



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DÜZCE ŞARTLARINDA BİR EVİN ENERJİ İHTİYACINI
KARŞILAYACAK FOTOVOLTAİK SİSTEMİN KURULUMU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SELMAN ALKAN

OCAK 2014

DÜZCE

KABUL VE ONAY BELGESİ

Selman ALKAN tarafından hazırlanan DÜZCE ŞARTLARINDA BİR EVİN ENERJİ İHTİYACINI KARŞILAYACAK FOTOVOLTAİK SİSTEMİN KURULUMU isimli lisansüstü tez çalışması, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 30.12.2013 tarih ve 2013/681 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans olarak kabul edilmiştir.

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

Üye
Yrd. Doç. Dr. Salih TOSUN
Düzce Üniversitesi

Üye
Yrd. Doç. Dr. Yunus BİÇEN
Düzce Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih: 07.01.2014

ONAY

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Selman ALKAN'ın Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek derecesini almasını onamıştır.

Prof. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmamın 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.

20 Ocak 2014

(İmza)

Selman ALKAN

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.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP-2013.06.03.173 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir

20 Ocak 2014

Selman ALKAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ (devam).....	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ÖZET	1
ABSTRACT	2
EXTENDED ABSTRACT.....	3
1. GİRİŞ.....	5
1.1. AMAÇ VE KAPSAM.....	5
1.2. LİTERATÜR TARAMASI.....	7
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
2.1. FOTOVOLTAİK SİSTEMLER.....	10
2.1.1. Şebekeden Bağımsız Sistemler	10
2.1.2.Şebekeye Bağlı Sistemler	11
2.2. FOTOVOLTAİK SİSTEMLERİN ELEMANLARI.....	11
2.2.1. Güneş Pilleri	11
2.2.2. İnverter	16
2.2.3. Aküler.....	17
2.2.4. Şarj Kontrol Cihazı.....	18
2.3. DA-DA DÖNÜŞTÜRÜCÜLER	18
2.3.1. Yükseltici Tip DA-DA Dönüştürücü	19
2.3.2. Düşürücü Tip DA-DA Dönüştürücü	20
2.4. KONTROL SİSTEMLERİ.....	21
2.4.1. Denetim Parametreleri	22

2.4.2. PID Kontrolör	22
2.5. ZIEGLER-NICOLSMETODU.....	23
2.6. PARÇACIK SÜRÜ OPTİMİZASYONU.....	24
2.6.1. Atalet Ağırlığı (W)	26
2.6.2. Daraltma Parametresi	27
2.6.3. Hızlandırma Katsayıları.....	28
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	29
3.1. FV SİSTEM DA-DA DÖNÜŞTÜRÜCÜ KONTROL PARAMETRELERİNİN HESAPLANMASI	29
3.2. İŞİNİM ÖLÇÜMÜ	34
3.3. BİR EVİN ENERJİ İHTİYACINI KARŞILYACAK FV SİSTEMİN TASARIMI VE HESABI.....	36
3.4. 1 KW'LIK SİSTEM İÇİN ANALİZ.....	38
3.5. 3KW'LIK SİSTEM İÇİN ANALİZ.....	39
3.6. 4KW'LIK SİSTEM İÇİN ANALİZ.....	39
3.7. 5KW'LIK SİSTEM İÇİN ANALİZ.....	40
3.8. ŞEBEKEYE BAĞLI (ON GRİD) SİSTEM İÇİN ANALİZ.....	40
3.9. DÜZCE ŞARTLARINDA SİSTEMİN KURULUMU.....	41
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	50
5. KAYNAKLAR	52
ÖZGEÇMİŞ.....	56

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Şebekeden bağımsız (off grid) sistemin blok diyagramı	11
Şekil 2.2. Şebekeye bağlı(on grid) sistemin blok diyagramı	11
Şekil 2.3. İki farklı yarıiletkenin bir araya getirilmesi	12
Şekil 2.4. Güneş pilleri	13
Şekil 2.5. Güneş pilinin akım-gerilim grafiği	13
Şekil 2.6. Güneş pilinin Güç-Gerilim grafiği	14
Şekil 2.7. Farklı ışınım için güneş pilinin akım -gerilim grafiği	14
Şekil 2.8. Farklı sıcaklıklar için güneş pilinin akım-gerilim grafiği	15
Şekil 2.9. Fotovoltaik hücrenin elektriksel modeli	15
Şekil 2.10. İnverter çeşitleri	17
Şekil 2.11. 12 V luk 200 Ah kapasiteli akü	17
Şekil 2.12. Şarj kontrol cihazı	18
Şekil 2.13. Yükseltici tip DA-DA dönüştürücü	19
Şekil 2.14. DA-DA Dönüştürücü anahtarlama sinyali ve bobin akımı	20
Şekil 2.15. Azaltan tip DA-DA dönüştürücü	20
Şekil 2.16. Kontrol sisteminin genel yapısı	21
Şekil 2.17. Açık çevrim kontrol sistemi	21
Şekil 2.18. Kapalı çevrim kontrol sistemi	22
Şekil 2.19. PID etkili kontrol sisteminin şematik yapısı	23
Şekil 2.20. Zeigler-Nicolas metodunda sistemin osilasyona gittiği andaki cevabı	23
Şekil 3.1. DA-DA dönüştürücü simulink devresi	29
Şekil 3.2. DA-DA dönüştürücü simulink modeli çıkış gerilimi	30
Şekil 3.3. DA-DA dönüştürücünün eşdeğer devresi	30
Şekil 3.4. Kontrolsüz çıkış basamak cevabı	31
Şekil 3.5. ZN metodu yardımı ile yapılan kontrolün basamak cevabı	31
Şekil 3.6. Sistemin simulink modeli	32

ŞEKİL LİSTESİ (devam)

Şekil 3.7.	PSO yardımı ile yapılan kontrolün basamak cevabı	32
Şekil 3.8.	Sistemin kontrolsüz, PID-ZN ve PID-PSO birim basamak cevabı	33
Şekil 3.9.	Işınım ölçüm cihazı	34
Şekil 3.10.	Işınım ölçü cihazı ve tripot	34
Şekil 3.11.	50° lik Açı için ışınım değerleri	35
Şekil 3.12.	40° lik Açı için ışınım değerleri	35
Şekil 3.13.	30° lik Açı için ışınım değerleri	36
Şekil 3.14.	Güneş panellerini sabitlemek için zeminin hazırlanması	42
Şekil 3.15.	Güneş takip eden sistemin montajı	42
Şekil 3.16.	Güneş takip eden sisteme profillerin montajı	43
Şekil 3.17.	Güneş takip eden sistemin motor sürücü kartı ve bataryası	43
Şekil 3.18.	Üçgen montaj ayakları	44
Şekil 3.19.	Panellerin profillerin üstüne yerleştirilmesi	44
Şekil 3.20	Sistemin genel görünümü	45
Şekil 3.21	Panellerin bağlanması ve bağlantı soketi	45
Şekil 3.22	Akülerin bağlanması	46
Şekil 3.23	Akü dolabı, elektrik panosu, inverter ve sistemi izlemek için bilgisayarın genel görünümü	47
Şekil 3.24	Elektrik panosu ve inverterin iç görünümü	47
Şekil 3.25	Sistemin bağlantı şeması	49

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1. ZN ile parametrelerin hesaplanması	24
Çizelge 3.1. ZN metodu ile bulunan PID değerleri	31
Çizelge 3.2. PSO yardımı ile bulunan PID parametreleri	32
Çizelge 3.3. Kontrollü ve kontrolsüz sistemlerin oturma zamanları	33
Çizelge 3.4. Bir evin haftalık enerji ihtiyacı	37
Çizelge 3.5. Farklı güçlerdeki sistemler için analiz çizelgesi	41

SİMGELER VE KISALTMALAR

PID	Oransal- İntegral-Türev
PSO	Parçacık Sürü Optimizasyonu
FV	Fotovoltaik
ZN	Ziegler Nicols
η	Verim
P	Güç (elektrik akımı için)
W	Watt
K	Boltzman sabiti
T_c	Hücre sıcaklığı
q	Elektron yükü
I_D	Diyot Akımı

ÖZET

DÜZCE ŞARTLARINDA BİR EVİN ENERJİ İHTİYACINI KARŞILAYACAK FOTOVOLTAİK SİSTEMİN KURULUMU

Selman ALKAN
Düzce Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç. Dr. Ali ÖZTÜRK
Ocak 2014,52 sayfa

Yenilenebilir enerji kaynaklarının önem kazanmasıyla birlikte güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde edilen fotovoltaik(FV) sistemler üzerindeki çalışmalar ve uygulamalar son yıllarda yaygınlaşmıştır. Ülkemizin güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olması bu alandaki endüstriye yönelik çalışmaları hızlandırmıştır. FV sistemlerin, güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştürebilmeleri, çevreyi kirlenmemeleri, yapılarının basit ve uygulamalarının kolay olmaları en önemli tercih sebebidir.

FV sistemler çıkış gerilimi açısından şebekeye bağlı (on grid) ve şebekeden bağımsız (off grid) olarak iki farklı şekilde uygulanabilmektedir. Güneş panelinin konumu olarak da sabit ve hareketli sistemler olarak tasarlanabilmektedir. Bu çalışmada Düzce şartlarında bir evin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayacak güce sahip bir FV sistem gerçekleştirilmiştir. Uygulama şebekeden bağımsız ve güneş takip eden (tracking) sistem olarak gerçekleştirilmiştir. Sistemin kurulu gücü yaklaşık 2.5 kW tır. Yapılan bu çalışma ile hem yenilenebilir enerji ile beslenen bir konut için elektrikli olarak projelendirme hem de matematiksel analiz ve fizibilite ortaya konulmuştur. Kurulacak sistem Düzce şartlarına göre projelendirildiğinden Düzce de kendi elektrik enerjisini güneş enerjisinden sağlamak isteyenler için bir model olmuştur. Ayrıca güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi ile ilgili yapılacak kapsamlı bilimsel çalışmalar için de bir uygulama sahası olmuştur. Aynı zamanda Oransal- İntegral-Türev (PID) kontrol kullanılarak DA-DA dönüştürücü çıkış geriliminin sabit tutulması sağlanmıştır. Sistem önce kontrolsüz bir şekilde çalıştırılmış daha sonra klasik yöntem Ziegler Nicols (ZN) ile katsayıları bulunan PID kontrol ile çalıştırılmıştır. Son olarak ise bir optimizasyon yöntemi olan Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) ile katsayıları bulunan PID kontrol yöntemi kullanılarak sistem çalıştırılmıştır. Elde edilen Sonuçlara göre, PSO ile katsayıları bulunan PID kontrol sisteminin gerilimi referans değerine daha kısa sürede getirdiği görülmüştür.

Anahtar sözcükler: DA-DA dönüştürücü, Fotovoltaik Sistem, Parçacık Sürü Optimizasyonu

ABSTRACT

INSTALLATION OF THE PHOTOVOLTAIC SYSTEM MEETS ENERGY NEEDS OF A HOUSE AT DUZCE CONDITION

Selman ALKAN

Duzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Electrical and
Electronic Engineering Master of Science Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali ÖZTÜRK

January 2014,52 pages

Along with the increasing importance of renewable energy sources, the studies and applications that are about the photovoltaic studies which provide electrical energy from solar energy has become widespread recently. Because our country has very high solar energy potential has sped up the studies for industry in this field. The most important advantages of photovoltaic systems are the abilities such as directly converting solar energy to electrical energy, unharmed to the environment, having simple structures and simple applications.

Photovoltaic systems can be applied in two different ways such as on grid and off grid in terms of output voltage. The location of solar panel can be designed as a fixed and mobile systems. In this study, in the conditions of Düzce, a photovoltaic system which has the power that can provide electrical energy of a house will be implemented. Application will be implemented as a system which is off-grid and can track the sun. The installed power of the system will be 2.5 kW which can supply the energy demand of a house. In the situation of the sun is not present, it will take into account spare storing sections and energy converter parts that will be supplied energy from. By doing this study, both electrical planning of a house feeding with renewable energy and mathematical analysis and feasibility will be presented. It will also be a model for people who wish to supply electrical energy from solar energy because the system which is set up will be planned according to conditions of Duzce. it is provided to keep constant the output value of DC-DC converter by using Proportional-Integral-Derivative (PID) control. Firstly the system is operated in an uncontrolled manner and then is operated with PID controller which its coefficients are calculated by conventional method which is Ziegler Nicols (ZN). Finally, the system is operated by using PID control method which its coefficients are calculated by Particle Swarm Optimization (PSO) method which is an optimization method. According to results obtained, it is observed that the voltage of the PID system which the coefficients are calculated by using PSO converges to reference value in shorter time.

Keywords: DC-DC converter, Photovoltaic Systems, Particle Swarm Optimization

EXTENDED ABSTRACT

INSTALLATION OF THE PHOTOVOLTAIC SYSTEM MEETS ENERGY NEEDS OF A HOUSE AT DUZCE CONDITION

Selman ALKAN
Duzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Electrical and
Electronic Engineering Master of Science Thesis / Doctoral Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali ÖZTÜRK

January 2014, 52 pages

1. INTRODUCTION:

Along with the increasing importance of renewable energy sources, the studies and applications that are about the photovoltaic studies which provide electrical energy from solar energy has become widespread recently. Because our country has very high solar energy potential has sped up the studies for industry in this field. The most important advantages of photovoltaic systems are the abilities such as directly converting solar energy to electrical energy, unharmed to the environment, having simple structures and simple applications. This advantageous situation must be used for Düzce province and Düzce University must undertake in the studies as a guide.

PID controllers in terms of response time and reliability is of great importance to control. The external disturbance due to mark out the effects of a power system away from the desired value. To increase the productivity of the system as soon as the output signal to reach the desired value and the need to keep that value. The main purpose of the PID system and optimize the speed of response, stability, steady-state error affecting factors such as K_p , K_i , K_d parameters to be compatible with each other to calculate the best. This being the case for different systems, genetic algorithm, artificial neural networks, simulated annealing, heuristic optimization methods such as particle swarm optimization, tried to reach the most appropriate control parameters.

2. MATERIAL AND METHODS:

Photovoltaic systems can be applied in two different ways such as on grid and off grid in terms of output voltage. The location of solar panel can be designed as a fixed and mobile systems. In this study, in the conditions of Düzce, a photovoltaic system which has the power that can provide electrical energy of a house will be implemented. Application will be implemented as a system which is off-grid and can track the sun. The installed power of the system will be 2.5 kW which can supply the energy demand of a house.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS:

In the situation of the sun is not present, it will take into account spare storing sections and energy converter parts that will be supplied energy from. By doing this study, both electrical planning of a house feeding with renewable energy and mathematical analysis and feasibility will be presented

In this study, given the basic principle of particle swarm optimization is a search algorithm, was applied to the riser such DC-DC converter's PID controller. PSO assistance for PID parameter values K_p , K_i , K_d values were calculated.

4. CONCLUSION AND OUTLOOK:

It will also be a model for people who wish to supply electrical energy from solar energy because the system which is set up will be planned according to conditions of Duzce. As a result, the system stability, response time, in terms of variables such as residence time is observed that improvements in the system.

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisine olan ihtiyaç sanayi ve teknolojinin gelişmesi ile birlikte artmaktadır. Enerji ihtiyacının artması elektrik enerjisi üretimi üzerindeki çalışmalarını yoğunlaştırmıştır. Tüketilen elektrik enerjisinin büyük bir bölümü fosil ve nükleer kaynaklardan karşılanmaktadır. Ancak fosil yakıt kaynaklarının tükenmesi, çevre kirlenmesi ve küresel ısınma gibi problemlerin ortaya çıkması insanları yenilenebilir enerji kaynakları arayışına yöneltmiştir. Dolayısıyla güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve hidrojen enerjisi gibi alanların geliştirilmesi ve bu alanlarda verimlerinin artırılmasına yönelik çalışmalar büyük önem kazanmıştır.

1.1. AMAÇ VE KAPSAM

Güneş enerjisinden iki farklı şekilde yararlanılabilir. Bunlardan biri ısıtma diğeri ise elektrik enerjisi olarak bilinmektedir. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üreten sistemlere FV sistemler denir. FV sistemlerin verimleri diğeri yenilenebilir enerji kaynaklarının verimlerine göre düşük olmasına rağmen; güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştürebilmeleri, yapılarının ve tasarımının basit olması, çevreyi kirlenmemeleri gibi avantajlarından dolayı FV sistemler daha fazla ilgi görmektedir.

FV sistemler çıkış gerilimi açısından şebekeden bağımsız (off grid) veya şebekeye bağlı (on grid) sistemler olarak tasarlanmaktadır. Ayrıca güneş panelinin durumuna göre sabit veya hareketli(güneşi takip eden) yapılar halinde tercih edilebilir.

Güneş ile dünya arasındaki uzaklık yaklaşık 149 milyon km'dir. Güneşten elde edilen enerji füzyon yoluyla meydana gelir ve şiddeti dünya atmosferinin dış yüzeyinde yeryüzüne ulaşan enerjiye göre farklıdır. Dünyanın geometrik yapısı nedeni ile güneş enerjisinin yeryüzündeki dağılımı da bölgeden bölgeye farklılık gösterir. Atmosfer dışına gelen ışınım değeri 1370 W/m^2 iken yeryüzü üzerinde $0-1000 \text{ W/m}^2$ arasında değişmektedir. Güneş ışığı yeryüzüne hiçbir şeye maruz kalmadan doğrudan, başka bir cisimden yansıyarak ya da bulutlardan difüzyon yoluyla farklı şekillerde gelebilir. Güneş ışığı atmosferde ne kadar az yol kat ederse o kadar az enerji kaybeder. Bundan dolayı

günün farklı saatlerinde geliş açısına göre ışınım şiddeti değişmektedir [1,2].

