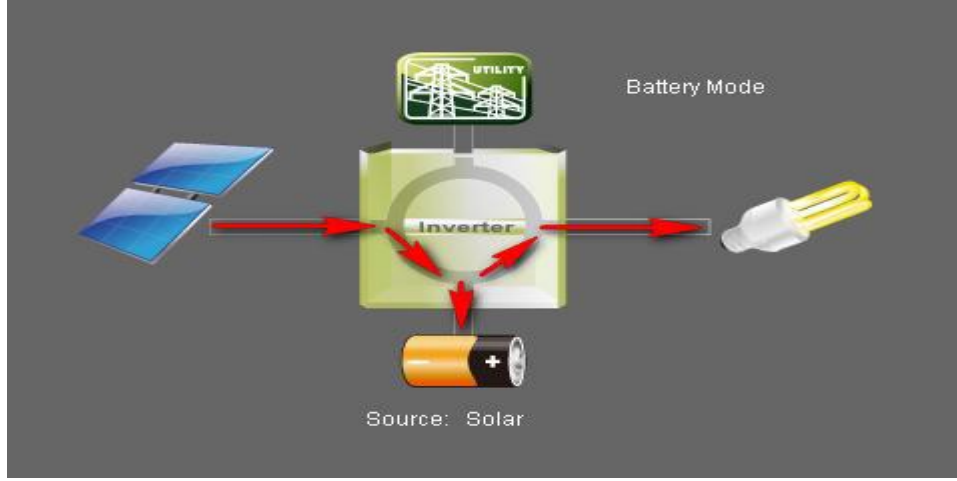
Şekil 3.8. Bekleme modu.

Şekil 3.9’da görüldüğü gibi inverter devrededir ve hat modundadır. Sistemdeki aküler güneş panelleri veya şebeke üzerinden şarj edilebilirler. Aynı zamanda yük beslenmektedir.



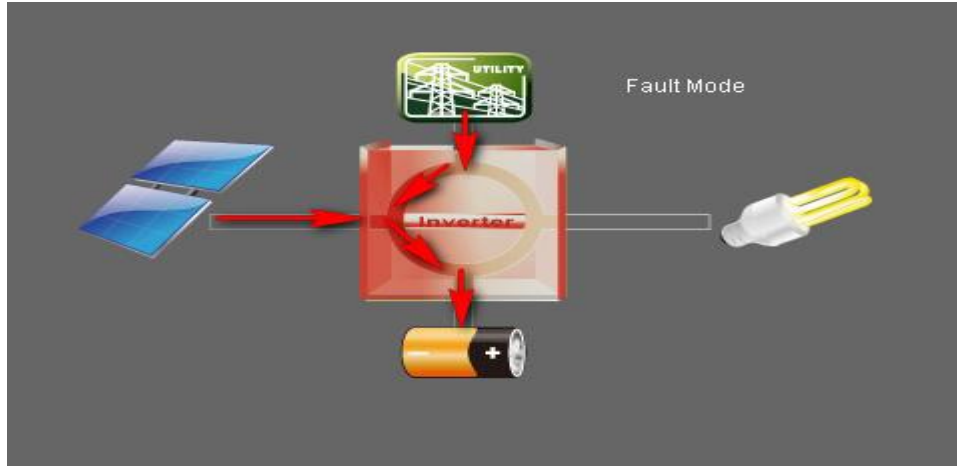
Şekil 3.9. Hat modu.

Şekil 3.10’da görüldüğü gibi inverter devrededir ve akü modundadır. Sistemdeki aküler güneş panelleri üzerinden şarj edilebilirler. Aynı zamanda yük beslenmektedir.



Şekil 3.10. Akü modü.

Şekil 3.11’de görüldüğü gibi inverter devrede değildir ve arıza modundadır. Sistemdeki aküler güneş panelleri ve şebeke üzerinden şarj edilebilirler. Yük beslenmemektedir.



Şekil 3.11. Arıza modü.