Türkiye güneş enerjisi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Güneydoğu Anadolu bölgesi Türkiye'nin en fazla güneş alan bölgesi iken Karadeniz bölgesi bulutlu olmasından dolayı güneş ışığından en az faydalanan bölgesidir.

Güneş ışığı enerjisi FV paneller yardımıyla doğrudan doğru akıma dönüştürülerek ya da elde edilen doğru akım alternatif akıma dönüştürülerek iki farklı şekilde kullanılabilir. Ancak üretilen enerjinin birim maliyeti fazla olduğu için daha çok elektrik enerjisinin ulaşmasında zorluk olan yerlerde daha yaygın kullanılmaktadır. Haberleşme sistemleri, su pompalama sistemleri, aydınlatma sistemleri, uzay uygulamaları, otoyol aydınlatmasının yanı sıra yapıların elektrik enerjisini karşılamak amaçlı çatı veya cephe kaplama uygulamaları bulunmaktadır [3].

Bu çalışmada Düzce şartlarında bir evin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayacak güce sahip bir FV sistemin tasarımı ve uygulaması yapılmıştır. Uygulama şebekeden bağımsız ve güneş takip eden (tracking) sistem olarak gerçekleştirilmiştir. Sistemin kurulu gücü yaklaşık 2.5 kW olarak tasarlanmıştır. Yapılan bu çalışma ile hem yenilenebilir enerji ile beslenen bir konut için elektriksel olarak projelendirme hem de matematiksel analiz ve fizibilite ortaya konulmuştur. Kurulacak sistem Düzce şartlarına göre projelendirileceğinden Düzce de kendi elektrik enerjisini güneş enerjisinden sağlamak isteyenler için bir model olacaktır. 1, 2.5, 3, 4, 5 KW güçlerindeki sistemler için sistemlerinin şebekeye bağlı çalışmalarında ve şebekeden bağımsız çalışma durumlarında yüke aktaracakları güçler hesaplanarak verimlilik oranları gösterilmiştir.

Ayrıca bu çalışmada Oransal- İntegral-Türev (PID) kontrol kullanılarak FV sistemde kullanılan DA-DA dönüştürücünün simülasyonu yapılarak çıkış geriliminin sabit tutulması sağlanmıştır. Sistemin kontrolsüz bir şekilde önce çalıştırılmış daha sonra klasik yöntem ZN ile katsayıları bulunan PID kontrol ile çalıştırılmış ve son olarak bir optimizasyon yöntemi olan Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) ile katsayıları bulunan PID kontrol yöntemi kullanılarak çalıştırılmıştır. Farklı yöntemlerin birim basamak cevaplarının kıyaslanması sağlanmıştır.

1.2. LİTERATÜR TARAMASI

FV sistemler alanında yapılan çalışmalar sistemin modellenmesi ve tasarımı, güneş pillerinden maksimum gücün elde edileceği gerilimde sabit tutulması, optimum güneş paneli açısı, FV sistemlerde kullanılan cihazların kontrol edilmesi gibi alt başlıklar altında sıralanabilir.

Chenni ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, ışınım ve sıcaklığın güneş pillerine etkisini incelemek için bu parametrelere bağlı bir matematiksel model oluşturmuşlar ve bu model farklı türden güneş pilleri için test edilerek sonuçlar güneş pillerinin katalog bilgileriyle karşılaştırılarak matematiksel model doğrulamışlardır [4].

Eltawil ve Zhao FV bir sistemde kullanılan inverterin matematiksel modeli oluşturularak inverterin iç kayıpları, lineer kayıpları ve yükten kaynaklanan kayıpların tesbiti yapılarak inverterin verimi hesaplamışlardır [5].

Şebekeden bağımsız bir sistem ile bir sokak aydınlatmasının en uygun maliyette tasarımı için Lagorse ve arkadaşları bir çalışma yapmışlardır. FV ve yakıt pilinden oluşan hibrid bir sistem önermişlerdir. Sistemi optimize ederken genetik algoritmayı kullanmışlardır [6].

FV sistemlerde bataryanın şarj ve deşarj karakteristiklerini incelemek için farklı modeller üzerinde çalışılmıştır. Temblay bir batarya üreticisinden elde edilen verileri kullanarak batarya modeli geliştirmiştir. Gerilim kaynağı ve dirençten oluşan bu modelin uygulaması yapılarak doğruluğu ispatlanmıştır [7].

FV sistemlerde inverterin sisteme bağlantı şekline göre üç farklı topoloji oluşturabiliriz. Bunlar dizgi, modül ve merkezi tip topolojilerdir. 2007 yılında yapılan bir çalışmada farklı tip topolojiler güvenilirlik, bağlantı kayıpları ve uyumsuzluk açısından incelenmiş; modül topolojisinin en güvenilir ve en uyumlu topoloji, merkezi topolojide bağlantı kayıplarının en fazla olduğu saptanmıştır [8].

Şebekeye bağlı bir FV sistem için inverter kontrol topolojisi üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Sistemin matematiksel modeli oluşturularak inverterin PWM anahtarlama sinyali kontrol edilmiştir. Sistemin aktif güç ve reaktif güç cevabına bakarak tepki verme süreleri incelenmiştir [9].

Meiqin ve arkadaşları 2008 yılında 5 kW lık FV ve rüzgar enerjisinden oluşan hibrid sistemin similasyonunu gerçekleştirerek inverterin, DA-DA dönüştürücünün çıkış gerilimini daha önce elde edilen deneysel sonuçlarla kıyaslama yapmışlardır. Similasyon sonuçlarının deneysel sonuçlara yakın olduğunu gözlemlemişlerdir [10].

Khateb ve Nasrudin FV sistemden maksimum verim alınacağı gerilimde tutmak için dc-dc dönüştürücü kullanmıştır. Bu dönüştürücünün kontrolünü PID controller ile gerçeklenmiş K_p , K_i , K_d parametreleri ZN yöntemiyle bulunup sistemin hata sinyalinin sifira oturduğu zaman 0.5 sn olarak gözlemlemişlerdir [11].

Petcut FV panelin akım denklemini kullanarak diyot akımı, seri direnç, paralel direnç, terminal gerilimi gibi parametreleri genetik algoritma ile belli aralıklarda değerlerini belirleyerek akım-gerilim grafiklerini elde etmiş ve deneysel sonuçlarla bulunan akım-gerilim grafikleriyle karşılaştırmış hata oranının 0.01 olduğunu saptamıştır [12].

Gorge ve Anto Hindista'nın Kerala bölgesi için FV panel eğim açısını bulmaya yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada coğrafik faktör metodu, bulanıklık indeksi metodu ve deklerasyon açı metodu kullanarak bir yılın her ayı için teorik en uygun eğim açısını hesaplamışlardır. Teorik sonuçları üç ay boyunca üç farklı açı için yaptıkları deney sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Coğrafi faktör metodunun daha etkili sonuç ürettiğini belirlemişlerdir [13].

Elshaer 2010 yılında FV sistemde kullanılan yükselten tip DA-DA dönüştürücünün hem PI hem de PID kontrolünü bulanık mantık yöntemi yardımıyla yapmıştır. İki farklı kontrolle yapılan sistemlerin basamak cevaplarını incelemiş ve PID kontrolörün yük değişiminde daha az dalgalanma olduğunu saptamıştır [14].

Thao ve arkadaşları şebekeye bağlı FV bir sistemde kullanılan inverterin anahtarlama sinyalini PID ile kontrol etmiştir. Sistemde aktif ve reaktif güç kontrolünün ayrı ayrı yapıldığı hibrit kontrolör tasarlanmıştır. Aktif güç reaktif güç kontrolünün ayrı ayrı yapılmasının verimi arttırdığı görülmüştür [15].

Wu ve arkadaşları şebekeye bağlı inverterlerin farklı topolojileri olan merkezi, dizgi, modül ve köprü topolojilerden çok seviyeli köprü tipi bağlanmış inverterlerin PI kontrolünü yaparak diğerlerine üstünlüklerini göstermiştir [16].

Kılıç PV sistem bileşenleri olan modül, maksimum güç noktası izleyicisi, inverter, akü ve yükü ele alarak eğitim amaçlı Matlab/Simulink ortamında FV araç kutusu gerçekleştirmiştir. Geliştirilen araç kutusu ile farklı üretici firmalara ait test verileri ve katalog değerleri kullanılarak farklı ürünlerin performanslarının karşılaştırılması sağlanmıştır [17].

Çekinir hem şebekeye bağlı hem de şebekeden bağımsız FV sistemi temel olarak benzetim gerçekleştirmiştir. Şebekeye bağlı sistemlerde kullanılan farklı sistem topolojilerini bilgisayar ortamında inceleyerek karşılaştırmasını yapmıştır. Aynı zamanda modül boyutu, batarya boyutu, modül eğiminin nasıl olması gerektiğini araştırmıştır [18].

Şahin ve Okumuş Matlab/Simulink yazılımı ile güneş pili modeli oluşturmuşlardır. Modellenen güneş pili için farklı sıcaklık değerleri, farklı ışınım değerleri ve farklı sayıda seri ve paralel bağlı hücrelere bağlı olarak Akım-Gerilim ve Güç-Gerilim eğrilerini elde etmişler elde edilen sonuçları teorik sonuçlarla karşılaştırmışlardır. Fiziki koşulların değişimi ile güneş pili eğrilerinin nasıl etkilendiğini analiz etmişlerdir [19].

Fıratoglu ve Yeşilata PV sistemde akım ve gerilim arasındaki lineer ilişkiyi kullanarak ve panelin farklı ışınımlarda ki durumu göz önünde tutularak optimum direnç değerini tespit etmek için bir matematik model geliştirmişlerdir. Ayrıca yılın her ayı ve günün her saatinde ışınım kullanım potansiyelini belirleyen yöntem üzerine çalışarak sonuçları bölgesel veriler ile test etmişlerdir [20].

2.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde FV sistem çeşitleri olan şebekeden bağımsız, şebekeye bağlı sistemler ve FV sistemlerde kullanılan elemanlar hakkında bilgi verilmiştir. Bununla birlikte güneş pillerinin yapıldığı malzemelerden bahsedilerek güneş pillerinin karakteristik özellikleri incelenmiştir. Ayrıca DA-DA dönüştürücünün çalışma prensibi ve çeşitleri genel olarak anlatılmıştır. DA-DA dönüştürücünün kontrol edilmesinde kullanılan optimizasyon yöntemi olan PSO nun temel çalışma prensibi verilmiştir.

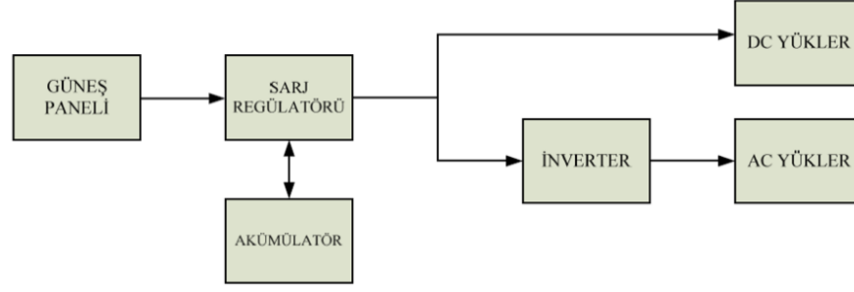
2.1.FOTOVOLTAİK SİSTEMLER

Şebekeden bağımsız sistemler ile şebekeye bağlı sistemler karşılaştırıldıklarında birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Bu avantaj ve dezavantajlardan dolayı farklı amaçlar için bu sistemler tercih sebebi olabilir.

2.1.1. Şebekeden Bağımsız Sistemler

Şebekeden bağımsız sistemler genellikle şebekeye erişimin zor olduğu yerleşim yerlerinden uzak olan bölgelerde telekomünikasyon ve trafik işaretleri gibi sistemlerin enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılırlar.

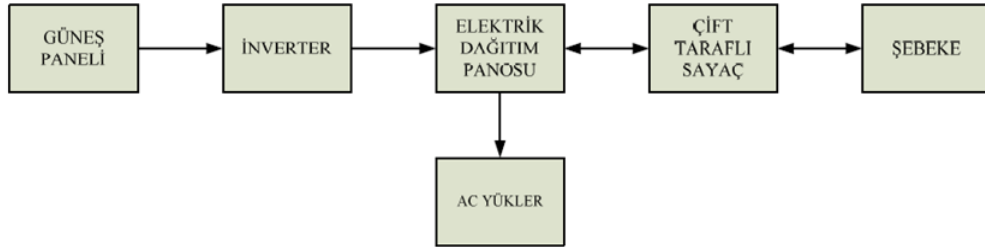
Şekil 2.1’de şebekeden bağımsız bir sistemi oluşturan elemanlar görülmektedir. Genel olarak güneş paneli, şarj regülatörü, akümülatör(akü grubu) ve inverterden oluşmaktadır. Bu sistemlerde güneş panellerinden elde edilen enerji güneş panellerinin enerji üretilmediği zamanlarda kullanılmak üzere akü grubunda depolanmaktadır. Güneş panellerinde üretilen elektrik enerjisi akülerde şarj regülatörü sayesinde depolanır. Şarj regülatörü aynı zamanda yükün ihtiyacı olan elektrik enerjisini kontrollü bir şekilde yüke aktarır. Burada amaç akülerin aşırı şarj ve deşarj olmadan verimli bir şekilde çalışmasıdır. Şarj regülatörü akünün doluluk durumuna göre yükün çektiği akımı veya güneş panelinin ürettiği akımı kesmektedir. AC güçle çalışan yükler için aküde depo edilen DC enerji inverter vasıtasıyla AC güce dönüştürülür. Sistemin verimli bir şekilde çalışabilmesi için güneş paneli gücü ile batarya kapasitesinin uygun olarak seçilmesi gerekmektedir. Şekil 2.1’de şebekeden bağımsız bir sistemin genel yapısı görülmektedir [21].



Şekil 2.1. Şebekeden bağımsız (off grid) sistemin blok diyagramı

2.1.2.Şebekeye Bağlı Sistemler

Şebekeye bağlı güneş sistemlerinin şebekeden bağımsız sistemlerden farkı akü grubunun olmamasıdır. Yani güneş panellerinin ürettiği fazla enerji depolanmaz şebekeye verilir. Yeterli enerji üretilmediği zaman ise şebekeden enerji alınır. Fazla enerjinin şebekeye aktarılması için arada uyumlu bir inverterin olması gerekir. Şebekeye bağlı sistemlerde kullanılan inverterin tipine göre farklı topolojiler oluşturabiliriz. Bunlar merkezi, dizgi ve modül topolojileridir. Bu topolojilerin kısmi gölgeleme, inverter verimi, kablolama kayıpları ve uyumsuzluk kayıpları gibi birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Şekil 2.2’de şebekeye bağlı bir sistemin genel yapısı görülmektedir [21].



Şekil 2.2. Şebekeye bağlı(on grid) sistemin blok diyagramı

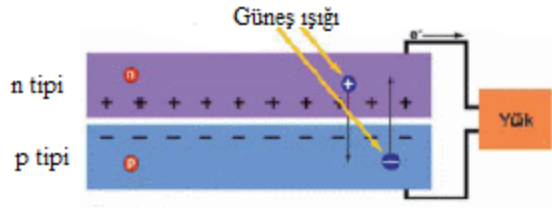
2.2. FOTOVOLTAİK SİSTEMLERİN ELEMANLARI

FV sistemler güneş pilleri, akü grubu, şarj regülatörü, inverter gibi temel bileşenlerden oluşmaktadır.

2.2.1. Güneş Pilleri

Güneş pilleri yapısındaki yarı iletken malzeme sayesinde güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren sistemdir. Güneş ışığının güneş pilinin üzerine düşmesiyle yarı

iletken üzerindeki boşluklar pozitif terminale, elektronlar ise negatif terminale doğru hareket ederler. Böylelikle potansiyel fark oluşur ve güneş ışığı elektrik enerjisine dönüşmüş olur. Gerekli gücü elde etmek için çok sayıda FV hücre birbirine paralel veya seri olarak bağlanarak FV paneller elde edilir. FV hücrelerin verimleri %20 mertebesindedir [22].



Şekil 2.3. İki farklı yarıiletkenin bir araya getirilmesi

Şekil 2.3.'de İki farklı yarıiletkenin bir araya getirilmesi görülmektedir[23].Gelen fotonlar yapıdaki atomları uyararak elektronlarının yapı içinde serbest kalmasını sağlar. Serbest kalan atomların hareketi bir elektrik akımı oluşturur. Bu akım ile aktarılan enerji depolanır ya da hemen kullanılır.

FV hücreleri birinci, ikinci, üçüncü nesil olarak sınıflandırabiliriz.