Belirtilen aşamalardan yola çıkarak sistem anlık olarak maksimum 1700W’a kadar olan yükleri besleyebilmektedir. Akü kapasitesi %10’un altına düştüğünde şebeke enerjisi otomatik olarak devreye girmektedir. Güneş ışınlarının olduğu zamanlarda KGK sistemi PV sistemden beslenmektedir. Güneş ışınlarının olmadığı zaman olan geceleri ve güneş ışınlarının düşük olduğu kış aylarında akü kapasitesine ve yüke bağlı olarak KGK sistemi şebeke enerjisi ile beslenecektir.

Aşağıda geleneksel yöntem olan şebeke enerjisi ile beslenen KGK ile güneş enerjisi ile beslenen KGK kıyaslaması yapılmıştır.

Geleneksel yöntem ile KGK beslenmesinin avantajları;

- Geniş bir kullanım alanına sahiptirler.

- Yüğü gerilim değişikliklerine karşı korurlar.

- Tam kesintisiz olarak çalışırlar.

- 3 fazlı çalışmalar için uygundur.

Geleneksel yöntem ile KGK beslenmesinin dezavantajları;

-Akü kapasitelerine bağlı olarak belirli bir süreliğine yüğü besleyebilirler.

-Şarj ünitesinin gücü düşük olduğu için şarj süresi uzundur. Sık sık elektrik kesintisi olan yerlerde verimli çalışamazlar.

-Yüksek güçlerde üretilemezler. Yüksek güçlerde imal edildiklerinde röleli geçişlerinden ve dalga şekillerinden dolayı problem çıkarabilmektedirler.

Güneş enerjisi ile KGK'ın beslenmesinin avantajları;

-Yenilebilir enerji kaynağı ile enerji üretimi sağlanmaktadır.

-Enerjide dışa bağlılığı azaltmaktadır.

-Elektrik faturasını azaltmamızı veya tamamen kurtulmamızı sağlar.

-Kesintisiz enerjinin depolanmasını sağlamak.

Güneş enerjisi ile KGK'ın beslenmesinin dezavantajları;

-İlk yatırım maliyeti yüksektir.

-Enerji ihtiyacının çok olduğu kış aylarında güneş ışınımı azdır.

-Birim yüzeye gelen güneş ışınımı az olduğundan büyük yüzeylere ihtiyaç vardır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bulduğumuz zamanda enerji en önemli konulardan biri olarak gösterilebilir. Enerjinin bu kadar önemli olduğu bir zamanda, yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajları her ülkenin ilgisini çekmektedir. Özellikle diğer ülkelere olan bağlılığın azaltılması ve çoğu ülkenin yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanabilme kapasitesine sahip olması, bu kaynaklara olan ilgiyi daha da artırmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemlisi güneş enerjisidir. Yapılan bu çalışma da sistemlere kesintisiz olarak enerji aktarılması işlemini gerçekleştiren kesintisiz güç kaynakları incelenmiş geleneksel besleme yöntemi olan şebeke enerjisi yerine bu enerjinin üretilmesini amaçlayan güneş enerjisi ile enerji üretimi gerçekleştirilmiş ve güneş enerjisi ile beslenebilen kesintisiz güç kaynaklarının üstünlükleri ifade edilmiştir.

Kaliteli, temiz ve sürekli kesintisiz enerjiyi sistemlere aktaran kesintisiz güç kaynakları temel yapıları itibariyle bir güç elektroniği kontrol devrelerinden oluşan sistemlerdir. Topolojileri gereği sistem temel noktada PV paneller, evirici ve akü grubu olmak üzere toplam üç bölümden oluşmaktadır. Kesintisiz güç kaynaklarının içerisinde bulunan bu üç bölüm de teknolojinin gelişmesi ile birlikte gelişimler göstermiştir. Geliştirilen evirici özelliğinden dolayı bu kontrol devreleri evirici üzerinde bir araya getirilmiştir.