•Birinci nesil (Dilim tabanlı)

–Tek kristal dilim teknolojisi

–Çoklu kristal dilim teknolojisi

•İkinci nesil (İnorganik İnce film)

–İnce film silisyum

–Kadmiyum Tellür

•Üçüncü nesil (Organik İnce Film)

–Çok kristalli hücreler

–Nanokristal hücreler

–Termo fotovoltaik

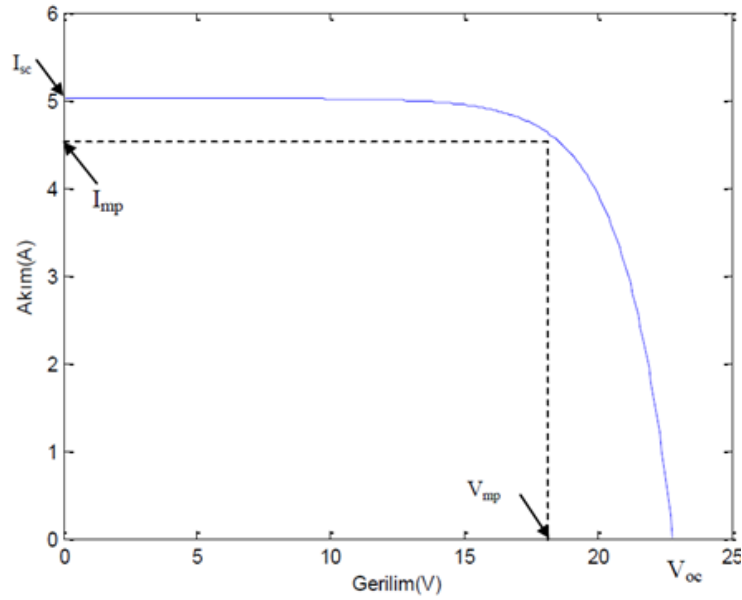
FV hücreler kullandıkları teknolojiler göre farklılık gösterebilir. Bunlar: monokristal, polikristal, ince film ve organik güneş hücreleridir. FV hücrelerin üretiminde silisyum, galyum arsenide, cadmium tellureide gibi malzemeler kullanılabilir. Farklı yapıdaki güneş pillerinin verimlilik ve üretim noktasında birbirlerine göre üstünlükleri olabilir. Monokristal silisyum yapısında olan güneş pilleri yüksek verimli olmalarına karşın üretimlerinde çok fazla enerji kullanılmaktadır. Bundan dolayı polikristal güneş pilleri

geliştirilmiştir. Polikristallerin verimi düşüktür. Ancak üretim için harcanan enerji de düşüktür. Geniş bant aralığına sahip amorf silisyum güneş pilleri ise güneş ışığını daha fazla absorbe etmektedir. İnce film güneş pilleri hem kararlı bir yapıya sahip hem de amorf silisyumdan daha verimlidir [22].

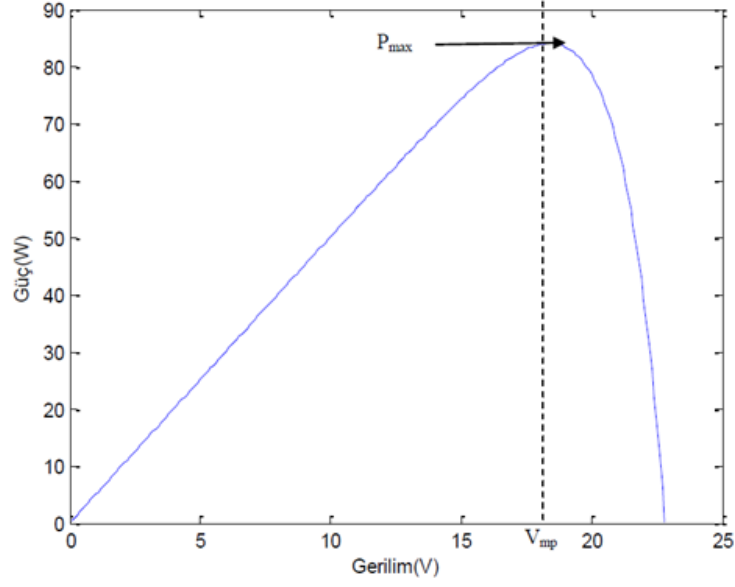


Şekil 2.4. Güneş pilleri

Şekil 2.5’de bir FV panelin Akım (I)-Gerilim (V) eğrisi görülmektedir. Şekilden de anlaşıldığı gibi güneş pili belli bir gerilime kadar sabit akım üretirken belli bir gerilimden sonra akım hızla düşmektedir. Burada I_{sc} kısa devre akımını, V_{oc} açık devre gerilimini ifade etmektedir. Güneş pilinden elde edilebilecek en yüksek akım I_m ile en yüksek gerilim V_m ile gösterilir [22].

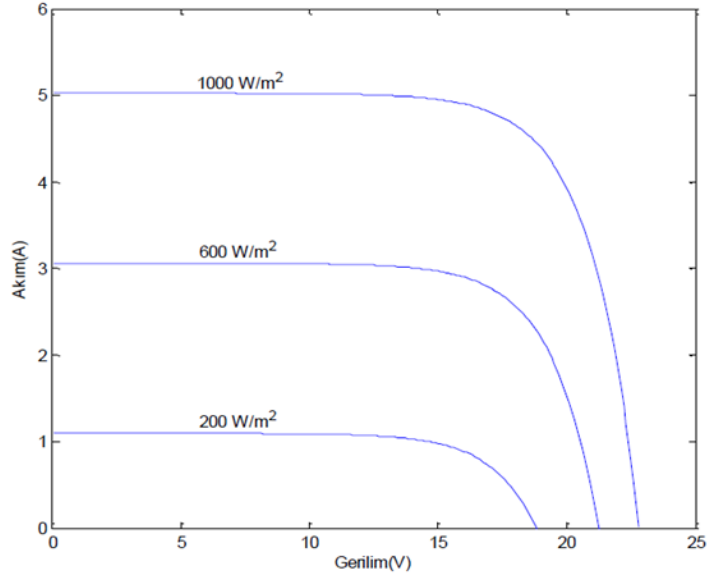


Şekil 2.5. Güneş pilinin akım-gerilim grafiği



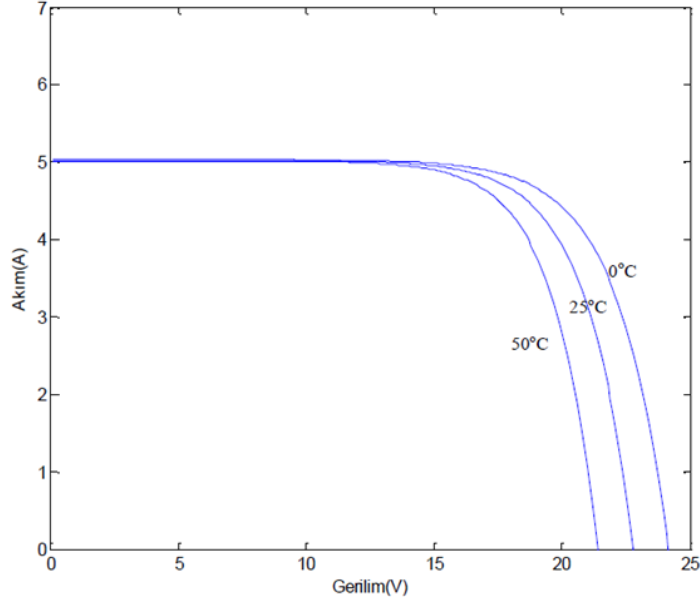
Şekil 2.6.Güneş pilinin Güç-Gerilim grafiği

Güneş pilinin ürettiği akım ışınım değeri ile doğru orantılıdır. Işınım değeri arttıkça akım değeri artmakta gerilimin ise çok az arttığı görülmektedir. Şekil 2.7’de farklı ışınım değerleri için akım gerilim eğrisi görülmektedir [22].



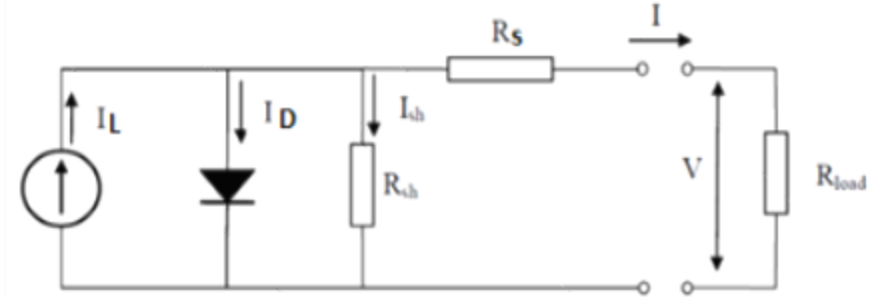
Şekil 2.7. Farklı ışınımlar için güneş pilinin akım-gerilim grafiği

Güneş pilinin I-V eğrisi sıcaklık değerinin değişmesiyle de farklılık gösterir. Sıcaklık arttıkça gerilim değeri azalmakta akım değeri ise artmaktadır. Şekil 2.8’de güneş pilin sıcaklığa bağlı değişimi görülmektedir [22].



Şekil 2.8. Farklı sıcaklıklar için güneş pilinin akım–gerilim grafiği

FV hücrenin elektriksel modeli Şekil 2.9’deki gibidir [22]. FV hücre akım kaynağı gibi davranmaktadır. Bundan dolayı elektriksel modelde bir akım kaynağı buna paralel bir direnç ve diyot, ayrıca bunlara bağlı seri dirençten oluşmaktadır.



Şekil 2.9. Fotovoltaik hücrenin elektriksel modeli

Bu devrede I_L güneşten elde edilen akımı, R_s seri direnci, R_{sh} paralel direnci, V yük üstündeki gerilimi, R_{load} yük direncini ifade eder ve diyot akımı(I_D), yük akımı(I) ve paralel bağlı direnç akımı(I_{sh}) nin toplamına eşittir [22].

$$I_L = I_D + I + I_{sh} \quad (2.1)$$

Paralel dirençten geçen akım çok küçük seviyelerde olduğu için ihmal edilebilir. Ancak bu akım değeri bulunmak istenirse yük ve seri bağlı direnç gerilimlerinin toplamını

paralel dirence bölümünden elde edilebilir. Paralel direnç üzerinden geçen akım;

$$I_{sh} = \frac{V + IR_s}{R_{sh}} \quad (2.2)$$

Diyot üzerinden geçen akım ise;

$$I_D = I_0 \left(e^{\left(\frac{q(V + IR_s)}{kT_c} \right)} - 1 \right) \quad (2.3)$$

olarak tanımlanır. Güneş pili için akım-gerilim ilişkisini gösteren genel denklemi aşağıdaki gibi elde edilir.

$$I = I_L - I_0 \left(e^{\left(\frac{q(V + IR_s)}{kT_c} \right)} - 1 \right) - \frac{V + IR_s}{R_{sh}} \quad (2.4)$$

Burada;

$$k = \text{Boltzman sabiti} = 1,381 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$T_c = \text{Hücre sıcaklığı (K)}$$

$$q = \text{Elektron yükü} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J/V}$$

ifade eder.

2.2.2. İnverter

İnverter DA belirli bir genlikte ve frekandaki alternatif akıma dönüştürme işlemini yapan cihazdır. FV paneller doğru akım üretir. Eğer sistemde alternatif akım ile çalışması gereken yük bulunuyorsa DA inverter yardımıyla alternatif akıma çevrilmesi gerekir. FV sistemlerde inverterin verimi yüke ve sistemin şebekeye bağlı olup olmamasına bağlıdır. Çıkış gücü, inverter verimi ve harmonik distorsiyonlar inverterin verimini etkileyen faktörlerdir. İnverterler yükü veya şebekeyi besleyebilirler. Yükü besleyen inverterler genellikle şebekeden bağımsız sistemlerde kullanılırlar ve aküden aldıkları DC enerjiyi AC güce çevirerek yüke aktarırlar. Şebekeyi besleyen inverterler ise doğrudan FV panelden aldıkları enerjiyi AC güce dönüştürerek şebekeye aktarırlar ve şebekeyi görmeden çalışmazlar. Şebekeye bağlı inverterlerin ürettiği gücün frekansı şebekenin frekansı ile aynı olmalıdır. Multifonksiyonel inverterler ise hem şebekeye bağlı hem de şebekeden bağımsız çalışabilirler. Şekil 2.10 da inverterlere örnek gösterilmiştir [22].



Şekil 2.10. İnverter çeşitleri

2.2.3. Aküler

Aküler elektrik enerjisinin depolanması ve ihtiyaç halinde kullanılması amacıyla tasarlanmaktadır. FV sistemlerde gece veya üretilen gücün yetersiz kaldığı zamanlarda kullanılmak üzere üretilen enerji kimyasal enerji olarak akülerde depolanır. Bir akünün ne kadarlık bir akımı ne kadar süre üretebileceği amper-saat (Ah) ile ifade edilir. FV sistemlerde genellikle kuru tip kurşun asit, jel ve nikel kadmiyum tip aküler kullanılmaktadır. Kurşun asit akülerinin maliyetinin az olması ve bakımının kolay olması tercih sebebidir. Nikel Kadmiyum aküler daha uzun ömürlü ancak masraflıdır. Jel akülerin içerisinde jöleye benzeyen elektrolitler bulunur. Jel aküler sıcaklığa dayanıklı olduklarından güneş enerji sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [22].



Şekil 2.11. 12 V luk 200 Ah kapasiteli akü

Şekil 2.11. da 12 V 200 Ah kapasiteli bir akü görülmektedir. Akülerin gerilim ve akım kapasiteleri bağlantı şekillerine göre değişir. Akü grupları oluşturulurken gerilim arttırılmak istenirse aküler seri, akım arttırılmak istenirse paralel bağlanır.

Örneğin; 10 kW gücünde bir akü grubu elde edilmek istenirse 12 V gerilim, 200 Ah akım üretebilen bir aküden;

$$\begin{aligned} \text{Akü sayısı} &= \frac{10000}{12 * 200} \\ &= 4.16 \end{aligned}$$

5 adet akü kullanmak gerekir.

Akü şarj geriliminin yüksek olması şarj süresini kısaltmasına karşın iç kayıpların artmasına ve akü ömrünün azalmasına sebep olur. Akünün aşırı şarj edilmesi; akünün ısınmasına, sıvı kaybetmesine ve kullanım ömrünün azalmasına neden olur. Akü şarj edilirken düşük şarj seviyesinde uzun süreli tutulmamalıdır. Ortam sıcaklığının artması da akü ömrünü kısaltan bir faktördür.

2.2.4. Şarj Kontrol Cihazı

Şarj kontrol cihazı akünün şarj ve deşarj akımlarını kontrol altında tutarak akünün maksimum verimde çalışmasını sağlar. Güneş panelleri sisteme şarj kontrol cihazı aracılığıyla bağlanarak beslenmesi gereken yükler ile akü şarj ünitesi ile arasındaki enerji akışını kontrol eder. Şarj kontrol cihazı mppt(maksimum güç noktası takibi) özellikli veya normal olabilirler. Normal şarj kontrol cihazları sadece belli bir referans geriliminde çalışır. Mppt özellikli olanlar ise güneş panelinin maksimum güç elde ettiği gerilimi tespit eder ve o gerilimde çalışır. Bundan dolayı normal şarj kontrol cihazlarından daha verimlidirler. Şekil 2.12. de mppt özelliğine sahip bir şarj kontrol cihazı görülmektedir [22].



Şekil 2.12. Şarj kontrol cihazı

2.3. DA-DA DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

DA-DA dönüştürücüler anahtarlama yolu ile belli bir seviyedeki elektrik gerilimini daha düşük ya da daha yüksek bir seviyeye dönüştüren güç elektroniği sistemleridir. Küçük boyutlu ve yüksek verimli oldukları için günümüzde dizüstü bilgisayarlar, ofis cihazları, DA motor sürücüler, akü şarj üniteleri, kesintisiz güç kaynakları ve birçok elektronik cihazlara da gerilim sağlayan, güç kaynaklarında besledikleri yükün gücünü sağlayan önemli endüstriyel elektronik elemanlardır [24].

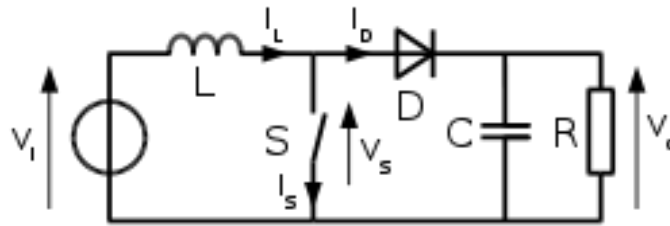
Anahtarlama modlu dönüştürücülerin birçok elektronik sistemde kullanılması, bu

dönüştürücülerin tasarımı ve kontrolü konusundaki çalışmaları yoğunlaştırmıştır [24]. DA-DA dönüştürücüler doğrusal olmayan, zamanla değişen sistemler olduklarından verimlilikleri DA-DA dönüştürücü devrelerinin tasarımı ve kontrolünde kullanılan denetleyiciye bağlı olarak değişmektedir [25]. Bunun için bu sistemlerin kontrolünde PI, PD ve PID gibi denetleyiciler kullanarak DA-DA dönüştürücüler her türlü çalışma şartlarında dayanıklı olması ve iyi bir dinamik cevap vermesi beklenmektedir [24]. DA-DA dönüştürücüler güç katı ve kontrol katından oluşmaktadırlar. Giriş gerilimine bağlı olarak istenilen büyüklükte çıkış gerilimi elde etmek için güç katı kullanılır ve yarı iletken elektronik elemanlar ve filtreden oluşmaktadır. Kontrol katı ise yarı iletken elektronik malzeme vasıtasıyla anahtarlama işlemini yapmak için sinyal üretir [26].

DA-DA dönüştürücüler yüksek frekansta anahtarlatabildiklerinden daha ucuz ve hafif elemanlarla tasarlanabilirler. Günümüzde değişik tiplerde DA-DA dönüştürücüler tasarlanmaktadır. Bunlar kullanım alanlarına göre avantaj ve dezavantajlı olabilirler. Boost converterler gerilimi yükseltirken, buck converterler gerilimi düşürürler. Buck-Boost converterler yükseltirken aynı zamanda çıkış gerilimini düşürebilirler [27].

2.3.1. Yükseltici Tip DA-DA Dönüştürücü

Yükselten tip DA-DA dönüştürücü, giriş gerilimini daha yüksek bir seviyeye getirerek çıkış veren bir DA-DA güç elektroniği sistemleridir. Temel kullanım alanları DA güç kaynaklarında ve DA motorların frenlemelerinde kullanılmaktadır. DA-DA dönüştürücü anahtar açık konumda iken yükü kondansatör besler, bobin üstünde enerji depolayıp, anahtar kapatıldığında bobin üzerinde depolanan enerjinin daha büyük bir gerilim olarak diyot üzerinden çıkışa verilmesini sağlar [28].



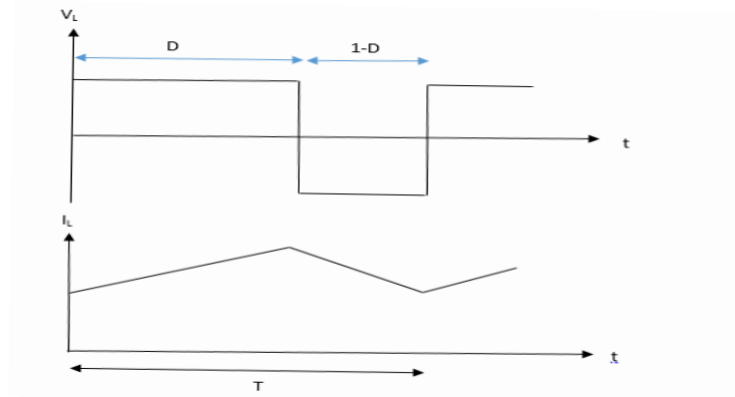
Şekil 2.13. Yükseltici tip DA-DA dönüştürücü

Yükselten tip DA-DA dönüştürücüler iki çalışma durumuna sahiptir. İlk durum, çıkış gerilimi istenilen gerilimin altına düştüğünde devreye girer. Bu durumda akım devresini

bobin ve güç anahtarı üzerinden geçerek tamamlar. İkinci durumda ise çıkış gerilimi istenilen gerilim üzerinde iken devreye girer. Bu durumda akım devresini bobin, diyot kondansatör ve yük üzerinden geçerek tamamlar [25]. Şekil 2.13' de yükseltici tip DA-DA dönüştürücünün devre şekli gösterilmiştir [21].

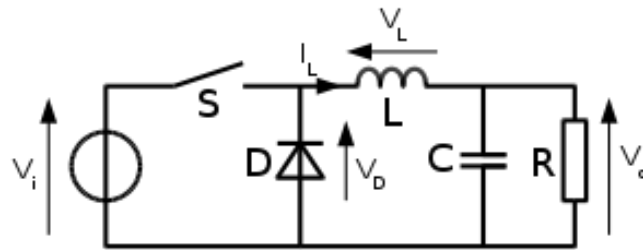
2.3.2. Düşürücü Tip DA-DA Dönüştürücü

Düşürücü tip dönüştürücüler belli bir seviyedeki dc giriş gerilimini daha düşük bir dc gerilime dönüştüren güç devreleridir. Anahtar kapalı iken diyot kesimdedir ve bobin üzerinde enerji depolanır. Anahtarın açılması ile diyot iletme geçer ve bobin üzerinde biriken enerji yükü beslemeye başlar.



Şekil 2.14. DA-DA Dönüştürücü Anahtarlama sinyali ve bobin akımı

Şekil 2.14 de DA-DA Dönüştürücünün anahtar açık ve kapalı durumlarda ki bobin akımındaki değişim görülmektedir. Şekil 2.15 de Azaltan tip DA-DA dönüştürücünün devre şekli görülmektedir [22].

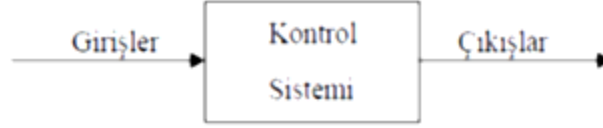


Şekil 2.15. Azaltan tip DA-DA dönüştürücü

2.4. KONTROL SİSTEMLERİ

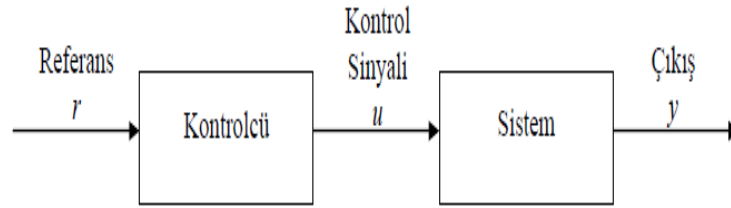
Sistemler belirli bir amacı yerine getirmek için tasarlanır. Tasarlanan sistemin amacını hangi doğrulukta yerine getirdiği ve ne kadar sürede yaptıkları sistemlerin verimlilikleri açısından önem taşır. Belirli bir görevi yerine getirmek için tasarlanan sistemin verimliliğini etkileyecek olan etmenlerin kontrol altına alınması gerekmektedir.

Bir sistemin mevcut durumunu korumak veya çıkış değerini istenilen değere ulaştırmak için bozucu etkilere rağmen sistem üzerinde yapılan işlemlere kontrol denir. Şekil 2.16 ' de bir kontrol sisteminin temel yapısı görülmektedir [22,29].



Şekil 2.16. Kontrol sisteminin genel yapısı

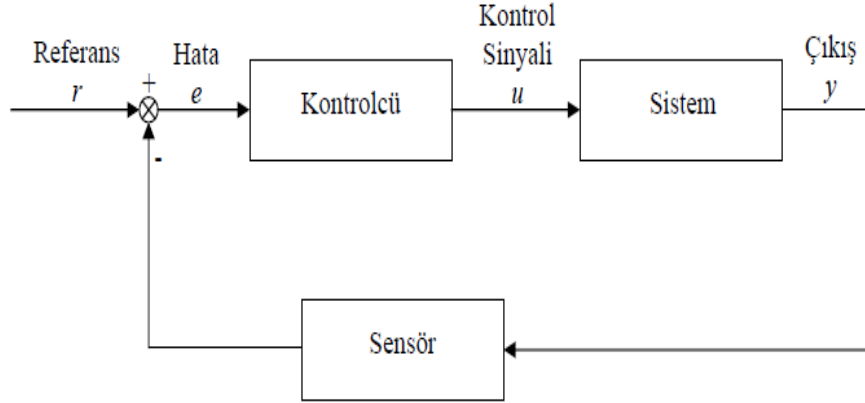
Açık çevrimli ve kapalı çevrimli olmak üzere iki çeşit kontrol sistemleri bulunmaktadır. Açık çevrimli sistemlerde geri besleme olmadığı için çıkış bilgileri tekrar işlenerek bu bilgilere göre bir kontrol sinyali üretilmez. Sadece referans değerine bağlı olarak bir kontrol sistemi üretilir ve sisteme uygulanır. Bunun için aktif bir kontrol sistemi değildir. Şekil 2.17 ' de bir açık çevrimli sistemin yapısı görülmektedir [29].



Şekil 2.17. Açık çevrim kontrol sistemi

Kapalı çevrim kontrol sisteminde ise sistemin çıkış bilgileri geri besleme yardımıyla referans değeriyle karşılaştırılmaktadır. Dolayısıyla kontrol sinyali çıkış değeriyle referans değeri arasındaki farka göre üretilip, sisteme uygulanmaktadır. Böylece daha etkin bir kontrol yapılabilir. Şekil 2.18 'de bir kapalı çevrim kontrol sistemi görülmektedir. Kapalı çevrim kontrol sisteminde ölçülen çıkış bilgileri geri beslemede

bulunan bir sensör vasıtasıyla kontrolcüye ulaştırılır ve kontrolcü aradaki farka göre yani hata fonksiyonuna göre (e) sistemi referans değerine en kısa zamanda ulaştırmak için kontrol sinyali (u) üretir [29].



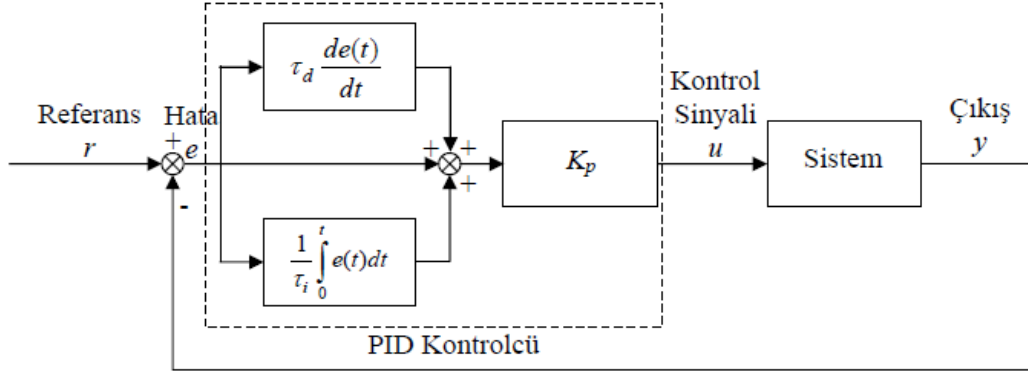
Şekil 2.18. Kapalı çevrim kontrol sistemi

2.4.1. Denetim Parametreleri

Kontrol sistemlerinde üç farklı denetim parametresi vardır. Bunlar P(Oransal), I(integral), D(Türev) parametreleridir. Bu etkenlerin bir arada kullanılmasıyla, PI, PD ve PID gibi kombinasyonlar yapılarak farklı kontrol sistemleri oluşturulabiliriz. Bu farklı kombinasyonların birbirlerine göre farklı üstünlükleri vardır. Onun için kontrol edilecek sistem iyi analiz edilip doğru denetleyicinin seçilmesi gerekmektedir.

2.4.2. PID Kontrolör

Proportion- İntegral- Derivative (PID) etkili kontrolcüler olarak bilinen uygulama kolaylığından ve basit yapısından dolayı endüstride çok geniş bir kullanım alanı olan bir kontrol metodudur. P, I ve D kontrol etkilerinin üçünün de avantajlarını bir arada bulunduran etkin bir kontrol uygulamasıdır. Hem lineer hem lineer olmayan sistemlere uygulanabilir. Sistemde çıkabilecek kalıcı durum hatası integral etkili kontrol ile giderilirken, sistemin cevap hızı ve kararlılığı türev etkili kontrol ile artırılmaktadır. Bunun için PID kontrol bloğu sistemin hızlı ve kararlı cevap vermesini sağlayan, kalıcı durum hatasını sıfıra indiren bir kombinasyondur. Şekilde bir PID kontrollü sistemin yapısı görülmektedir. Şekil 2.18 de PID kontrolörün genel yapısı görülmektedir [29,30].



Şekil 2.19. PID etkili kontrol sisteminin şematik yapısı

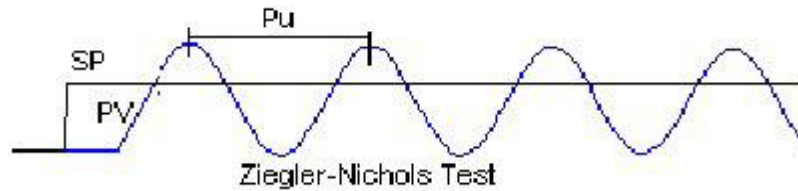
Blok diyagramda görülen $e(t)$ hata fonksiyonu olup, referans olarak alınan değer ile kontrol edilen gerçek değer arasındaki farkı temsil eder [29]. Ve sistemin çıkışının değişmesinden dolayı zamana bağlı olarak değişim gösterir. Geri beslemeli sistemden kontrol sinyalinin matematiksel ifadesini aşağıdaki gibi elde edebiliriz.

$$u(t) = K_P [e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt}] \quad (2.5)$$

Denklem 2. 5'de; K_P : Oransal Sabit, T_i : İntegral Sabiti T_d : Türev Sabitini ifade etmektedir PID denetimi ile kontrol edilen sistemlerde sistemden maksimum verim alınabilmesi için kontrolör sistemin parametreleri olan K_P , T_i , T_d değerlerinin birbirleriyle en uyumlu çalışacak şekilde hesaplanması gerekmektedir [29,30].

2.5. ZIEGLER-NICOLS METODU

ZN metodu, verilen bir sistemin geçici cevap karakteristiğine dayanan oransal kazancı K_p , integral zamanını T_i ve türevsel zamanı T_d belirlemek için kurallar sunmuştur.



Şekil 2.20. ZN metodunda sistemin osilasyona gittiği andaki cevabı

Kapalı çevrim ZN yönteminde, PID kontrolörün I, D katsayıları 0 yapılır. P sistem osilasyona gidene kadar yavaş yavaş artırılır. Elde edilen kazanç değeri K_u olarak ifade edilir. Bu durumda iki tepe arasındaki değer ise P_u değerini ifade etmektedir. K_u ve P_u değerlerini Şekil 2.20'de gösterilen osilasyon dalgası üzerinde belirtilmiştir [31]. PID katsayılarının belirlenmesi Çizelge 2.2 ye göre gerçekleştirilir.

Çizelge 2.1. ZN ile Parametrelerin hesaplanması

Kontrol Tipi	K_P	T_i	T_D
P	$K_u/2$		
PI	$K_u/2.2$	$P_u/1.2$	
PID	$K_u/1.7$	$2/P_u$	$P_u/8$

2.6. PARÇACIK SÜRÜ OPTİMİZASYONU

Doğadaki sistemlerin ve canlıların davranışlarından esinlenerek ortaya konulmuş bir çok optimizasyon yöntemi problemlerin çözümünde kullanılmaktadır. Örneğin genetik algoritma insan evriminden ilham alınarak ortaya konulmuştur. Yapay sinir ağları ise insan beyninden yola çıkılarak bulunmuş bir methodtur. Sosyal sistemin bir sonucu olan bireyler arası etkileşim ve haberleşme bazı davranışları ortaya çıkartmıştır. Bu davranışlar sürü zekası olarak adlandırılmaktadır [32].

PSO, 1995 yılında kuş sürülerinin davranışlarından esinlenerek J. Kennedy ve R.C. Eberhart tarafından geliştirilmiş popülasyon tabanlı bir optimizasyon tekniğidir. Yapısında çok değişken ve çok parametre barındıran lineer olmayan problemlerin çözümünde kullanılmaktadır [33].

PSO algoritması genetik algoritmada olduğu gibi rastgele çözümlerle başlar ve fonksiyon sürekli güncellenerek optimum değer bulunmaya çalışılır. Ancak PSO nun akış diyagramında çaprazlama ve mutasyon işlemleri olmaz. Bundan dolayı uygulaması basittir. PSO yapısında birer pozisyon ve hız vektörüne sahip parçacık denilen olası çözümler yer almaktadır. Parçacıklar geçen sürede en iyi sonucu elde eden parçacığın bilgilerinden faydalanarak çözüm uzayında dolaşırlar [32,34].

PSO algoritmasında parçacık olarak adlandırılan her bir kuş arama uzayında bir çözümü ifade eder. Bir parçacığın bulunduğu koordinatlara ve hızına göre kuşun yiyeceği olan

uzaklığını belirten bir fonksiyon belirlenir ve bu fonksiyon çözüme olan yakınlığı ifade eder [32].

PSO algoritması arama uzayında tüm parçacıkların rastgele bir konum almasıyla başlar ve her adımda komşularının en iyi koordinatlarına ve kendi en iyi koordinatlarına göre parçacıkların pozisyonları güncellenir. En iyi sonucu bulmak için arama işlemi bu şekilde devam eder. Bunun için parçacıkların geçen sürede elde ettikleri en iyi sonuçlar ve bu sonuçların koordinatları saklanmalıdır [32,35].

Parçacıklar reel değerli rastgele olarak üretilmiş n boyutlu arama uzayında hareket ederler. durum uzayında her bir parçacığın V_{ij} , hız vektörü ve X_{ij} , pozisyon vektörlerine sahiptirler. Burada i parçacığı j ise boyutu belirtmektedir. Ayrıca parçacıklar o zamana kadar elde edilen kendi en iyi pozisyonu(P_{best}) ile tüm parçacıklar tarafından elde edilen global en iyi pozisyon (g_{best}) vektörlerini bir sonraki durum için saklarlar. Herhangi bir durumda i. Parçacığa ait P_{best} vektörü (2.10) de gösterilmiştir [32,36].

$$P_{besti} = [P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{in}] \quad (2.10)$$

G_{best} vektörü tüm parçacıklar için aynıdır ve (2.11) de gösterilmiştir.

$$g_{best} = [g_1, g_2, \dots, g_n] \quad (2.11)$$

sürüdeki parçacıklara ait hız(V_{ij}) ve konum matrisleride (X_{ij}) (2.12) ve (2.13) de gösterilmiştir.

$$X_{ij} = [X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}] \quad (2.12)$$

$$V_{ij} = [V_{i1}, V_{i2}, \dots, V_{in}] \quad (2.13)$$

Parçacıkların $V(t)$ hız değerleri her adımda (2.14) deki formül ile $V(t+1)$ i elde etmek için güncellenir.

$$V_{i,j}(t+1)=V_{ij}(t)+c_1r_1*[p_{best,i,j}(t)-X_{ij}(t)]+c_2r_2*[g_{best}(t)-X_{ij}(t)] \quad (2.14)$$

(2.14) deki c_1 ve c_2 genellikle [0-2] aralığında seçilen hızlandırma katsayılarıdır. Aynı şekilde r_1 ve r_2 de [0-1] aralığında rastgele üretilen düzgün dağıtılmış sayılardır [36].

Aynı şekilde (2.15) eşitliğinden yararlanarak parçacığın önceki pozisyon değerine yeni hız değeri eklenerek parçacığın yeni konumu belirlenir.

$$X_{i,j}(t+1)=X_{i,j}(t)+V_{i,j}(t+1) \quad (2.15)$$

(2.14) deki formül içeriğinde bir önceki adımın hız bilgisini, parçacığın en iyi pozisyonu ile bir önceki adımın konumu arasındaki faktan oluşan idrak kısmı ve bütün parçacıkların elde ettiği en iyi konum ile parçacığın bir önceki adımdaki konumu arasındaki faktan oluşan sosyal kısımları içerir [37].