Güneş ışığından elde edilen enerjiyi, elektrik enerjisine çevirmek amacıyla yola çıkılan bu çalışmada güneş enerjisi ile beslenebilen kesintisiz güç kaynağının tasarımı yapılmış ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. KGK'lar geleneksel olarak şebeke enerjisinden beslenmektedir. Bu çalışmada ise son zamanlarda giderek ilgi çeken ve üzerinde çalışmalar yapılan yenilebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisi ile enerji üretimi gerçekleştirilmiş ve kesintisiz güç kaynağı bu enerji ile beslenmiştir. Sistemin ilk yatırım maliyeti yüksek olmasına karşın enerjisini güneşten sağlayacağı için kullanımı sırasında hemen hemen bir maliyet ortaya çıkarmayacaktır. Bu da sistemin belirli bir süre sonra ilk yatırım maliyetini karşılayacağı anlamına gelmektedir. Geleneksel kullanılan KGK'lardaki akü kapasitesine bağlı olarak yükler sadece kısa bir süreliğine beslenebilmekte iken tasarlanan sistem bu durum ortadan kaldırılmış ve sistem günlük kapasitesine bağlı olarak yani 2 KVA'e kadar olan yükler kesintisiz ve sürekli olarak bu sistem üzerinden beslenmiştir.

Tasarımı yapılan ve uygulaması gerçekleştirilen sistem devrelerin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. Bu devrelerin değerleri arttırılarak daha büyük güçte

KGK tasarlanabilir. Sistemde KGK şebeke enerjisinden gerekli olması durumunda seçile evirici özelliğinden dolayı doğrultucu devresine ihtiyaç kalmamıştır. Sistemin tasarımı yapılırken yük tarafından çekilen gücün 2 KVA olacağı hesaplanarak yapılmıştır. Yük olarak kullanılan alıcılara sorunsuz bir şekilde ihtiyaçları olan enerji sağlanabilmiştir.

Sistemde kullanılan devreler geleneksel kullanılan KGK'da kullanılan devreler ile aynıdır. Yani mevcut sistemlerde kullanılan KGK'larında tasarlamış olduğum bu sisteme entegre edilmesi mümkündür. Yani şebeke enerjisi yerine güneş panellerinden üretilen enerji ile KGK'nın beslenebilmesi sağlanmaktadır. Bu sistem ile mevcut kullanılan sistemlerdeki evirici devresi değiştirilerek sistem güneş enerjisi ile beslenmesi sağlanabilmektedir. Bunun için mevcut sistemlerde kullanılan doğrultucu devresine ihtiyaç kalmayıp evirici içerisinde doğrultucu devresi de mevcuttur.

KGK'yı beslemek için üretilen enerji miktarı güneş ışınımına bağlı olduğundan dolayı yaz aylarında yüksek değerlerde olup en yüksek değer temmuz ayında elde edilmiştir. Kış aylarında ise düşük değerlerde olup en düşük değer aralık ayında elde edilmiştir. Kış aylarındaki bu durumu sistemi etkilememesi için tasarlanan sistem ile şebeke hattı'nda kullanılmış olup ve güneş enerjisi'nin yetersiz kaldığı özel durumlarda veya akü kapasitesinin %10'un altına düştüğünde sistemin enerjisi şebeke hattı üzerinden sağlanmıştır.

Sistem için gerekli olan yerlere sigortalar konulmuştur. Sistem bakımı yapılırken bu tür elemanlar faydalı olacaktır. Ayrıca yıldırımdan ve ani aşırı gerilimden korunma için parafudur kullanılmalıdır.

Ülkemiz güneş enerjisi potansiyeli açısından çok önemli bir yere sahiptir. Dolayısıyla, sahip olduğumuz avantajlar iyi değerlendirilmeli, fotovoltaik güç sistemlerinin kullanımına yönelik çalışmalara daha fazla ağırlık verilmelidir. Fotovoltaik sektörü başta olmak üzere yenilenebilir enerji sektörüne sağlanacak katkılar, enerji konusunda diğer ülkelere olan bağımlılığımızı da azaltacaktır.

Dünya üzerinde, fotovoltaik güç sistemleri ile elektrik üretimindeki artışla beraber, ülkemizde de bu bilinç oluşmuş ve birçok uygulama yapılmıştır. Ülkemizdeki uygulamaların dünya ortalamasının çok altında kalmasına rağmen, önümüzdeki yıllarda büyük artışların gerçekleşmesi beklenmektedir.

Bu çalışma ile güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etmeye yönelik uygulamaların arttırılmasını destekleyici bir örnek çalışma gerçekleştirilmiştir. Sistemin avantajları; ekonomiktir, çevreye zarar vermez, yakıtı her yerde bulunabilir ve ücretsizdir.