Bu şekilde (2.14) deki eşitlikten parçacığın bir sonraki hızı bulunarak (2.15) daki denkleme konular ve parçacığın bir sonraki konumu belirlenerek parçacık bu konuma hareket eder. Yani iyi çözümler elde eden parçacıkların bilgileri sürütünün tamamıyla paylaşılmış olur ve parçacıklar elverişli alanlara hareket ederler [32].

Daha hızlı çözüme ulaşmak için PSO nun farklı yapıları geliştirildi. Parçacıkların önceki hızlarını kontrol etmek amacıyla formülasyona iki yeni parametre eklendi.

Shi ve Eberhart parçacık hızını kontrol etmek amacıyla atalet ağırlığı yaklaşımını ortaya koymuşlardır [37]. Daha sonra Clerc, atalet ağırlığı yerine daraltma faktörünü kullanmayı önermiştir [38].

Ayrıca Ratnaweera ve arkadaşları evrensel en iyiye(g_{best}) ulaşmak ve yerel aramaları daha iyi yapabilmek için zamana bağlı değişken hızlandırma katsayıları yaklaşımını ortaya koymuşlardır [39].

2.6.1. Atalet Ağırlığı (W)

Daha önce de belirtildiği gibi PSO formülasyonunun ilk kısmındaki bir önceki adımın hız bilgisini taşıyan $V(t)$ yapısı parçacıkların çözüme ulaşmak için arama uzayını

genişletmekte ve parçacıkların yeni alanları aramalarını sağlamaktadır. Buda en iyi çözüme ulaşmayı kolaylaştırmaktadır. Aksi takdirde formülde $V(t)$ 'nin bulunmaması parçacıkların hareketinin sadece geçerli konum bilgisi $X(t)$ geçmişteki kendi en iyi konumu (p_{best}) ve evrensel en iyi konumu (g_{best}) e bağlı olması demektir ki, buda yeni adımın geçmiş bilgiden mahrum olmasına sebep olacak ve arama uzayının her adımda küçüldüğü bir yapıya dönüşecektir. Buda problem çözümünde etkin bir sonuç ortaya koymayacaktır [32]. Yani $v(t)$ algoritmaya evrensel arama özelliği kattığı için $V(t)$ nin kontrolü büyük önem taşımaktadır.

Bu nedenle Shi ve Eberhart 1998 yılında hız güncelleme formülüne atalet ağırlığını (w) eşitlik (2.16) deki gibi katmışlardır.

$$V_{i,j}(t+1) = w * V_{ij}(t) + c_1 r_1 * [p_{best,i,j}(t) - x_{ij}(t)] + c_2 r_2 * [g_{best}(t) - x_{ij}(t)] \quad (2.16)$$

Burada w parametresinin değeri aşağıdaki formül ile her bir adımda yeniden güncellenmektedir.

$$W = w_1 - w_2 * \frac{iterasyon(maksimum) - iterasyon}{iterasyon(maksimum)} + w_2 \quad (2.17)$$

Formülde w_1 sabit başlangıç w_2 ise bitiş değerleridir. Maxiter parametresi izin verilen maximum iterasyon sayısını, iter ise geçerli iterasyon sayısını belirtmektedir. En iyi sonuçlar elde edebilmek için w parametresinin iterasyonun başında 0,9 iterasyonun sonunda ise 0,4 değerini alması gerektiği Shi ve Eberhart tarafından belirlenmiştir [32,37].

2.6.2. Daraltma Parametresi

w , c_1 ve c_2 parametrelerini en uygun şekilde belirleyerek, yakınsamayı sağlamak için Clerc ve Kennedy her adımda parçacıkların daha az güncelleştirmeyle sınırlandırılan daraltma parametresini (K) kullanmışlardır. Buda parçacık en iyi pozisyona yakın olduğunda parçacığın titreşim genliğinin azalmasını sağlamaktadır. Bu yaklaşımla ortaya konulan denklem (2.18) daki gibidir [32].

$$V_{i,j}(t+1)=K*[V_{ij}(t)+c_1r_1*[p_{besti,j}(t)-x_{ij}(t)]+c_2r_2*[g_{best}(t)] \quad (2.18)$$

$$K=\frac{2}{2-\varphi-\sqrt{\varphi^2-4\varphi}} \quad \varphi=c_1+c_2, \quad \varphi>4 \quad (2.19)$$

2.6.3. Hızlandırma Katsayıları

PSO formülündeki parametrelerin kontrolü en iyi sonuca en kısa zamanda ulaşmak için oldukça önemlidir. Bu parametrelerden olan c_1 ve c_2 kontrolleri değerleri artırılarak veya azaltılarak sağlanmaktadır. PSO da parçacıkların ilk adımlarında yerel en iyileri bulmalarından ziyade tüm arama uzayını dolaşmalarını sağlamak ve belli bir adımdan sonra ise evrensel en iyiye yönelmeleri etkin sonuç bulma açısından önemlidir [32].

c_1 ve c_2 parametrelerinin kontrolünü Ratnaweera ve arkadaşları algoritmada adımlar ilerledikçe c_1 parametresini azaltıp, c_2 parametresinin değerini artırarak yapmışlardır. Bunun amacı adımların başında arama uzayından daha çok çözüme götürebilecek değerlerin elde etmektir. Ve aşağıdaki eşitlikleri kullanmışlardır [39].

$$c_1 = (c_{1f} - c_{1i}) * \frac{iterasyon}{iterasyon(maksimum)} + c_{1i} \quad (2.20)$$

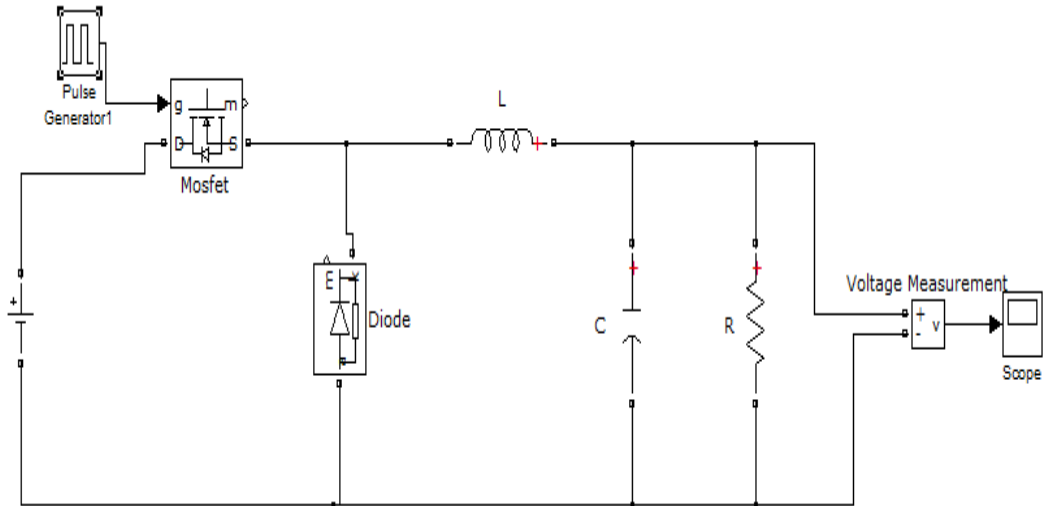
$$c_2 = (c_{2f} - c_{2i}) * \frac{iterasyon}{iterasyon(maksimum)} + c_{2i} \quad (2.21)$$

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

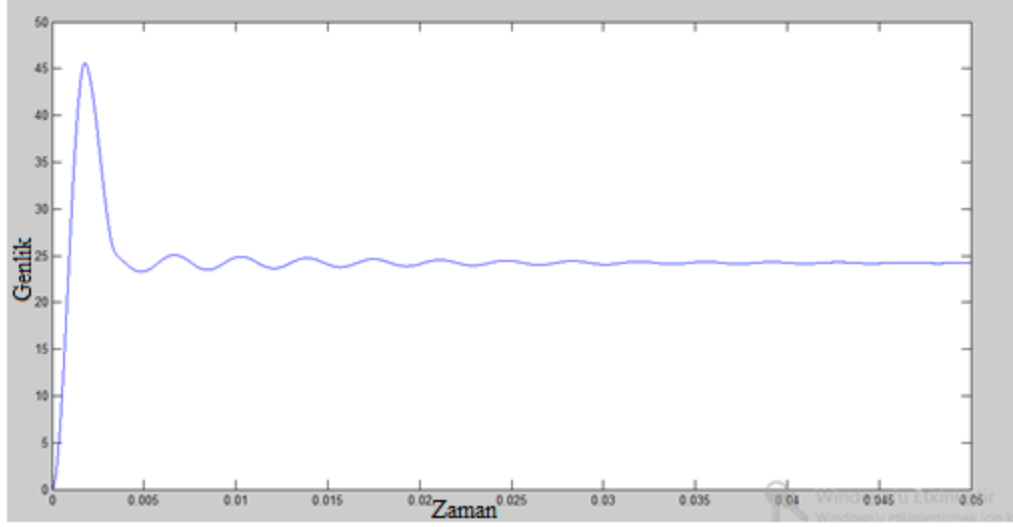
Bu bölümde ilk önce FV sistemlerde kullanılan DA-DA dönüştürücünün kontrolünün simülasyonu gerçekleştirilecektir. Daha sonra farklı açılar için ışınım şiddeti sonuçlarına göre bir günlük güneşlenme süresi tahmin edilecek ve buna göre farklı güç seviyeleri için sistemin günlük üreteceği güç hesaplanarak analiz yapılacaktır.

3.1. FV SİSTEM DA-DA DÖNÜŞTÜRÜCÜ KONTROL PARAMETRELERİNİN HESAPLANMASI

FV DA-DA dönüştürücünün çıkış geriliminin değerini belirli bir referansta sabit tutulması için kurulan devre Şekil 3.1'de gösterilmiştir. FV sistem DA-DA dönüştürücünün sabit anahtarlama ile kontrolsüz bir şekilde çalıştırılması durumunda elde edilen çıkış geriliminin dalga şekli Şekil 3.2.da gösterilmiştir. DA-DA dönüştürücü ile 35 Volt açık devre gerilimine sahip FV panel gerilimi 24 V sabit değerine dönüştürülmüştür. Sabit değerine ulaşabilmesi için 45 ms zamana ihtiyaç duyulduğu Şekil 3.2 dan anlaşılmaktadır.

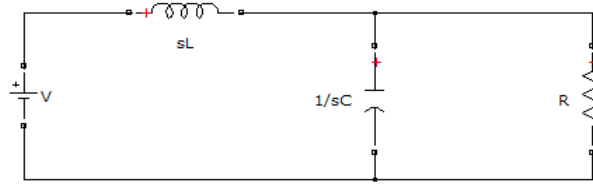


Şekil 3.1. DA-DA dönüştürücü simulink devresi



Şekil 3.2. DA-DA dönüştürücü simülük modeli çıkış gerilimi

Şekil 3.3.'de gösterilen eşdeğer devre kullanılarak DA-DA dönüştürücü transfer fonksiyonu elde edilir. Elde edilen Transfer fonksiyonu denklem (3.1)'de verilmiştir. D anahtarın kapalı kalma süresini ifade etmektedir.

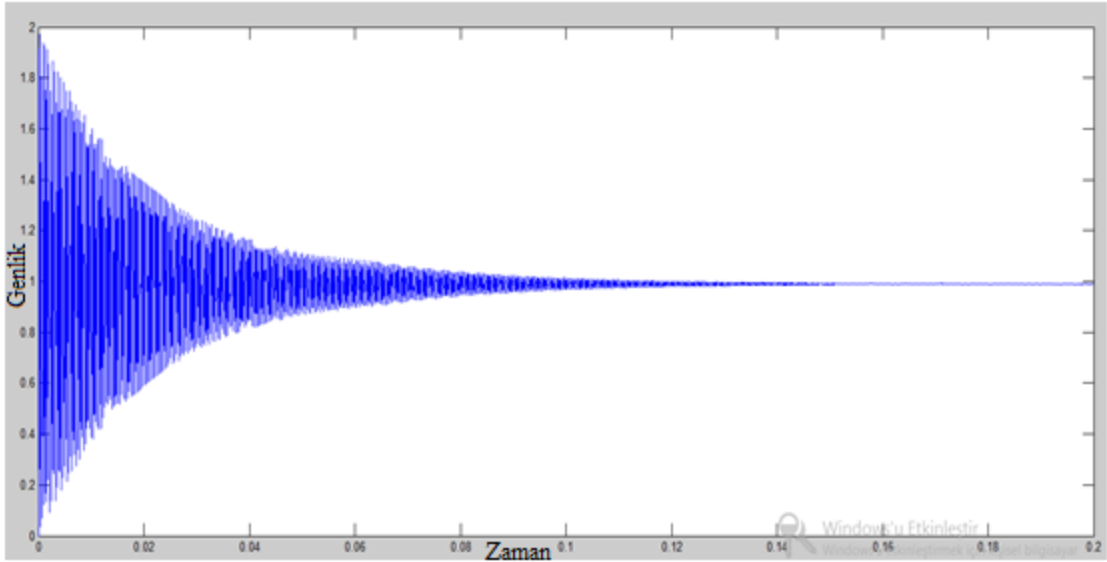


Şekil 3.3. DA-DA dönüştürücünün eşdeğer devresi

$$H(s) = D \frac{1}{s^2 + \frac{s}{RC} + \frac{1}{LC}} \quad (3.1)$$

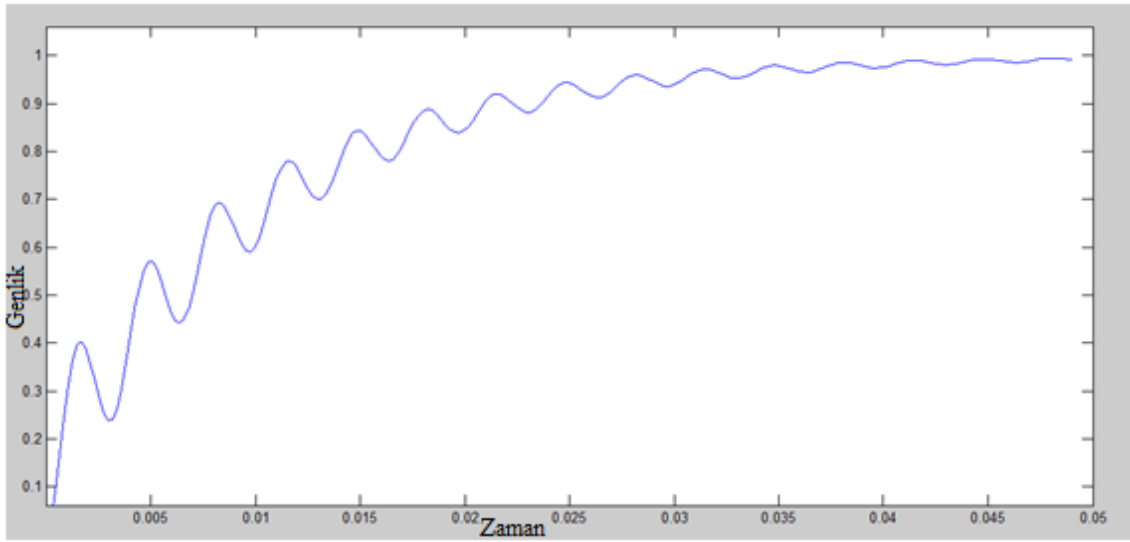
Transfer fonksiyonu herhangi bir şekilde kontrol edilmeden kullanıldığında sistemin birim basamak cevabı Şekil 3.4.'de gösterilmiştir. Sistemin transfer fonksiyonu denklem (3.2) de verilmiştir. Bu durumda sistemin 24 V referans gerilim değerine 150 ms sürede ulaştığı görülmüştür.

$$H(s) = \frac{1515151}{s^2 + 90.90s + 3030303} \quad (3.2)$$



Şekil 3.4. Kontrolsüz çıkış basamak cevabı

ZN yöntemi ile sistemin PID katsayılarının belirlenmesinden sonra, bu değerler kullanılarak yapılan PID kontrol çalışması neticesinde elde edilen çıkış cevabı Şekil 3.5.'de gösterilmiştir. Bu durumda sistemin 24 V referans gerilim değerine 50 ms sürede ulaştığı görülmüştür. ZN yöntemi ile elde edilen PID katsayı değerleri Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir.

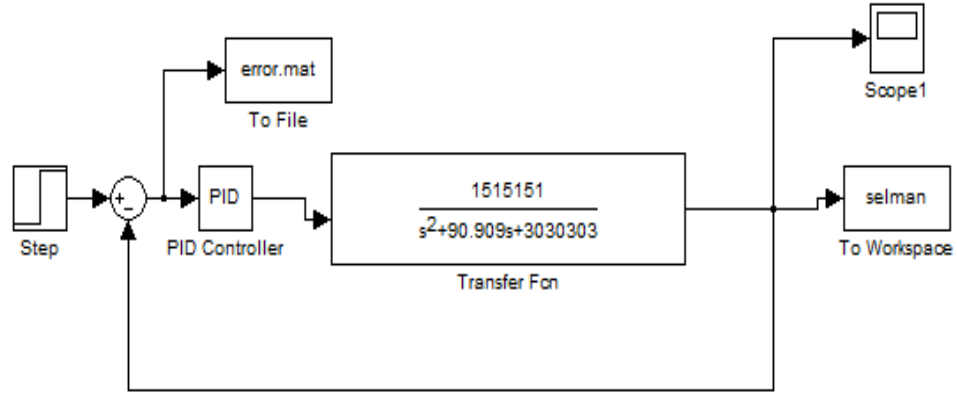


Şekil 3.5. ZN metodu yardımı ile yapılan kontrolün basamak cevabı

Çizelge 3.1. ZN metodu ile bulunan PID değerleri

ZN	K_p	Ti	Td
PID	0.3555	0.0016	0.00039628

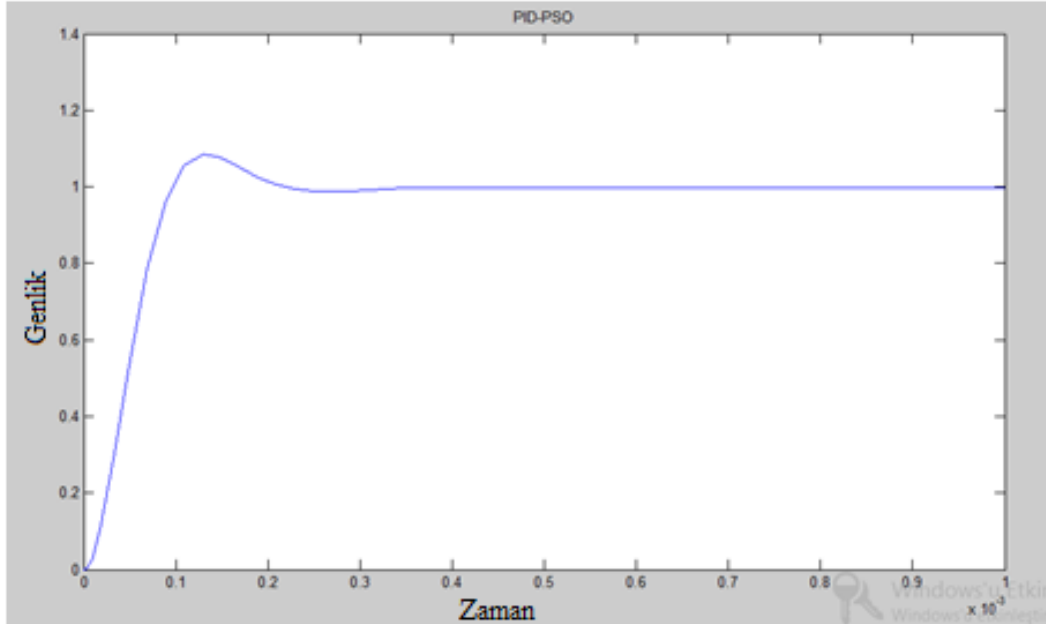
FV sistem DA-DA dönüştürücü çıkış işareti ile basamak işareti karşılaştırılarak hata fonksiyonu elde edilir. Bu durum Şekil 3.6.'da gösterilmiştir. Hata fonksiyonu minimum yapacak Kp, Ki, Kd parametreleri PSO algoritması yardımı ile hesaplanmış ve bu değerlere göre PID kontrol işlemi gerçekleştirilmiştir. PSO ile elde edilen çıkış Şekil 3.7.'de gösterilmiştir.



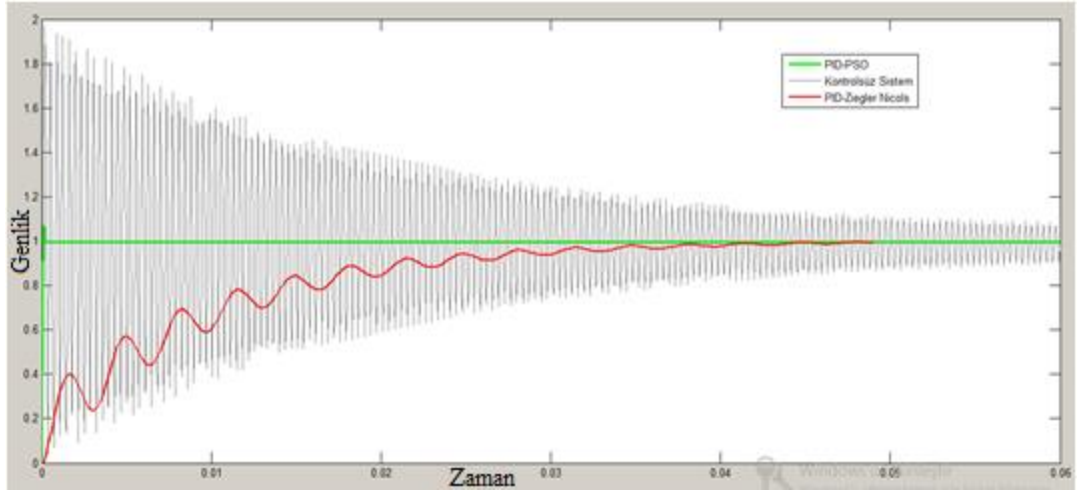
Şekil 3.6. Sistemin simulink modeli

Çizelge 3.2. PSO yardımı ile bulunan PID parametreleri

PSO	Kp	Ki	Kd
PID	493.8879	0.001	0.025



Şekil 3.7. PSO yardımı ile yapılan kontrolün basamak cevabı



Şekil 3.8. Sistemin kontrolsüz, PID-ZN ve PID-PSO birim basamak cevabı

Bu çalışmada bir arama algoritması olan PSO'nun temel prensibi verilip, DA-DA dönüştürücünün PID kontrolörüne uygulaması yapılmıştır. PSO yardımı ve ZN yöntemi ile PID parametreleri K_p , K_i , K_d değerleri hesaplanıp DA-DA dönüştürücü kontrol edilerek sistemin basamak cevabı incelenmiştir. Şekil 3.8. de sistemin kontrolsüz, -ZN ile yapılan PID kontrollü ve PSO ile yapılan PID kontrollü birim basamak cevapları bir arada gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Kontrollü ve kontrolsüz sistemlerin oturma zamanları

	Oturma Zamanı (ms)
Kontrolsüz Sistem	150
ZN ile kontrol	50
PSO ile Kontrol	0.3

Çizelge 3.3'de sistemin kontrolsüz istenilen gerilime gelme zamanı ile ZN ve PSO yardımı ile tasarlanmış kontrollü sistemlerin istenilen gerilime gelme zamanları gösterilmiştir. FV sitemlerde kullanılan DA-DA dönüştürücü çıkış gerilim değeri ışınım, sıcaklık gibi atmosferik şartlar veya yük değişimlerinde değişebilmekte ve bu değişim uygulanan kontrol yöntemi sayesinde çıkışa yansıtılmaz ve sabit çıkış ile sistem çalışmasını sürdürür. Sonuç olarak sistemin kararlılığı, cevap verme süresi, oturma zamanı gibi değişkenler açısından incelendiğinde PSO ile PID katsayıları belirlenmiş bir kontrolün daha etkin sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

3.2. IŞINIM ÖLÇÜMÜ

Düzce koşullarında bir günlük güneşlenme süresini ve ışınım şiddetini ölçmek için solarmetre ile üç farklı açıda (30° , 40° , 50°) ölçüm yapılmıştır. Solarmetre gün içinde ki en yüksek ve en düşük ışınım şiddetinin yanında anlık ışınım şiddetini de gösterebilmektedir. Şekil 3.9. da ışınım ölçüm cihazı görülmektedir.



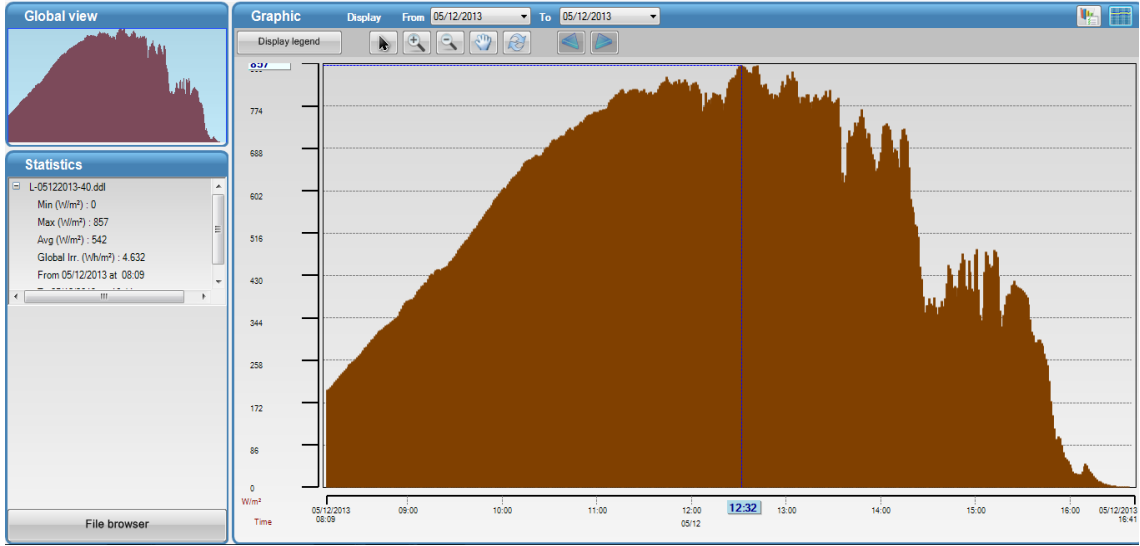
Şekil 3.9. Işınım ölçüm cihazı

Solarmetre tripot, güneş sensörü ve dijital ekran olmak üzere üç parçadan meydana gelmektedir. Solarmetrenin ayarlanabilir kafası sayesinde güneş sensörünün açısı istenilen dereceye ayarlanabilmektedir. Şekil 3.10. da ışınım ölçü cihazı ve tripot görülmektedir.



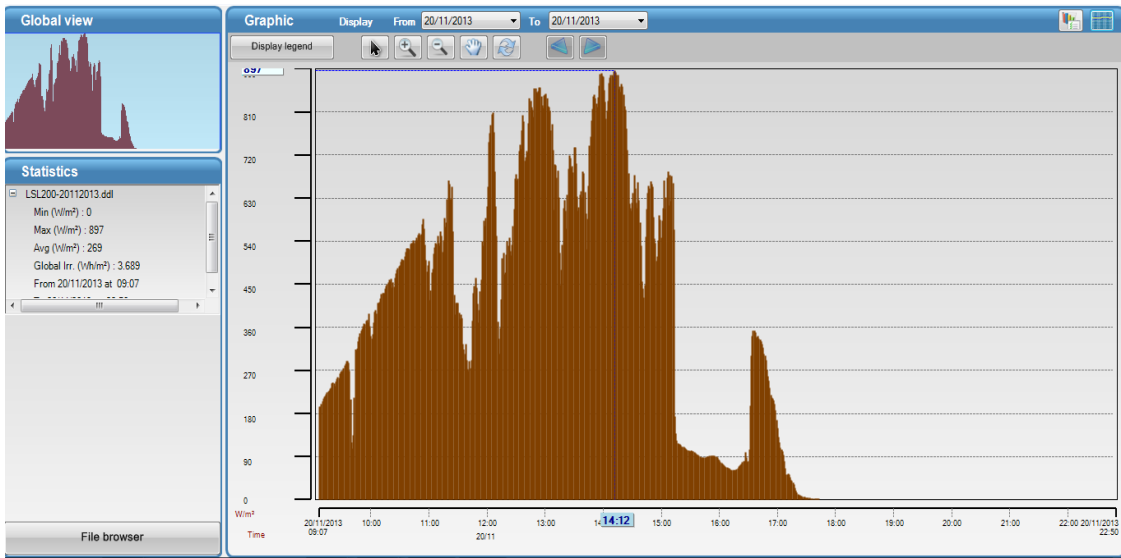
Şekil 3.10. Işınım ölçü cihazı ve tripot

Solarmetreye kaydedilen veriler aynı zamanda bilgisayardan cihazın yazılımı yüklenerek gözlemlenebilir. Her dakikadaki ışınm şiddeti sütun grafiği şeklinde elde edilebilmektedir. Işınm grafiği tercihe göre tablo şeklinde de incelenebilmektedir. Şekil 3.11. de 50 ° lik açı ile ölçülen ışınm değerleri grafiği görülmektedir. Grafikte maksimum ışıma saat 12:30'da 857 W/m² olarak ölçüldüğü görülmektedir. Yaklaşık 9 saat boyunca toplam ışınm şiddeti 4632 W/m² olarak ölçülmüştür.



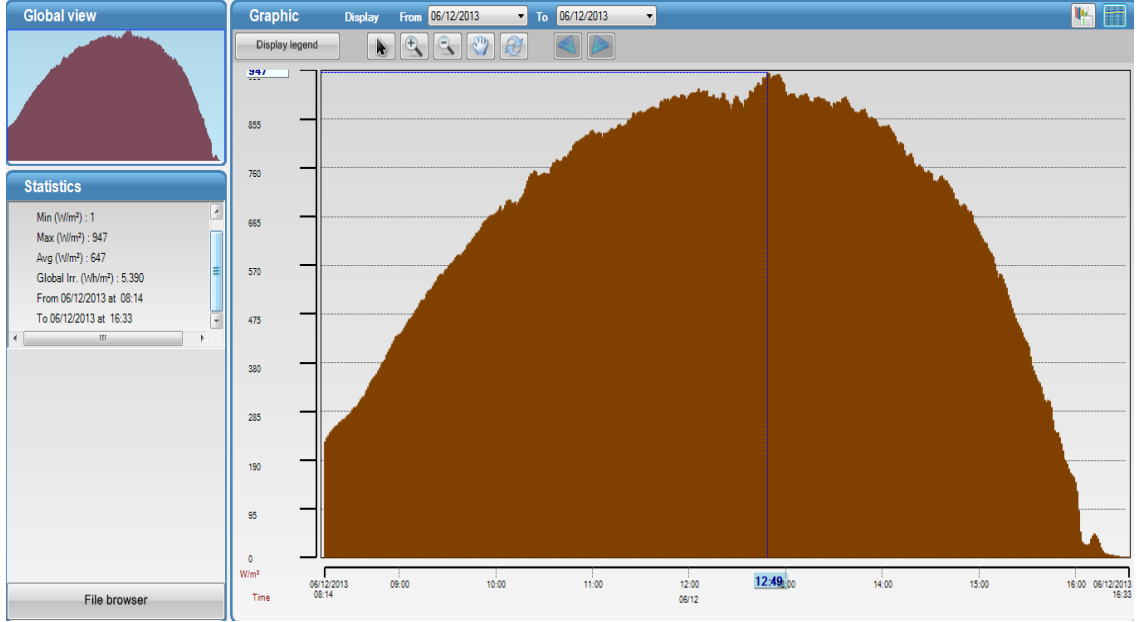
Şekil 3.11. 50° lik Aç ı için ışınm değerleri

Şekil 3.12.de 40° lik açı ile ölçülen ışınm değerleri grafiği görülmektedir.40° de yapılan ölçümde maksimum ışınm 897 W/m² olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.12. 40° lik Aç ı için ışınm değerleri

Şekil 3.13. de 30 ° lik açı ile ölçülen ışınım değerleri grafiği görülmektedir. Grafikte maksimum ışınma saat 12:49'da 947 W/m² olarak ölçüldüğü görülmektedir. Yaklaşık 9 saat boyunca toplam ışınım şiddeti 5390 W/m² olarak ölçülmüştür. Gün boyunca ortalama ışınım şiddeti ise 647 W/m² dir.



Şekil 3.13. 30° lik Açılı için ışınım değerleri

3.3. BİR EVİN ENERJİ İHTİYACINI KARŞILAYACAK FV SİSTEMİN TASARIMI VE HESABI

Sistem tasarımının günlük Wh enerji ihtiyacı, güneş panellerinin maksimum akım ve gerilim değerleri, güneş panelleri tarafından hiç enerji üretilmediği zaman akülerin yüke ne kadar süre enerji vereceğini gösteren otonom süresi, akülerin inverterin ve yükün çalışma gerilimi, yükün günlük profili gibi bilgilerin elde edildikten sonra gerçekleştirilmesi verimlilik açısından büyük önem taşımaktadır. Bunun için ilk önce bir evin günlük ortalama enerji ihtiyacı belirlenmelidir.