Enerji üretiminde ağırlık; yerli, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına verilmelidir. Enerji planlamaları, ulusal ve kamusal çıkarların korunmasına ve toplumsal yararın artırılmasını, yurttaşları ucuz, sürekli ve güvenilir enerjiye kolaylıkla erişebilmesini hedeflenmelidir.

Kullanılan matematiksel modeller sayesinde, farklı sıcaklık ve güneş ışınımı değerlerinde çalışma gücü hesaplanıp PV modülün performansı analiz edilebilir. Bu modeller ile benzer şekilde gerçek bir sistem kurulması halinde nasıl tepki vereceği ortaya konulabilir.

KGK'lar tasarlanırken besleyeceğimiz yüke göre elde edeceğimiz en düzgün çıkış sinyalini sağlarken aynı zamanda ekonomik olması da ön planda tutulmalıdır. Ayrıca montaj aşamasında elemanlar, belirlenen kontrol panosuna düzgün bir yapı oluşturacak şekilde yerleştirilmeli, elemanların birbirlerini etkilemesi (sıcaklık, sarsıntı gibi) önlenmelidir. İhtiyaç duyulması halinde tasarımı yapılan KGK'da bazı elemanların değiştirilmesi ile gücü arttırabilme imkanı vardır. Bu tür çalışmalar için PV sistem bölümüne bir adet güneş izleyici tracker eklenmesi ile güneşten üretilen enerji miktarı %20-30 civarında artış gösterecektir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Keleşoğlu İ., C., IGBT Doğrultuculu Kesintisiz Güç Kaynaklarının 6 Pulse ve 12 Pulse Doğrultuculu Kesintisiz Güç Kaynaklarıyla Mukayesesi ve Üstünlüklerinin Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, (2012).
- [2] http://apc.com/prod_docs/results.cfm?DocType=White%20Paper&Query_Type=10 (Erişim Tarihi: 20 Temmuz 2014).
- [3] Çevik H., Kesintisiz Güç Kaynaklarının İncelenmesi 450VA'lık Bir Kesintisiz Güç Kaynağının Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, (2006).
- [4] Doğan H., Uzay Vektör PWM Kontrollü Tek Fazlı Kesintisiz Güç Kaynağının Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, (2006).
- [5] Hung W.W., McDowell G.W.A., Hybrid UPS for Standby Power Systems, *Power Engineering Journal*, Volume:4, Issue:6, (1990) 281-291.
- [6] Hirachi K., Sakane M., Niwa S., Matsui T., Development of UPS Using New Type of Circuits, *16th International Telecommunications Energy Conference*, (1994) 635-642.
- [7] Qin Y., Du S., *Line Interactive UPS with the DSP Based Active Power Filter*, *17th International Telecommunications Energy Conference*, (1995) 421-425.
- [8] Rathmann S., Warner H.A., *New Generation UPS Technology, The Delta Conversation Principle*, *31st Industry Applications Conference*, Volume:4, (1996) 2389-2395
- [9] Pinheiro H., Blume R., Jain P., Comparison of SV Modulation Methods for Single Phase On-Line Three-Leg UPS, *26th Annual Conference of the Industrial Electronics Society*, Volume:2, (2000) 1328-1333.
- [10] Özcanlı Ö., 85 W Güneş Paneli ile Çalışan Bir Prototip Bağımsız Güç Kaynağı Uygulaması, *Yüksek Lisans Tezi*, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, (2001) 5-6.