Bir evin günlük enerji tüketimi kullanılan cihazların ihtiyaç farklılığından dolayı her gün farklılık gösterebilir. Bunun için bir evin günlük ortalama enerji ihtiyacını belirlemek için haftalık toplam enerji tüketimi bulunarak bir günlük ortalama enerji tüketimi hesaplanabilir. Çizelge 3.4. bir evin haftalık enerji ihtiyaç değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.4. Bir Evin Haftalık Enerji İhtiyacı

	ÇALIŞMA SÜRESİ(h)	ORT. HARCANAN GÜÇ(W)	ADET	ÇALIŞMA GÜNÜ	HAFTALIK ENERJİ TÜKETİMİ(Wh)
BUZDOLABI	8	200	1	7	11200
TELEVİZYON	4	250	1	7	7000
BİLGİSAYAR	2	250	1	5	3000
ÜTÜ	0.25	1600	1	1	400
FİRİN	0.5	1000	1	1	500
AYDINLATMA	6	25	8	7	8400
ÇAM.MAK.	1	2000	1	1	2000
TOPLAM					32500

Günlük ortalama enerji tüketimi=32500/7≈4642 Wh

Üretilmesi gereken güç;

FV sistemlerde üretilen gücün tamamı yüke aktarılamaz. Sistemde kullanılan cihazların verimliliklerine bağlı olarak enerji kaybı meydana gelir. Bundan dolayı üretilen gücün bu enerji kaybı dikkate alınarak üretilmesi gerekir. Bütün cihazların verimlilik oranları farklıdır. Güneş panelinin verimliliği(η_{pv}) % 80,akülerin verimliliği($\eta_{akü}$) % 80 ve inverterin verimliliği(η_{inv}) % 90 dır. Bütün bunlar dikkate alındığında sistem için verimlilik(η_{sis});

$$\eta_{sis} = \eta_{pv} \cdot \eta_{akü} \cdot \eta_{inv}$$

$$=(0.80)(0.80)(0.90)=0.58$$

$$\text{Yükün gücü} = \text{Üretilmesi gereken güç} \cdot (0.58)$$

$$4642 \text{ Wh} = \text{Üretilmesi gereken güç} \cdot (0.58)$$

$$\text{Üretilmesi gereken güç} = 8004 \text{ Wh}$$

Panel sayısının belirlenmesi;

Panel sayısı günlük enerji ihtiyacına ve güneşlenme süresine göre belirlenir;

$$\text{Panel sayısı} = \frac{\text{günlük enerji ihtiyacı}}{(\text{bir güneş panelinin gücü}) \cdot (\text{bir günlük güneşlenme süresi})}$$

$$\text{Panel sayısı} = \frac{8004 \text{ Wh}}{(200 \text{ W}) \cdot (3.5)} = 11.43$$

200 W'lık 12 panel gerekmektedir.

Akü kapasitesi ve sayısının belirlenmesi;

Enerji üretilmediği zaman enerji ihtiyacı akülerden sağlanacağı için akü kapasitesi belirlenirken kapalı geçen gün sayısı kadar enerji depo edileceği düşünülerek hesaplanır. Aynı zamanda deşarj olma faktörü(dept of discharge) de dikkate alınır.

$$\text{Akü kapasitesi} = \frac{\text{günlük enerji ihtiyacı}}{\text{deşarj olma faktörü}} \times \text{kapalı geçen gün sayısı}$$

$$= (8004 \text{ Wh}/0.65) \times (1.5) \approx 18470 \text{ W}$$

Akü sayısı akü kapasitesine ve akünün kaç saat boyunca ne kadar akım üretebileceğini gösteren amper-saat(Ah) değerine göre belirlenir. İki tane 12 V 'luk akü seri bağlanırsa sistem gerilimi 24 V olur.200 Ah'lik aküler kullanılırsa;

$$\text{Akü sayısı} = 18470 \text{ Wh}/(200 \text{ Ah} \times 12 \text{ V}) \approx 7.69$$

18470 Wh lik enerjiyi depolamak için 8 adet 200 Ah lik aküye ihtiyaç vardır.

İnverter seçimi;

İnverter yükün çekebileceği maksimum gücü kaldırabilmelidir. Bir ev için bu buzdolabı, bilgisayar,ütü aydınlatma ve televizyon gibi cihazların aynı anda çalıştığı sırada çekilen toplam yük baz alınır.

$$200 \text{ Wh} \times 4 + 250 \text{ Wh} + 1600 \text{ Wh} + 25 \text{ Wh} \times 6 = 2700 \text{ W}$$

Buda yaklaşık 2.5-3 kW seviyesindedir.

Şarj regülatörü seçimi;

Şarj regülatörü gerilimi, güneş paneli çıkış geriliminden yüksek ve paralel bağlı panellerin akımları toplamı regülatör akım değerinden küçük olmalıdır.

3.4.1 kW'LIK SİSTEM İÇİN ANALİZ

Panel sayısının belirlenmesi;

$$\text{Panel sayısı} = \frac{\text{sistemin gücü}}{\text{bir panelin gücü}} = \frac{1000}{220} = 4.54$$

5 adet 220 W güneş paneline ihtiyaç vardır.

Günlük Üretilen Güç;

$$\begin{aligned} \text{Günlük Üretilen Güç} &= (\text{Bir panelin gücü}) \times (\text{panel sayısı}) \times (\text{güneşlenme süresi}) \\ &= 220 \text{ W} \times 5 \times (3.5) = 3850 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Yüke Aktarılabak Güç;

$$\begin{aligned} \text{Yüke Aktarılabak Güç} &= \text{Üretilen güç} \cdot (0.58) \\ &= 3850 \text{ W} \cdot (0.58) = 2233 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Akü kapasitesi ve sayısının belirlenmesi;

$$\begin{aligned} \text{Akü kapasitesi} &= \frac{\text{günlük enerji ihtiyacı}}{\text{deşarj olma faktörü}} \cdot \text{kapalı geçen gün sayısı} \\ &= (3850/0.65) \cdot (1.5) \approx 8884 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\text{Akü sayısı} = 8884 / (200 \cdot 12) \approx 3.7$$

4 adet 200 Ah lik aküye ihtiyaç vardır.

3.5. 3kW'LIK SİSTEM İÇİN ANALİZ

Panel sayısının belirlenmesi;

$$\text{Panel sayısı} = \frac{\text{sistemin gücü}}{\text{bir panelin gücü}} = \frac{3000}{220} = 13.63$$

14 adet 220 W güneş paneline ihtiyaç vardır.

Günlük üretilen güç;

$$\begin{aligned} \text{Günlük Üretilen Güç} &= (\text{Bir panelin gücü}) \cdot (\text{panel sayısı}) \cdot (\text{güneşlenme süresi}) \\ &= 220 \text{ W} \cdot 14 \cdot (3.5) = 10780 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Yüke Aktarılabak Güç;

$$\begin{aligned} \text{Yüke Aktarılabak Güç} &= \text{Üretilen güç} \cdot (0.58) \\ &= 10780 \text{ W} \cdot (0.58) = 6252 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Akü kapasitesi ve sayısının belirlenmesi;

$$\begin{aligned} \text{Akü kapasitesi} &= \frac{\text{günlük enerji ihtiyacı}}{\text{deşarj olma faktörü}} \cdot \text{kapalı geçen gün sayısı} \\ &= (10780 \text{ W} / 0.65) \cdot (1.5) \approx 24876 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\text{Akü sayısı} = 24876 / (200 \cdot 12) \approx 10.36$$

11 adet 200 Ah lik aküye ihtiyaç vardır.

3.6. 4kW'LIK SİSTEM İÇİN ANALİZ

Panel sayısının belirlenmesi;

$$\text{Panel sayısı} = \frac{\text{sistemin gücü}}{\text{bir panelin gücü}} = \frac{4000}{220} = 18.18$$

19 adet 220 W güneş paneline ihtiyaç vardır.

Günlük Üretilen Güç;

$$\begin{aligned}\text{Günlük Üretilen Güç} &= (\text{Bir panelin gücü}) * (\text{panel sayısı}) * (\text{güneşlenme süresi}) \\ &= 220 \text{ W} * 19 * (3.5) = 14630 \text{ Wh}\end{aligned}$$

Yüke Aktarılabacak Güç;

$$\begin{aligned}\text{Yüke Aktarılabacak Güç} &= \text{Üretilen güç} * (0.58) \\ &= 14630 \text{ Wh} * (0.58) = 8485 \text{ Wh}\end{aligned}$$

Akü kapasitesi ve sayısının belirlenmesi;

$$\begin{aligned}\text{Akü kapasitesi} &= \frac{\text{günlük enerji ihtiyacı}}{\text{deşarj olma faktörü}} * \text{kapalı geçen gün sayısı} \\ &= (14630 / 0.65) * (1.5) \approx 33761 \text{ W}\end{aligned}$$

$$\text{Akü sayısı} = 33761 / (200 * 12) \approx 14.06$$

14 adet 200 Ah lik aküye ihtiyaç vardır.

3.7. 5kW'LIK SİSTEM İÇİN ANALİZ

Panel sayısının belirlenmesi;

$$\text{Panel sayısı} = \frac{\text{sistemin gücü}}{\text{bir panelin gücü}} = \frac{5000}{220} = 22.72$$

23 adet 220 W güneş paneline ihtiyaç vardır.

Günlük Üretilen Güç;

$$\begin{aligned}\text{Günlük Üretilen Güç} &= (\text{Bir panelin gücü}) * (\text{panel sayısı}) * (\text{güneşlenme süresi}) \\ &= 220 \text{ W} * 23 * (3.5) = 17710 \text{ Wh}\end{aligned}$$

Yüke Aktarılabacak Güç;

$$\begin{aligned}\text{Yüke Aktarılabacak Güç} &= \text{Üretilen güç} * (0.58) \\ &= 17710 * (0.58) = 10271 \text{ Wh}\end{aligned}$$

Akü kapasitesi ve sayısının belirlenmesi;

$$\begin{aligned}\text{Akü kapasitesi} &= \frac{\text{günlük enerji ihtiyacı}}{\text{deşarj olma faktörü}} * \text{kapalı geçen gün sayısı} \\ &= (17710 / 0.65) * (1.5) \approx 40869 \text{ W}\end{aligned}$$

$$\text{Akü sayısı} = 40869 / (200 * 12) \approx 17.702$$

18 adet 200 Ah lik aküye ihtiyaç vardır.

3.8. ŞEBEKEYE BAĞLI (ON GRİD) SİSTEM İÇİN ANALİZ

Şebekeden bağımsız sistemlerde akü grubu kullanılmadığı için hesaba sadece inverter ve güneş panelinin verimleri dahil edilir. Şebekeye bağlı sistemin üreteceği güce göre

panel sayısı ve günlük üretilen güç şebekeden bağımsız sistemle aynıdır. Fakat yüke aktarılan güç farklıdır.

$$\eta_{\text{sis}} = \eta_{\text{pv}} \cdot \eta_{\text{inv}}$$

$$= (0.80) \cdot (0.90) = 0.729$$

1 kW için;

$$\text{Yüke Aktarılabacak Güç} = \text{Üretilen güç} \cdot (0.729)$$

$$= 3850 \text{ Wh} \cdot (0.729) = 2806 \text{ Wh}$$

2.5 kW için;

$$\text{Yüke Aktarılabacak Güç} = \text{Üretilen güç} \cdot (0.729)$$

$$= 8004 \text{ Wh} \cdot (0.729) = 5835 \text{ Wh}$$

3 kW için;

$$\text{Yüke Aktarılabacak Güç} = \text{Üretilen güç} \cdot (0.729)$$

$$= 10780 \text{ Wh} \cdot (0.729) = 7859 \text{ Wh}$$

4 kW için;

$$\text{Yüke Aktarılabacak Güç} = \text{Üretilen güç} \cdot (0.729)$$

$$= 14630 \text{ Wh} \cdot (0.729) = 10665 \text{ Wh}$$

5 kW için;

$$\text{Yüke Aktarılabacak Güç} = \text{Üretilen güç} \cdot (0.729)$$

$$= 17710 \text{ Wh} \cdot (0.729) = 12910 \text{ Wh}$$

Çizelge 3.5. Farklı güçlerdeki sistemler için analiz çizelgesi

	Panel Sayısı (220 W)	Akü Sayısı (200Ah)	Günlük Üretilen Güç(Wh)	Yüke Aktarılabacak Güç(Wh) (Off Grid)	Yüke Aktarılabacak Güç(Wh) (On Grid)
1 kW	5	4	3850	2233	2806
2.5 kW	12	8	8004	4642	5835
3 kW	14	11	10780	6252	7859
4 kW	19	14	14630	8485	10665
5 kW	23	18	17710	10271	12910

3.9. DÜZCE ŞARTLARINDA SİSTEMİN KURULUMU

Güneş panellerinin monte edileceği profiller zemine sağlam oturtulabilmesi ve güneş takip eden sistemin rüzgardan etkilenmemesi için yaklaşık 2 ton ağırlığındaki beton

bloklar zemine konulmuştur. Betonların genişliği 40 cm ve aralarındaki boşluk 10 cm'dir. Şekil 3.14.'da beton blokların resmi görülmektedir.



Şekil 3.14. Güneş panellerini sabitlemek için zeminin hazırlanması

Güneş takip eden sistemin sabit ayağı beton hazırlanırken betonun içine gömülmüştür. Montaj bu ayağın üstüne yapılmıştır. Şekil 3.15.'de sabit ayağa profillerin montajı görülmektedir.



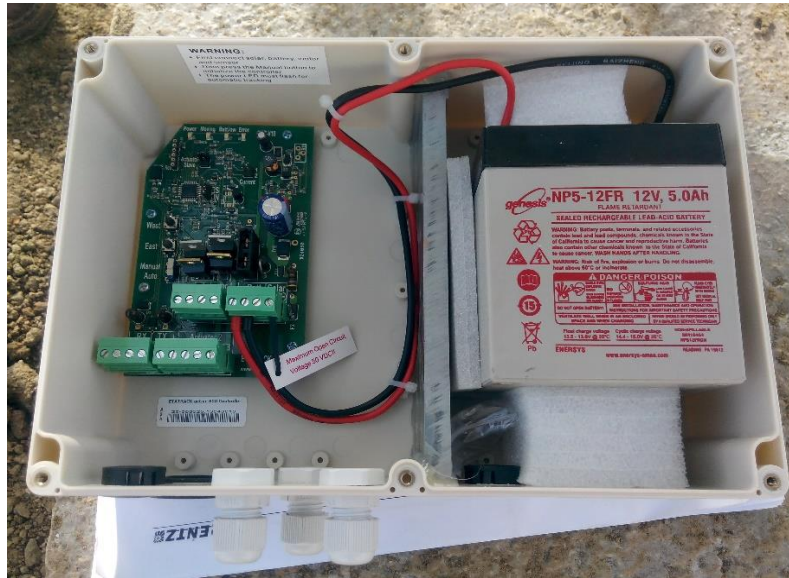
Şekil 3.15. Güneş takip eden sistemin montajı

Güneş takip eden sistemi güneşin dik geleceği şekilde hareket ettirecek motor ve sürücüsü sistemin üzerine monte edilmiştir. Şekil 3.16.'de motorun sisteme montaj edilmiş resmi görülmektedir.



Şekil 3.16. Güneş takip eden sisteme profillerin montajı

Sistemin motoru enerjisini yine güneşten sağlamaktadır. Bunun için panellerin yerleştirileceği profillerin ucuna motoru beslemek için 17 V gerilim sağlayan 10 W gücünde panel konulmuştur.



Şekil 3.17. Güneş takip eden sistemin motor sürücü kartı ve bataryası

Güneş takip eden sistem güneş doğarken yönü doğuya dönüktür ve motoru beslemek için kullanılan güneş panelinin gerilimine göre hareket eder gerilim düştüğü zaman batıya doğru yönelerek güneşten maksimum gücün elde edildiği noktada konumunu sabitlemektedir. Şekil 3.17.de güneş takip eden sistemin motor sürücü kartı ve bataryasının bulunduğu kutu görülmektedir.



Şekil 3.18.Üçgen montaj ayakları

Sabit paneller zemine oturtulmak için 6 adet üçgen montaj ayağı kullanılmıştır. Montaj ayaklar yer ile 30° lik açı yapacak şekilde betona vida ile sabitlenmiştir. Şekil 3.18. da üçgen montaj ayakları görülmektedir.



Şekil 3.19. Panellerin profillerin üstüne yerleştirilmesi

Sabitlenen paneller üzerine 9 metre boyundaki alüminyum profiller vidalanarak paneller için uygun zemin oluşturulduktan sonra panellerin montajı yapılmıştır. Şekil 3.19. de panellerin profillerin üstüne yerleştirilmesi gösterilmiştir.



Şekil 3.20. Sistemin genel görünümü

4 adet güneş takip eden sistemde 8 adet sabit olmak üzere toplam 12 panel kullanılmıştır. Şekil 3.20 sistemin genel görünümüdür.



Şekil 3.21. Panellerin bağlanması ve bağlantı soketi

Güneş panelleri birbirlerine iki girişi bir çıkışı olan soket yardımıyla paralel bağlanmıştır. İki panelin iki (+) ucu soketin girişine bağlanarak tek (+) elde edilmiştir. Şekil 3.21.de bağlantı soketi ve panellerin bağlanması görülmektedir.

Akülerin muhafaza edileceği dolap 8 akü alabilmektedir. Akülerin her biri 12 V ve 200 Ah lik değere sahiptir. Akülerin ikişerli olarak seri ve seri olanlarda birbirlerine paralel olarak bağlanmaktadır. Böylelikle toplamda 24 V gerilim ve 800 Ah (amper saat) güce sahip akü grubu elde edilmiştir. Şekil 3.22. 'de akülerin bağlanması görülmektedir.



Şekil 3.22. Akülerin bağlanması

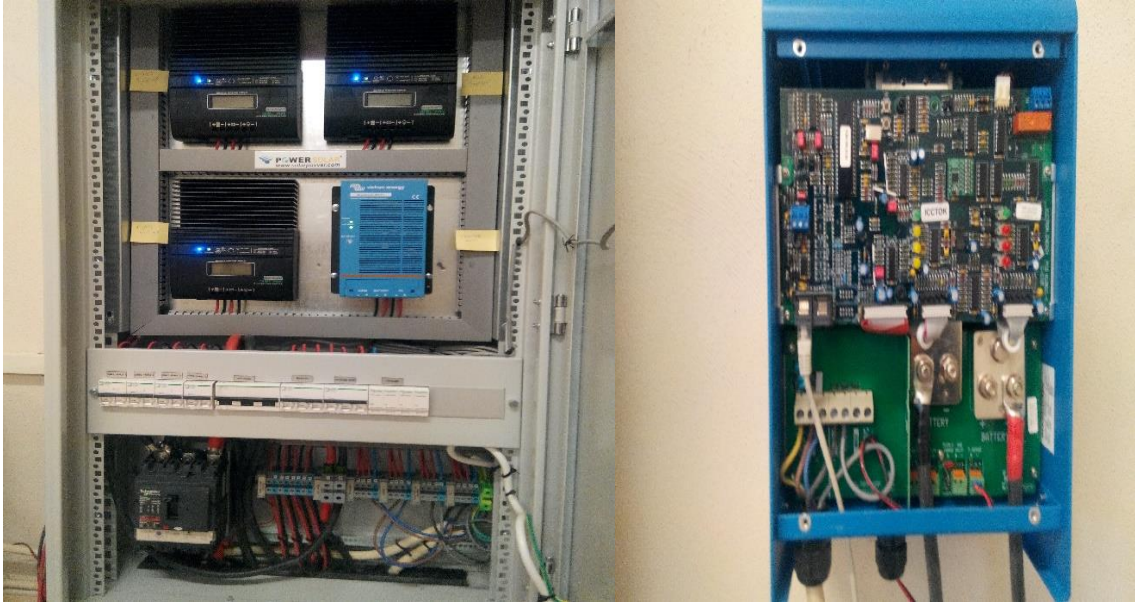
Güneş panellerinden gelen enerji şarj kontrol cihazına uğradıktan sonra akülere gitmektedir. İhtiyaç halinde akülerden doğru akım invertere gelerek burada alternatif akıma dönüştürülür ve buradan yüke aktarılır. Şarj kontrol cihazları ve sigortalar bir elektrik panosunda muhafaza edilmektedir. Şekil 3.23. de akü dolabı, elektrik panosu, inverter ve sistemi izlemek için bilgisayarın genel görünümü verilmiştir.

Elektrik panosunun içinde güneş panelleri ile şarj kontrol cihazları arasında 32 Amper (A)'lik, şarj kontrol cihazları ile akü grubu arasında 125 A'lik, akü grubu ile inverter arasında 160 A'lik ve inverter ile yük arasında 32 A'lik sigortalar cihazların korunması için kullanılmıştır. Ayrıca akü izleme ve kontrol modülü ile akülerin doluluk oranı izlenebilmektedir.



Şekil 3.23. Akü dolabı, elektrik panosu, inverter ve sistemi izlemek için bilgisayarın genel görünümü

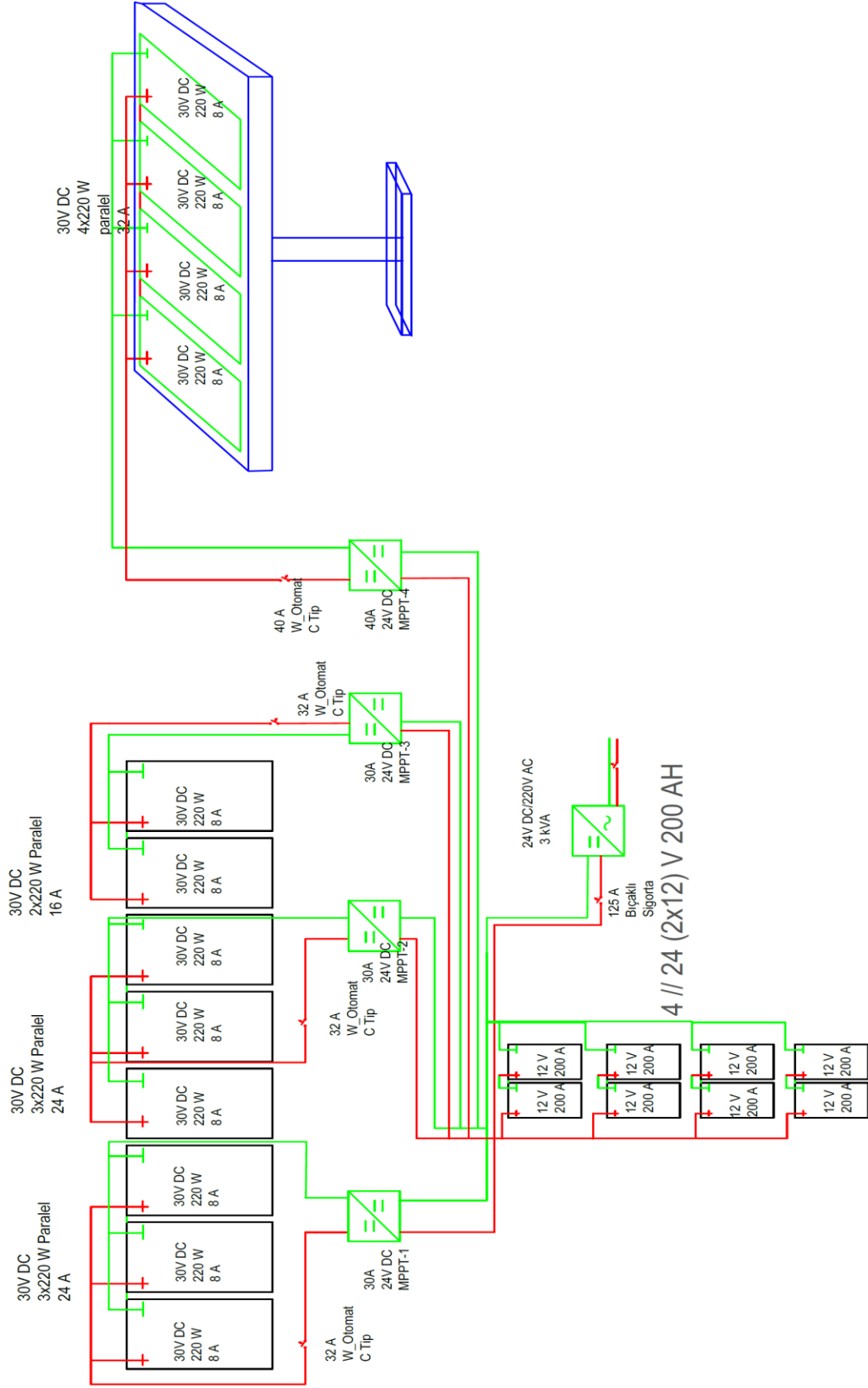
Elektrik panosunun içinde 4 adet şarj kontrol cihazı bulunmaktadır. Şekil 3.24.da elektrik panosu ve inverterin iç görünümü verilmiştir.



3.24. Elektrik panosu ve inverterin iç görünümü verilmiştir.

Şekil 3.25.de sistemin bağlantı şeması gösterilmiştir. Güneş takip eden sisteme ait 4 panel bir grup sabit panellerdeki 3'er panel birer grup ve kalan 2 panel bir grup olacak şekilde paneller paralel bağlanarak 4 grup oluşturulmuştur. Bu 4 grup ayrı ayrı şarj kontrol

cihazlarına girmektedir. Bir şarj cihazının kaldırabileceği maksimum akım 30 amperdir. Dolayısıyla güneş panellerinden gelen toplam akım 30 amperi geçmemelidir. şarj kontrol cihazlarının çıkışları akülere bağlanmıştır. Akülerden de enerji inverter giderek AC güç elde edilmektedir.



Şekil 3.25. Sistemin bağlantı şeması

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Düzce şartlarında bir evin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayacak güce sahip bir FV sistem gerçekleştirilmiştir. Uygulama şebekeden bağımsız, güneş takip eden (tracking) sistem ve sabit sistemden meydana gelmektedir. Sistemin kurulu gücü yaklaşık 2.5 kW dır. Sistem projelendirilerek farklı açılar için ışınm değerleri ölçülmüştür. Böylece Düzce için bir günlük güneşlenme süresi saptanmıştır. Güneş takip eden sistem 4 adet güneş panelinden sabit sistem ise 8 adet güneş panelinden oluşmaktadır. Güneş takip eden sisteminde hem motor enerjisini sağlamak hem de güneşin panellerine dik geldiği pozisyonu bulmak için 10 W gücünde küçük güneş paneli kullanılmıştır. Güneş takip eden sistem güneş doğarken yönü doğuya dönüktür ve motoru beslemek için kullanılan güneş panelinin gerilimine göre hareket eder gerilim düştüğü zaman batıya doğru yönelerek güneşten maksimum gücün elde edildiği noktada konumunu sabitler. Böylelikle güneş takip eden sistemin sabit panellere göre daha verimli çalıştığı görülmüştür. Güneş panellerinin maksimum verimde çalışması için mppt özelliğine sahip şarj kontrol cihazları kullanılmıştır. Bu şarj kontrol cihazlarının verimi arttırdığı görülmüştür. Ayrıca akü grubunun güç kapasitesi 19 kW dır. Dolayısıyla aküler tamamen boş iken dolmaları yaklaşık 20 saat sürmektedir. Düzce de kendi elektrik enerjisini güneş enerjisinden sağlamak isteyenler için bir model olmuştur. Yapılan bu çalışma ile 1, 2.5, 3, 4, 5 KW güçlerindeki sistemler için hem yenilenebilir enerji ile beslenen bir konut için elektriksel olarak projelendirme hem de matematiksel analiz ve fizibilite ortaya konulmuştur. Farklı güç sistemlerinin şebekeye bağlı çalışmalarında ve şebekeden bağımsız çalışma durumlarında yüke aktaracakları güçler hesaplanarak verimlilik oranları gösterilmiştir.

Bu çalışmada aynı zamanda bir arama algoritması olan parçacık sürü optimizasyonu temel prensibi verilip, DA-DA dönüştürücünün PID kontrolörüne uygulaması yapılmıştır. PSO yardımı ve ZN yöntemi ile PID parametreleri K_p , K_i , K_d değerleri hesaplanıp DA-DA dönüştürücü kontrol edilerek sistemin basamak cevabı incelenmiştir. Sonuç olarak sistemin kararlılığı, cevap verme süresi, oturma zamanı gibi değişkenler açısından PSO'nun ZN yönteminden daha etkin sonuç verdiği gözlemlenmiştir. PSO yardımı ile

tasarlanan kontrol sisteminde verimlilik daha yüksektir.

FV sistemin farklı yükler altında verimleri test edilmek için farklı yükler bağlanarak analizleri yapılabilir. Akülerin şarj ve deşarj olma zamanları takip edilerek ve aküden farklı akımlar çekildiğinde ne kadar güç kaybı olduğu belirlenebilir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Kumbasar A., Da çevirici temelli fotovoltaik elektrik üretim sistemlerinin incelenmesi ve simülasyonu, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, (2010).
- [2] Lagorse, J., Paire, D., and Abdellatif, M., Sizing optimization of a stand-alone street lighting system powered by a hybrid system using fuel cell, *PV and battery, Renewable Energy*, 34, (2009) 683-691.
- [3] Özdemir Ş., Fotovoltaik sistemler için mikrodenetleyicili en yüksek güç noktasını izleyen bir konvertörün gerçekleştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, (2007).
- [4] Chenni, R., Makhlof, M., Kerbache, T., and Bouzid, A, A detailed modeling method for photovoltaic cells, *Elsevier*, 32., (2007) 1724-1730.
- [5] Eltawil, M. A., and Zhao, Z., Renewable and sustainable energy reviews, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, doi: 10.1016/j.rser..07.015, (2009) 112-129.
- [6] Lagorse, J., Paire, D., and Abdellatif, M., Sizing optimization of a stand-alone street lighting system powered by a hybrid system using fuel cell, pv and battery, *Renewable Energy*, 34, (2009) 683-691.
- [7] Tremblay, O., Dessaint, L., and Dekkiche, A., A generic battery model for the dynamic simulation of hybrid electric vehicles, *IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference*, (2007) 284-289.
- [8] Rohouma, W. M., Molokhia, I. M., and Esuri, A. H. , Comparative study of different pv modules configuration reliability, *Solar Energy*, 209, doi: 10.1016/j.desal.2007.04.020, (2007) 122-128.
- [9] Elhelali S., Hidouri N., Sbita L., A controlled topology for a grid connected photovoltaik system *Proceedings Engineering & Technology* Vol 1, (2013) 173-180.
- [10] Meiqin M., Jianhui S., Chang L., Guorong Z., Yuzhu Z., Controller for 1kw-5kw wind solar hybrid generation systems *CCECE/CCGEI IEEE Niagara Falls*, (2008) 1175-1178.

- [11] Khateb A., Rahim N. A., Selvaraj J., Optimized pid controller for both single phase inverter and mppt sepic dc/dc converter of pv module *IEEE International Electric Machines & Drives Conference*, (2011) 1036-1041.
- [12] Petcut F. M., Dragomir T. L., Solar cell parameter identification using genetic algorithms *CEAI*, Vol 12, (2010) 30-37.
- [13] George A., Anto R., Analytical and experimental analysis of optimal tilt angle of solar photovoltaic systems, *978-1-4673-2636-0/12 IEEE*, (2012) 234-239.
- [14] Elshaer M., Mohamed A., Smart optimal control of dc-dc boost converter in pv systems, *IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exposition: Latin America*, (2010) 403-410.
- [15] Thao N. G. M., Dat M. T., Binh T.C., Phuc N.H., Pid-fuzzy logic hybrid controller for grid-connected photovoltaic inverters, *IFOST Proceedings*, (2010) 1-5.
- [16] Wu W.; Ye Y.; Liu Y. Small signal modeling of a novel single-phase photovoltaic inverter *Power Electronics and Motion Control Conference*,. IPEMC '09. IEEE 6th International, (2009) 2188-2192.
- [17] Kılıç I. M., Fotovoltaik sistem eğitimi için bir simulink araç kutusu tasarımı ve uygulaması *Yüksek Lisans Tezi*, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2007).
- [18] Çekinir S., Fotovoltaik güç sistemlerinin modellenmesi ve benzetimi *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2012).
- [19] Şahin M. E., Okumuş H. İ., Güneş pili modülünün matlab/simulink ile modellenmesi ve simülasyonu, *Cilt 3 Sayı 5, Haziran*, (2013) 17-25.
- [20] Fıratoglu Z., Yeşilata B., Lineer elektriksel yüke bağlı pv panellerin optimizasyonu ve bölgesel uygulanabilirliğinin araştırılması *Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, Ocak Cilt 1 Sayı 1, (2003) 65-72.
- [21] http://en.wikipedia.org/wiki/Boost_converter (Erişim Tarihi: 12 Ocak 2013).
- [22] http://en.wikipedia.org/wiki/Buck_converter (Erişim Tarihi: 12 Ocak 2013).
- [23] <http://web.itu.edu.tr/~kaymak/PV.html> (Erişim Tarihi: 12 Ocak 2013).
- [24] Aslan, M., Güldemir, H., Yükseltici tip da-da dönüştürücünün kayma mod kontrolü *SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 9.Cilt 2.Sayı, (2005) 18-25.

- [25] Atacak, İ., Bay, Ö. F. , Tuning gain parameters of a p1 controller using genetic algorithm for boost dc-dc converter 5. *Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09)*, (2009) 20-50.
- [26] Ürgün, S., Erfidan, T.,Çoruh, N.,Design and implementation of dc-dc buck converter www.roboturk.googlecode.com, (Erişim Tarihi: 12 Ocak 2013).
- [27] Demirtaş M.,Gezer G., Analyzing of p1 controlled dc/dc converter output voltage using labview SIU2010 - *IEEE 18.Sinyal İşleme Ve İletişim Uygulamaları Kurultayı*, (2010) 704-707.
- [28] Göktaş, T., Murat, E., Yüksek güçlü, birim güç faktörlü yükseltici tip konvertörün kayma mod Kontrolü *Elektrik -Elektronik Ve Bilgisayar Sempozyumu*, (2011) 173-179.
- [29] Çelikel, H. K., Taşıt süspansiyon sistemlerinin bulanık mantık ayarlı pid kontrolü *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Haziran, (2006) .
- [30] Savaşçılıbeş A., Yapay zeka yöntemleri kullanılarak pid denetleyici parametrelerinin belirlenmesi *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2008).
- [31] <http://web.sakarya.edu.tr/~afboz/control/bolum10.html> (Erişim Tarihi: 12 Ocak 2013).
- [32] Delice, Y., Parçacık sürü optimizasyonu ile yapay sinir ağlarından sınıflandırma kuralı çıkarımı *Yüksek Lisans Tezi*,Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Kayseri (2007).
- [33] Kennedy, J., Eberhart, R. Particle swarm optimization, IEEE International Conferenceon Neural Networks, Perth, Australia, *IEEE Service Center, Piscataway, NJ*, , (1995) 1942-1948.
- [34] Arumugam, M. S., Chandramohan, A. A new and improved version of particle swarm optimization algorithm with global-local best parameters, *Knowl Inf Syst*, DOI 10.1007/s10115-007-0109-z, (2007) 107-109.
- [35] Zhang, J. R., Zhang, J., Lok, T. M., Lyu, M. R., A hybrid particle swarm optimization-back-propagation algorithm for feedforward neural network training, *Applied Mathematics and Computation*, 185, (2007) 1026-1037.

- [36] Fan, S. K. S. and Chiu, Y. Y., A decreasing inertia weight particle swarm optimizer, *engineering optimization*, 39:2, (2007) 203–228.
- [37] Shi, Y. and Eberhart, R. C., A modified particle swarm optimizer, *In The IEEE International Conference of Evolutionary Computation, Anchorage, Alaska, (1998)* 69–73.
- [38] Clerc, M., The swarm and the queen: towards a deterministic and adaptive particle swarm optimization, *In: Proceedings of the Congress on Evolutionary Computation, Washington DC, USA IEEE Service Center, Piscataway, (1999)* 1951–1957.
- [39] Ratnaweera, A., Halgamuge, S. K., Watson, C., Self-organizing hierarchical particle swarm optimizer with time-varying acceleration coefficient, *IEEE Trans Evol Comput*, 8(3), (2004) 240–255.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ALKAN, Selman
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 1985 Ankara
Telefon : (0380) 542 10 36
Faks :
E-posta : selmanalkan@duzce.edu.tr

Eğitim

<i>Derece</i>	<i>Eğitim Birimi</i>	<i>Mezuniyet tarihi</i>
Yüksek Lisans
Lisans	Zonguldak Karaelmas Üniversitesi EEM	2009
Lise	Özel Yavuz Sultan Lisesi	2002

İş Deneyimi

<i>Yıl</i>	<i>Yer</i>	<i>Görev</i>
2003-2006

Yabancı Dil

İngilizce (ÜDS/KPDS/TOEFL :)

Yayınlar

1. ÖZTÜRK A., ALKAN S., Parçacık sürü optimizasyonu ile fotovoltaik sistemlerde kullanılan dc-dc dönüştürücünün kontrolü *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*
- 2.
- 3.