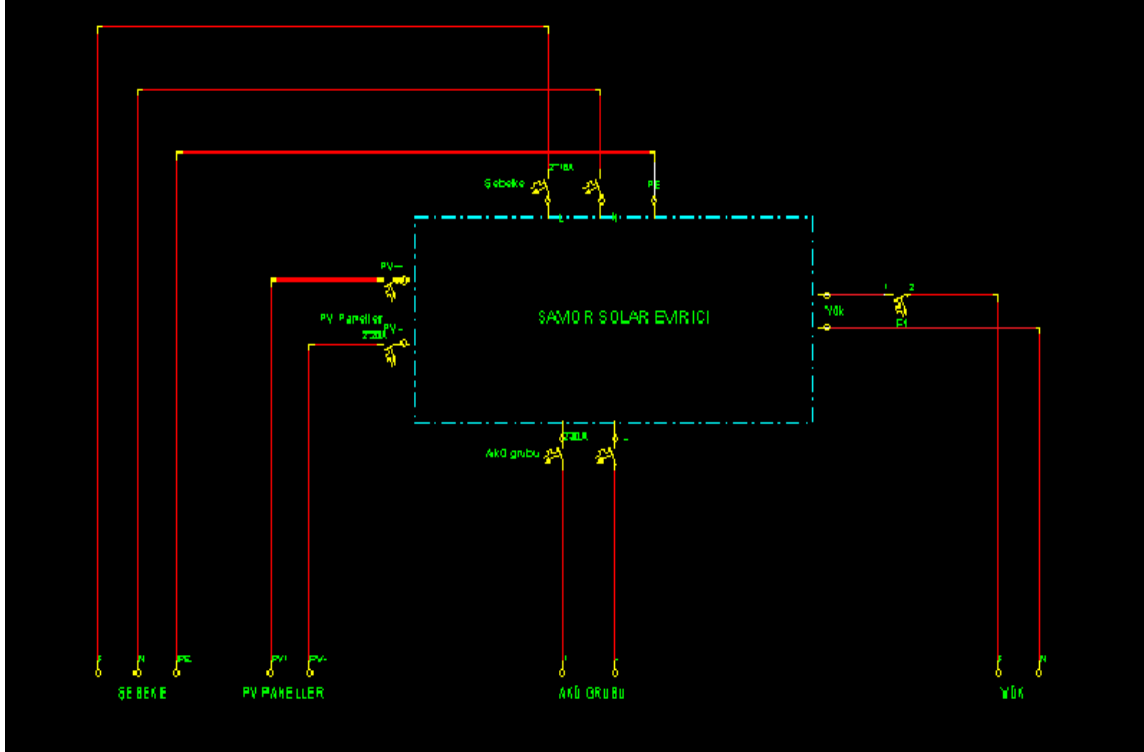
- [11] da Silva S.A.O., Donoso-Garcia P.F., Cortizo P.C., Seixas P.F., A Three Phase Line Interactive UPS System Implementation With Series Parallel Active Power Line Conditioning Capabilities, *IEEE Transactions on Industry Applications*, Volume:38, Issue:6, (2002) 1581-1590.
- [12] Skok S., Skok M., Vrkic N., Electrical Performance Test Procedure For Uninterruptible Power Supplies, *IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)*, Volume 2, (2004) 667-671.
- [13] Çıtıröglü A., Güneş Enerjisinden Yararlanarak Elektrik Üretimi, *Mühendis ve Makina*, 41 (2004) 32-37.
- [14] Choi J.H., Kwon J.M., Jung J.H., Kwon B.H., High-Performance Online UPS Using Three-Leg-Type Converter, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Volume 52, (2005).
- [15] Steele J., Transformerless UPS Systems, *Mitsubishi Electric Documents*, 9 (2010) 1-15.
- [16] Acaroğlu M., Alternatif Enerji Kaynakları, *Nobel Yayınevi*, Ankara, (2003) 15.
- [17] Korucu Y., Öz S., Güneş Pilleri, *Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü*, (2000) 1-4.
- [18] Altın V., Yenilenebilir Enerji Kaynakları, *Bilim-Teknik Dergisi*, TÜBİTAK, 410 (2002) 18.
- [19] Quaschnig V., Understanding Renewable Energy Systems, Toronto, ON, Canada, 117 (2005).
- [20] Çevre Dostu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, *Güneş Enerjisi*, Alt grup raporu, Çevre Bakanlığı ,Ankara, (2004) 27.
- [21] Türkiye’de Güneş Işınımı ve Güneşlenme Süresi Değerleri, *EİE Genel Müdürlüğü* , Ankara, (2001) 7-64.
- [22] <http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/tgunes.html> (Erişim Tarihi: 19 Temmuz 2014)

- [23] Canan F., Mimaride Fotovoltaik Panel Uygulamaları, *Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*, Kayseri, Bildiriler Kitabı, E/2003/330, (2003) 43-52.
- [24] Çetinkaya H., B., Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Elde Edilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Kocaeli Üniversitesi, (2001).
- [25] Kaçar E., Fotovoltaik Sistemler İçin Tek Fazlı Bir İnverter Tasarımı ve Uygulaması, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi (2010).
- [26] Altın V., Güneş Pillerinin Yapısı ve Çalışması, *Bilim ve Teknik Dergisi*, 464, (2006) 41.
- [27] Carstensen J., Popkirov, G., Bahr, J. ve Föll, H., Cello: An Advanced LBIC Measurement Technique For Solar Cell Local Characterization, *Solar Energy Materials And Solar Cell* , 76, (2003) 599-611.
- [28] Akkaya R., ve Kulaksız A.A., A Microcontroller-Based Stand-Alone Photovoltaic Power System For Residential Appliances, *Applied Energy*, 78, (2004) 419-431.
- [29] Altın V., Güneş Pillerinin Yapısı ve Çalışması, *Bilim ve Teknik Dergisi*, 464, (2006) 41.
- [30] Akgün A., Mikrodenetleyici Tabanlı Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretim Sisteminin Tasarımı, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi (2006).
- [31] Dönmez Ş., Özdemir A., Otomatik Güneş İzleme Sistemi (2001).
- [32] Haouari-Merbih M., Belhamed M., Tobias I., ve Ruiz J.M., Extraction And Analysis Of Solar Cell Parameters From The Illuminated Current-Voltage Curve, *Solar Energy Materials And Solar Cell*, 87, (2005) 225-233.
- [33] Hussein H.M.S., Ahmad G.E. ve El-Ghetany H.H., Performance Evaluation Of Photovoltaic Modules At Different Tilt Angles And Orientations, *Energy Conversion And Management*, 45, (2004) 2441-2452.
- [34] <http://www.yildiz.edu.tr/~kvarinca/Dosyalar/Yayinlar/yayin008.pdf> (Erişim Tarihi: 23 Temmuz 2014).
- [35] Fıratoğlu Z.A. ve Yeşilata B., Maksimum Güç Noktası İzleyicili Fotovoltaik Sistemlerin Optimum Dizayn ve Çalışma Koşullarının Araştırılması, *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5, (2003) 147-158.

- [36] Dalbaz A., 700 VA Kesintisiz Güç Kaynağı Devresinin Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, (1997).
- [37] http://www.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_enerjisi (Erişim Tarihi: 25 Temmuz 2014).
- [38] Seyis Y., Öztürk A., Güneş Enerjisi ile Beslenebilen Kesintisiz Güç Kaynağı Tasarımı ve Uygulaması, 2nd *International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science*, Karabük Üniversitesi ISITES (2014) 5-6.

6. EKLER

EK-1. KGK AÇIK DEVRE ŞEMASI



EK-2. PV PANEL BAĞLANTI EKİPMANLARI

Malzeme	Birimi
IPK 101-PV TUTUCU	2 adet
M8*30mm VIDA	2 adet
IPK 112-PV TUTUCU SONLAMA	4 adet
IPK 131-SIGMA PROFIL (225mm)	2 adet
IPK 232-UCGEN AYAK	2 adet
IPK 141-BILYELI SOMUN	4 adet
M8*20mm VIDA	4 adet
M8 SOMUN	4 adet
MC4 SOKET	1 set
MC4 PARALEL SOKET	1 set
6mm ² solar kablo	50 m

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : Seyis, Yusuf
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 1986 - Bursa
Telefon : 05364184058
Faks :
E-posta : yseyis@thy.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Düzce Üniversitesi	devam ediyor
Lisans	Fırat Üniversitesi/Elektrik Eğitimi	2011
Ön lisans	Uludağ Üniversitesi/End. Otomasyon	2006
Lise	Ali Osman Sönmez Teknik Lisesi	2004

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2006-2007	Çetin Elektrik A.Ş.	Saha Montaj Operatörü
2007-2008	Yeniçağ Isı Sistemleri Ltd. Şti.	Atelye ve Montaj Sorumlusu
2012-halen	THY Habom A.Ş.	Teknik Kontrol

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

1. Seyis Y., Öztürk A., Güneş Enerjisi ile Beslenebilen Kesintisiz Güç Kaynağı Tasarımı ve Uygulaması, *ISITES 2014, 2nd International symposium on innovative Technologies in engineering and science*, Karabük.

